

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

ПРИВОЛЖСКОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ
УПРАВЛЕНИЕ
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

КЛИМАТ Пензы

Под редакцией д-ра геогр. наук Ц. А. ШВЕР,
В. С. НИКУЛИНОЙ, Н. А. ПОПОВОЙ



Ленинград Гидрометеониздат
1988

В монографии описывается климатический режим города Пензы. Приводится краткая характеристика климата по сезонам, включены сведения об особенностях циркуляции атмосферы, физико-географических условиях местоположения города и его окрестностей, а также об истории развития метеорологических наблюдений в городе.

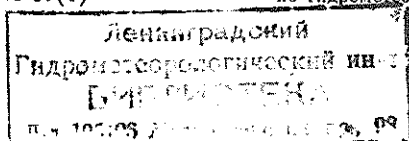
Дается подробная характеристика термического режима, режима атмосферного увлажнения, облачности и атмосферных явлений. Рассматриваются комплексные характеристики и особенности городского климата.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов и читателей, интересующихся климатом города.

34457A

К 1805040500-059
069(02)-88 16-87(1)

© Приволжское территориальное управление
по гидрометеорологии, 1988 г.



ПРЕДИСЛОВИЕ

Наиболее полное использование климатических ресурсов в народном хозяйстве возможно только в результате всестороннего изучения климата и анализа климатообразующих факторов.

Влияние человеческой деятельности на климат особенно проявляется в городах и промышленных центрах. Город создает свой климатический режим, поэтому для правильного планирования строительства и ведения городского хозяйства все более необходим его всесторонний учет.

Данная работа представляет собой первое полное описание климата города Пензы и его окрестностей. При подготовке монографии использовались таблицы «Справочника по климату СССР», вып. 12, части I—V, в которые вносились изменения по наблюдениям последующих лет. По тем величинам, которые не представлены в справочниках, материал наблюдений обрабатывался специально. Были вычислены средние многолетние значения всех метеорологических величин и их отклонения от нормы, рассчитаны вероятностные характеристики температуры воздуха, атмосферных осадков, ветра и др. В книге приведены экстремальные значения метеорологических величин, характеристики гололедно-изморозевых явлений. Комплексные характеристики представлены в сочетаниях температуры воздуха, влажности и скорости ветра.

Расчетным путем получен ряд характеристик радиационного и светового режима.

Книга подготовлена с учетом рекомендаций Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова в отделе климата Приволжского территориального управления по гидрометеорологии при участии и под руководством В. С. Никулиной. В работе принимали участие: Н. А. Попова, О. Б. Назаренко, А. Ф. Ойсбойт, С. Г. Жеребцова.

В подготовке табличного материала книги и иллюстраций участвовали: Г. И. Леонтьева, Е. И. Зубенко, Л. В. Шуруева, Н. Я. Шувалова.

В подготовке раздела 1 участвовала Ф. Т. Хворова.

Раздел 2 подготовлен В. С. Кротковой и А. В. Ляховской, раздел 3 — М. Я. Гальперинной.

Научно-методическое рецензирование и редактирование книги проведено сотрудниками отдела прикладной климатологии ГГО д-ром геогр. наук Ц. А. Швер и Г. И. Прилипко.

1. ВВЕДЕНИЕ

Пенза является крупным промышленным и культурным центром. Площадь города вместе с окрестностями составляет 293 км². Этот старинный русский город основан в 1663 г. как сторожевой пункт для защиты юго-восточных рубежей Русского государства. Остатки оборонительных сооружений до сих пор сохранились по всей области и в самой Пензе. С 1719 г. Пенза — центр провинции, входившей в Казанскую губернию, с 1801 г. — губернский город. В 1928—1930 гг. Пенза становится центром округа Средне-Волжского края, а с 4 февраля 1939 г. — областным центром.

До 1917 г. Пенза была в основном одноэтажным деревянным городом. В «Памятной книжке Пензенской губернии на 1889 год» приведены любопытные цифры: «В 1887 году в Пензе было 318 каменных и 3360 деревянных зданий, 384 каменных и 453 деревянных лавки, два монастыря и двадцать шесть церквей, пять часовен, мечеть».

За годы социалистического строительства преобразился этот старинный город. Ушла в прошлое старая, с приземистыми домиками Пенза, изменился архитектурный облик города. Возникли новые микрорайоны с многоэтажными благоустроенными домами. Улицы в центре прямолинейные, преобладающая ширина улиц 25—30 м.

Пенза — крупный центр машиностроения СССР, в городе развиты легкая и пищевая промышленность, производство стройматериалов. Особое место занимает приборостроение, бумажная и деревообрабатывающая промышленность. На долю Пензы приходится более 40 % промышленной продукции области.

В городе имеются высшие и средние специальные учебные заведения, научно-исследовательские и проектные институты.

Разнообразна культурная жизнь Пензы. В городе есть драматический театр, театр кукол, филармония, цирк, дворцы и дома культуры, кинотеатры, музеи, картинная галерея им. К. А. Савицкого, спортивные сооружения. На развитие культурной жизни города в XIX в. оказали влияние ряд выдающихся деятелей науки и культуры. В 1825—1829 гг. в Пензе жил, учился и начал свою литературную деятельность В. Г. Белинский. С 1855 по 1863 г. работал преподавателем математики и физики отец В. И. Ленина — И. Н. Ульянов. В 1865—1866 гг. в Пензе жил М. Е. Салтыков-Щедрин, назначенный председателем губернской казенной палаты. Здесь прошли юношеские годы хирурга Н. Н. Бурденко, историка В. О. Ключевского, советских писателей В. П. Ставского, А. Г. Малышкина и др. С 1897 по 1905 г. в городе жил организатор художественного училища и картинной галереи известный русский художник К. А. Савицкий.

В Пензе проживает более 500 тыс. человек, в городе четыре крупных жилых района: Ленинский, Октябрьский, Железнодорожный и Первомайский.

При застройке города уделяется большое внимание озеленению. Ежегодно высаживается 210—250 тыс. кустарников и 40—50 тыс. деревьев (тополя, березы, липы). Зеленые насаждения занимают 15 596 га.

1.1. Физико-географические условия местоположения города и его окрестностей

Пензенская область расположена на западном склоне Приволжской возвышенности, в центральной части Русской равнины. Приволжская возвышенность расчленяется глубокими долинами рек на приподнятые междуречья, которые, как и склоны долин, изрезаны многочисленными оврагами и балками.

К западу от р. Суры находится Сурско-Мокшанская возвышенность, на холмах западной части которой раскинулся город Пенза. Фундамент Русской равнины, сложенный кристаллическими сланцами и гранитами, в районе Приволжской возвышенности приподнят довольно высоко. Эти породы перекрыты мощной толщей осадочных отложений. Современный рельеф создан в результате тектонических движений, разрушений горных пород внешними силами, переноса продуктов разрушения в понижения и расчленения поверхности реками.

Решающую роль в формировании современного рельефа сыграли новейшие тектонические движения, происходившие в неогене и четвертичном периоде. Территория продолжает и сейчас медленно подниматься. Общее поднятие, начиная с неогена, составляет 200—300 м. Одновременно с поднятием шло и расчленение поверхности глубокими речными долинами.

К западу от долины рек Суры и Ардыма в днепровскую ледниковую эпоху находилась краевая часть ледника. Ледник не внес больших изменений в доледниковую поверхность, но несколько сnivelировал ее своими отложениями, которые в древних долинах и балках составляют толщу в 10—15 м. В западной части города встречаются разрозненные участки морены, отдельные валуны (до 40—70 см).

Многочисленные левые притоки Суры (Пенза, Пензятка, Шукша, Колояр, Шелданс и др.) врезаются в поверхность Сурско-Мокшанского водораздела и разбивают его на междуречные холмистые останцы: Пензенско-Арбековский, Рамзайский, поднимающиеся до 260—280 м над ур. м., и другие более мелкие. В пределах города его наиболее высокой частью (около 230 м над ур. м.) является район Западной Поляны (склон Боевой горы).

Междуречья и долины асимметричны: склоны южных экспозиций более круты, чем склоны, обращенные на север. На крутых склонах и вершинах останцов под почвой залегают дочетвертичные породы или продукты их выветривания, так называемый элювий. На пологих склонах характерны четвертичные глины и суглинки с включениями валунчиков опок, песчанников, кварцитов. Эти

породы легко размываются, растрескиваются и в обрывах образуют вертикальные стенки. Поддаются размыву и распространенные здесь мергелистые толщи. Это обстоятельство и значительные уклоны поверхности способствовали развитию овражности, особенно на присурском склоне и склонах южной экспозиции.

Самой большой рекой области по протяженности и водности является Сура. Общая длина ее 841 км, из них около 350 км (40 %) приходится на Пензенскую область. Средний расход воды за год у Пензы составляет 51 м³/с. Левый берег Суры высокий, а правый — низкий. Над широкой поймой (2—5 км) с большим количеством стариц поднимаются две надпойменные террасы. Лучше прослеживается первая надпойменная терраса, отделяющаяся заметным уступом от поймы. Уступ надпойменной террасы правого берега Суры местами возвышается над поймой на 15—20 м. Ширина надпойменных террас варьирует от нескольких до сотен метров.

Режим уровней рек Пензенской области характеризуется четко выраженным высоким весенним половодьем, низкой летней меженью, прерываемой дождевыми паводками, и устойчивой продолжительной зимней меженью. Подъем уровня весеннего половодья начинается обычно на реках сурско-мокшанского района в конце марта — начале апреля. Для Суры характерно одновременное половодье, но в отдельные годы при ранней весне и возврате холодов в период снеготаяния наблюдается несколько пиков подъема уровней. Так, в 1962 г. на реках сурско-мокшанского района наблюдалось две-три волны подъема уровней. Наиболее низкие уровни отмечаются в период интенсивного ледообразования в конце ноября — декабре и в конце марта. Годовая амплитуда колебания уровня Суры у Пензы составляет 5 м 12 см. В половодье вода выходит из берегов, заливая всю пойму. В долине реки встречаются заболоченные места, мелкие озера.

У южной окраины города на Суре была построена плотина, создавшее водохранилище, которое вступило в эксплуатацию в 1981 г. Ввиду этого в черте города естественный режим Суры искажен.

В зимнее время вследствие сброса сточных вод вдоль левого берега река не замерзает, начиная от плотины и до 3 км вниз по реке. С 29 марта 1979 г. на уречный режим оказывает влияние Сурский гидроузел.

Сура в пределах области используется в основном для водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий, а также частично для орошения и рыборазведения. Только в Пензе свыше 20 крупных промышленных предприятий забирают ее воду для своих нужд.

Самым большим притоком Суры в черте города является Пенза. Общая длина реки 78 км. Во время больших разливов в половодье реки Сура и Пенза создавали общее водное зеркало. Сура несколько раз меняла свое русло. После 1943 г. Сура окончательно стала течь по руслу р. Пензы, а р. Пенза стала впадать в нее в районе Терновки.

Пенза и ее окрестности находятся в лесостепной зоне. По р. Суре проходит граница между верхнесурским остепненно-лесным районом (правобережье) и сурско-мокшанским дубравно-лесостепным районом (левобережье).

На левобережье, где расположены три из четырех районов города и его центр, леса имеют островной характер, почвы — выщелоченный и оподзоленный чернозем. Лесной массив примыкает к западной окраине города, который в черте города переходит в лесопарк Западной Поляны, в лесной массив парка им. В. Г. Белинского и Ботанического сада. Лес представлен дубравами, березняками с примесью ясеня, клена равнинного, осины, липы. На открытых склонах — лугово-степной покров.

На правобережье к восточной окраине города также примыкает значительный лесной массив (в его составе береза, осина, сосна). В пределах зеленой зоны Пензы находится Арбековский лес — участок широколиственного леса, часть лесного массива Арбековского останца. На плато и по склонам глубокого разветвленного оврага наряду с участками молодых и средневозрастных липняков, березняков и осинников сохранились редкие старые дубняки с примесью липы, клена, ильма и вяза, встречаются сосны.

Прилегающая к городу территория, протянувшаяся в основном вдоль рек Суры и Пензы, постепенно превратилась в его пригородную зону. Это высокоплодородные пойменные земли, используемые для интенсивного овощеводства и садоводства. В некоторых хозяйствах пригородной зоны много садов — более 3 % площади всех угодий.

Массовое зеленение древесно-кустарниковой растительности в городе приходится на период конец апреля — начало мая. Цветение плодовых культур, в частности яблони, наблюдается в конце второй — начале третьей декады мая. Только в 10 % случаев при средней дате цветения 20 мая цветение может наблюдаться в первой декаде месяца. Цветение липы отмечается в первой половине июня.

В середине сентября происходит массовое осеннее расцветивание листьев и начинается опадание листвы.

1.2. Краткая история развития метеорологических наблюдений в городе

Метеорологические наблюдения в Пензе начались в 1832 г. и почти без перерыва велись до 1875 г.

С 1832 по 1849 г. метеорологические наблюдения проводились при мужской гимназии, с 1 января 1846 по 1863 г. — при дворянском институте. В период с 1856 по 1863 г. наблюдения вел старший учитель математики и физики И. Н. Ульянов — отец В. И. Ленина. С декабря 1864 по 1875 г. наблюдения велись доктором А. Холмским. Наблюдения велись за температурой воздуха, атмосферным давлением, направлением и силой ветра, за облачностью и

вскрытием и замерзанием рек Пензы и Суры. Но не все наблюдения этого периода представляют строго научный и надежный материал: наблюдения велись без всякой определенной программы, в разные часы суток и при разнообразных установках термометров и других приборов.

В сущности, действительно научные метеорологические наблюдения в Пензе начинаются со времени работы И. Н. Ульянова. Насколько серьезно И. Н. Ульянов относился к метеорологическим наблюдениям, можно судить хотя бы по тому, как настойчиво он добивался оснащения станции при институте исправными приборами. Результаты наблюдений позднее неоднократно использовались в работах академика Г. Вильда, профессора А. Купфера, в труде А. А. Сперанского «Климат Пензенской губернии», в научных работах И. Н. Ульянова «О пользе метеорологических наблюдений и некоторые выводы из них для Пензы» и «О грозе и громотводах».

До 1884 г. наблюдения, по-видимому, не проводились, так как никаких материалов не сохранилось.

Новый период развития метеорологических наблюдений в Пензе начался с 1885 г., правда, наблюдения велись только за осадками. Регулярные наблюдения за всеми метеорологическими величинами стали проводиться с октября 1887 г., когда при 1-й гимназии была открыта станция 2-го разряда. Метеорологическая площадка находилась при гимназии, располагавшейся в западной, наиболее возвышенной части города.

В 1928 г. площадка была перенесена в юго-западную часть города и располагалась в городском парке им. В. Г. Белинского.

С 1 ноября 1969 г. наблюдения перенесены на территорию аэрологической станции, расположенной в 9 км к югу от прежнего места.

До 1918—1920 гг. станция называлась Пенза, гимназия, затем — Пенза, школа им. В. Г. Белинского, с 1930 г. — Пенза, обсерватория, с 1938 г. — Пенза, город, с 1969 г. — снова Пенза, обсерватория.

Кроме основной метеорологической станции, в Пензе существовали и другие станции. С 13 июня 1841 г. по 31 мая 1875 г. наблюдения проводились при Пензенском училище садоводства, сначала за давлением и температурой воздуха, а приблизительно с 1847 г. — за всеми метеорологическими величинами. Вторично станция была открыта в июне 1895 г., наблюдения с перерывами продолжались по январь 1932 г.

Станция Пенза, ж. д. была открыта в апреле 1899 г., работала с перерывами, закрыта в 1933 г. В 1934 г. вновь организована метеорологическая станция в 100 м от железнодорожных путей станции Пенза-III, но из-за близости железнодорожной станции и застроенности была закрыта в июне 1940 г.

2. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ

2.1. Продолжительность солнечного сияния

Продолжительность солнечного сияния измеряется числом часов, в течение которых солнце освещает окрестности, и зависит от продолжительности дня, облачности и закрытости горизонта. Продолжительность дня, зависящая от географической широты места и времени года, определяет теоретически возможную продолжительность солнечного сияния при безоблачном небе на данной широте. На рис. 1 графически изображена продолжительность дня, в Пензе на 15-е число каждого месяца. Продолжительность дня, а следовательно и возможная продолжительность солнечного сияния, наименьшая в декабре и наибольшая в июне. 22 декабря (день зимнего солнцестояния)

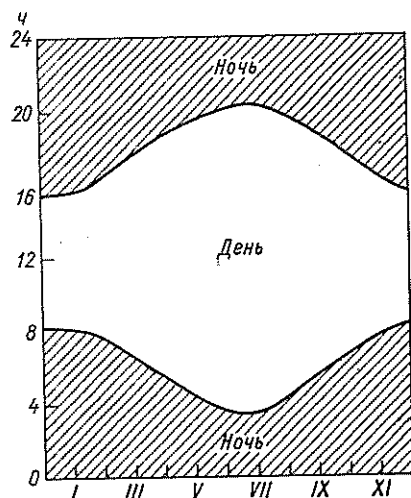


Рис. 1. Продолжительность (ч) дня и ночи.

продолжительность дня равна 7 ч 18 мин, а 22 июня (день летнего солнцестояния) 16 ч 44 мин. Начиная с 22 декабря продолжительность дня плавно нарастает ото дня ко дню до 22 июня, а затем также плавно убывает (до 22 декабря).

Действительная продолжительность солнечного сияния, из-за влияния облачности, значительно меньше возможной (табл. 1). В среднем за год в Пензе солнце светит 1807 ч, что составляет 46 % от теоретически возможной продолжительности. Наибольшее

Таблица 1

Продолжительность $\bar{t}$ солнечного сияния за месяц (ч), отношение $\bar{t}/t'$ действительной продолжительности солнечного сияния к теоретически возможной (%), число дней n без солнца

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{t}$	45	79	123	184	214	274	288	238	152	95	49	36	1807
$\bar{t}/t'$	21	34	39	49	56	61	63	58	45	32	21	18	46
n	16	11	9	4	1	1	0	1	2	9	18	20	92

число часов солнечного сияния наблюдается в июне и июле, когда относительная продолжительность составляет 61—63 %. В ноябре—январе относительная продолжительность составляет всего 18—21 %. В эти месяцы отмечается 16—20 дней без солнца.

В городских условиях из-за затенения высокими зданиями в утренние и вечерние часы число часов солнечного сияния несколько уменьшается по сравнению с открытой местностью.

2.2. Радиационный баланс подстилающей поверхности

Лучистая энергия солнца доходит до земли в виде прямой и рассеянной радиации. Достигая земной поверхности, лучистая энергия частично отражается от нее, в результате чего возникает поток отраженной радиации. Неотраженная часть лучистой энергии поглощается земной поверхностью, нагревая ее. Перечисленные потоки относятся к коротковолновому участку спектра солнца с длинами волн в пределах 300—4000 нм.

В связи с тем что в Пензе не ведутся наблюдения за солнечной радиацией, приблизительные количественные характеристики радиационного режима, представленные в таблицах, взяты из работ [7, 30] или рассчитаны с использованием соответствующих элементов [9, 10, 24, 31, 32, 35].

Прямой солнечной радиацией (S) называется радиация, поступающая на земную поверхность непосредственно от солнца в виде параллельного пучка лучей. Для практических целей пользуются прямой радиацией, поступающей на горизонтальную поверхность, которая рассчитывается по формуле

$$S' = S \sin h_{\odot}, \quad (2.1)$$

где S' — прямая радиация на горизонтальную поверхность; S — прямая радиация на перпендикулярную к лучам поверхность; $h_{\odot}$ — высота солнца в момент измерения прямой радиации на перпендикулярную лучам поверхность.

Количество прямой радиации зависит от широты места наблюдения, высоты солнца (рис. 2), облачности и состояния атмосферы. (По рис. 2, кроме высоты солнца, можно определить азимуты солнца, а также время восхода и захода солнца в дни со склонениями $0, \pm 12, \pm 23^\circ$.) Высота солнца является определяющим фактором в суточном и годовом ходе всех потоков радиации. Прямая радиация не исключение: ее приход увеличивается от восхода солнца до полудня, достигая максимума в полдень, и уменьшается от полудня до захода солнца (рис. 3).

В среднем за год возможный приход прямой радиации на горизонтальную поверхность при ясном небе составляет 4772,5 МДж/м² (табл. 2). Минимальные значения наблюдаются в декабре (75,4 МДж/м²), максимальные — в июне (724,9 МДж/м²). С мая по июль изменчивость месячных сумм прямой радиации при ясном небе небольшая.

Облачность значительно ослабляет прямую радиацию, в связи с чем в среднем за год она уменьшается на 56 % (2086,7 МДж/м²)

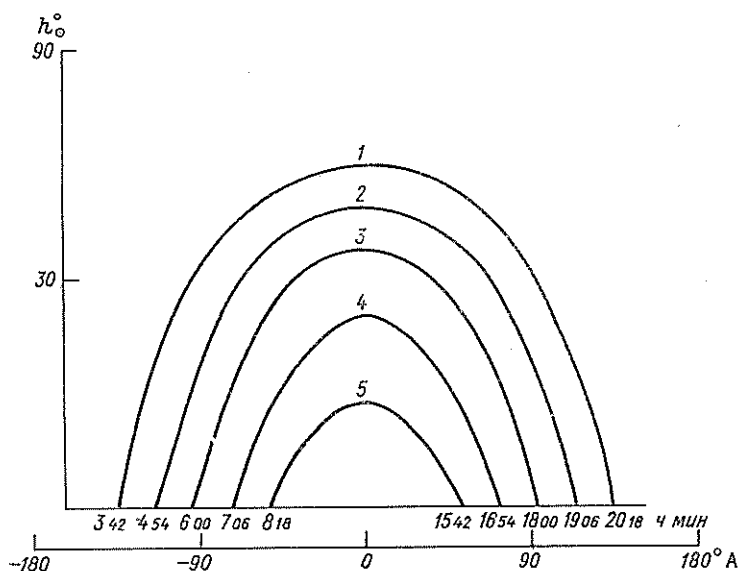


Рис. 2. Высота ($h_{\odot}$) и азимут (A) солнца в различные часы суток на широте Пензы при различных склонениях δ солнца.

- 1) $\delta=23^\circ$ 10 июня и 3 июля; 2) $\delta=12^\circ$ 22 апреля и 22 августа; 3) $\delta=0^\circ$ 21 марта и 23 сентября; 4) $\delta=-12^\circ$ 17 февраля и 18 октября; 5) $\delta=-23^\circ$ 11 декабря и 1 января.
3 42, 4 51 и т. д. — время восхода и захода солнца.

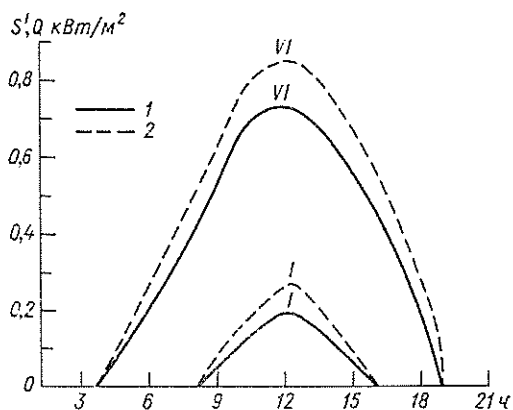


Рис. 3. Суточный ход прямой (1) и суммарной (2) радиации при ясном небе в январе и июне.

по сравнению с возможной (табл. 3). Особенно это заметно в осенне-зимний период (октябрь — январь), когда суммы прямой радиации составляют 17—24 % возможных сумм. В июне приход прямой радиации наибольший — 54 % возможного.

Таблица 2

Средние месячные и годовые суммы солнечной радиации (МДж/м²) при ясном небе

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
S'	92,2	188,6	385,5	527,9	687,2	724,9	703,9	578,2	414,8	259,8	134,1	75,4	4772,5
D	62,8	71,2	117,3	134,1	150,8	171,8	159,2	142,5	100,6	83,8	46,1	46,1	1286,3
Q	155,0	259,8	502,8	662,0	838,0	896,7	863,1	720,7	515,4	343,6	180,2	121,5	6058,8

Таблица 3

Средние месячные и годовые суммы солнечной радиации (МДж/м²)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
S'	16,8	58,7	134,1	226,3	335,2	389,7	368,7	293,3	155,0	62,8	33,5	12,6	2086,7
D	75,4	96,3	180,1	213,7	280,7	284,9	259,8	205,3	176,0	113,2	50,3	41,9	1977,6
Q	92,2	155,0	314,2	440,0	615,9	674,6	628,5	498,6	331,0	176,0	83,8	54,5	4064,3
B	-25,1	-12,6	25,1	201,1	326,8	368,7	335,2	251,4	134,1	37,7	-16,8	-25,1	1600,5

Рассеянная радиация (D) — это солнечная радиация, претерпевшая рассеяние молекулами атмосферных газов, водяными каплями или ледяными кристаллами облаков и твердыми частицами, взвешенными в атмосфере. Поступает на горизонтальную поверхность от всех точек небесного свода.

Количество рассеянной радиации определяется высотой солнца, прозрачностью атмосферы, характером подстилающей поверхности и облачностью. При ясном небе и неизменном состоянии подстилающей поверхности с увеличением высоты солнца поток рассеян-

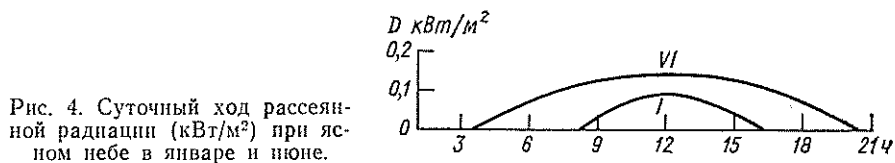


Рис. 4. Суточный ход рассеянной радиации (кВт/м²) при ясном небе в январе и июне.

ной радиации монотонно возрастает. Зависимость рассеянной радиации от высоты солнца приводится ниже [35]:

$h_{\odot}^{\circ}$	5	10	15	20	25	30	35
D кВт/м ²	0,004	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10
$h_{\odot}^{\circ}$	40	45	50	55	60	65	
D кВт/м ²	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	

В дневном ходе максимум рассеянной радиации наблюдается в околополуденные часы (рис. 4). С уменьшением прозрачности атмосферы рассеянная радиация увеличивается. В годовом ходе рассеянная радиация увеличивается от декабря к июню, затем уменьшается к декабрю (табл. 2). Влияние подстилающей поверхности наиболее ощутимо при залегании снега. В этот период рассеянная радиация заметно увеличивается, что обусловлено участием в формировании рассеянной радиации отраженной радиации. Средние значения радиации при средних условиях облачности больше, чем при ясном небе. Суточный и годовые ходы аналогичны ходу рассеянной радиации при ясном небе. Максимальная месячная сумма (284,9 МДж/м²) наблюдается в июне, минимальная (41,9 МДж/м²) — в декабре.

Важной характеристикой радиационного режима является отношение рассеянной радиации к суммарной. При средних условиях облачности, как видно из приведенных ниже данных, оно изменяется от 79—82 % зимой до 41 % летом:

Месяц . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
D/Q . . .	82	62	57	49	46	42	41	41	53	64	60	79

Суммарная радиация (Q) является важнейшей составляющей общего притока тепла к земной поверхности.

Приход суммарной солнечной радиации и ее составляющих (прямой радиации на горизонтальную поверхность и рассеянной радиации) зависит от высоты солнца, продолжительности дня, прозрачности атмосферы, облачности и альbedo подстилающей поверхности.

В дневном ходе наибольший приход суммарной радиации отмечается в околополуденные часы (рис. 3). В годовом ходе максимальная сумма наблюдается в июне и составляет при средних условиях облачности 674,6 МДж/м², при ясном небе 896,7 МДж/м². Минимальная сумма наблюдается в декабре и равна при средних условиях облачности 54,5 МДж/м², при ясном небе 121,5 МДж/м² (табл. 2 и 3).

Для годового хода суммарной радиации характерно резкое возрастание месячных сумм от февраля к марту, что объясняется увеличением высоты солнца и продолжительности дня, уменьшением облачных дней и высокой прозрачностью атмосферы в марте.

Приток суммарной радиации за месяц при средних условиях облачности значительно ниже возможных сумм (т. е. сумм при безоблачном небе) и составляет 44—75 %.

В летние месяцы наименьшая разница между действительными и возможными суммами суммарной радиации 25 %. В декабре земная поверхность недополучает 56 % суммарной радиации, а за год 33 %.

Часть суммарной радиации, отражающаяся от деятельной поверхности, называется *отраженной радиацией* (R). Отраженная радиация зависит от количества суммарной радиации и отражательных свойств деятельной поверхности. На практике поэтому чаще всего пользуются величиной, характеризующей отражательную способность поверхности, называемой *альbedo* (A). Альbedo выражается в процентах и находится из отношения отраженной радиации к суммарной:

$$A = R/Q \cdot 100 \% . \quad (2.2)$$

Альbedo имеет резко выраженный годовой ход. Его наибольшие значения наблюдаются в зимнее время при наличии снежного покрова; в зависимости от чистоты снега альbedo колеблется от 40 до 80 %. Альbedo травы 20—21 %.

В условиях города преобладают поверхности, отличные от естественных, поэтому альbedo их будут другими. В табл. 4 приведены средние значения альbedo различных поверхностей [17].

Радиационным балансом (B) называется алгебраическая сумма приходных и расходных составляющих радиации. Кроме вышеперечисленных коротковолновых потоков солнечной радиации, в радиационный баланс входит длинноволновая составляющая с длинами волн более 4000 нм — эффективное излучение ($E_{\text{эф}}$). Величина $E_{\text{эф}}$ представляет собой разность между длинноволновой радиацией, излучаемой подстилающей поверхностью, и длинноволновой радиацией, излучаемой атмосферой.

Таблица 4

Среднее альbedo (%) различных поверхностей

Поверхность	A %
Трава	20
Снег	
сухой свежевypавший	75—80
мокрый чистый	60—70
загрязненный	40—60
Лиственный парк	
летом	15—20
зимой	40—60
Асфальт	
темный	10—20
светло-серый	25—30
Гравий	13
Щебеночное покрытие	18
Бетон, покрытый штукатуркой	
белой	70
светло-голубой	45
темно-серой	30
Бетон, окрашенный цементной краской	
светло-зеленой	35
голубой	38
розовой	44
Гранит светло-серый	35—40
Мрамор	
темный полированный	70
белый	40—45
Кирпич	
обыкновенный красный	25—30
силикатный белый	45—55
Черепица красная	35—45
Железо кровельное оцинкованное	
новое	32
тусклое	24
Руберойд	
светлый	28
черный	14
Толь	20
Дерево неокрашенное желтое	40
Краска (толстый слой)	
белая	70—87
желтая	60—70
красная	30—50
черная	5—20

Радиационный баланс может быть записан в виде следующего уравнения:

$$B = Q - R - E_{\text{эф.}} \quad (2.3)$$

В зависимости от соотношения прихода и расхода радиационный баланс имеет положительные и отрицательные значения.

Ночью радиационный баланс определяется только эффективным

излучением и зависит от температуры подстилающей поверхности, облачности и стратификации атмосферы. В дневное время определяющей составляющей радиационного баланса является суммарная радиация, поэтому главными факторами, влияющими на радиационный баланс, будут высота солнца, облачность и альbedo подстилающей поверхности.

В ясные дни суточный ход радиационного баланса соответствует суточному ходу суммарной радиации, достигая наибольших значений в околополуденные часы, равных $0,54\text{--}0,56\text{ кВт/м}^2$ (рис. 5).

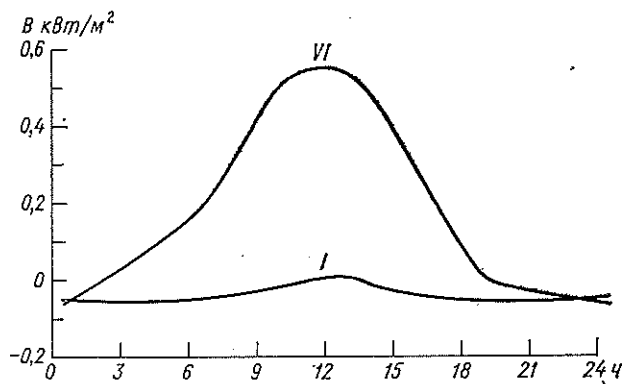


Рис. 5. Суточный ход радиационного баланса (кВт/м^2) при ясном небе в январе и июне.

Наименьшие значения радиационного баланса отмечаются в ночные сроки ($-0,05 \dots 0,06\text{ кВт/м}^2$).

Переход радиационного баланса через нуль происходит в момент, когда эффективное излучение и поглощенная радиация (разность между суммарной и отраженной радиацией) равны. В бесснежный период это наблюдается в среднем при высоте солнца $7\text{--}8^\circ$ утром (через 60 мин после восхода солнца) и $8\text{--}9^\circ$ вечером (за 70 мин до захода солнца), в период со снежным покровом — при высоте солнца 11° как утром, так и вечером (через 90 мин после восхода и за 90 мин до захода солнца). Радиационный баланс при сплошной облачности меньше, чем при ясном небе, кроме того, облачность сглаживает амплитуду его суточных колебаний. Переменная облачность может как уменьшать, так и увеличивать значения радиационного баланса. Это зависит от количества и формы облаков, а также от степени закрытости солнечного диска облаками.

При средних условиях облачности общий ход радиационного баланса сохраняется таким же, как и при безоблачном небе, но абсолютные значения меньше. В годовом ходе радиационного баланса наибольшие значения отмечаются в июне ($368,7\text{ МДж/м}^2$), наименьшие — в декабре и январе ($-25,1\text{ МДж/м}^2$); годовая сумма положительная и составляет $1600,5\text{ МДж/м}^2$ (табл. 3).

С ноября по март радиационный баланс отрицателен. Переход от отрицательного значения к положительному происходит между второй декадой февраля и второй декадой марта, обратный переход от положительного значения к отрицательному — в первой — второй декаде ноября. Резкое увеличение сумм радиационного баланса весной (апрель) связано с таянием и сходом снежного покрова (альbedo подстилающей поверхности влияет на радиационный баланс в среднем больше, чем облачность).

Фотосинтетически активная радиация (ФАР), являющаяся одним из важнейших факторов развития растений, представляет собой энергию солнечных лучей с длинами волн от 380 до 710 нм, которая используется листьями растений для фотосинтеза.

Для данной прозрачности атмосферы и облачности прямая ФАР пропорциональна прямой радиации, а рассеянная ФАР — рассеянной радиации во всем участке солнечного спектра. Это позволяет вычислить суммы ФАР по материалам наблюдений актинометрических станций, используя формулу, полученную Н. А. Ефимовой [10]:

$$Q_{\Phi} = 0,43S' + 0,57D, \quad (2.4)$$

где Q_{Φ} — суммарная ФАР; S' и D — соответственно прямая радиация на горизонтальную поверхность и рассеянная радиация во всем участке спектра.

Данные о средних месячных суммах фотосинтетически активной радиации (МДж/м²) приводятся ниже:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
50,2	80,2	160,4	219,1	304,1	330,0	306,6	243,1	166,9	91,5	43,1	29,1	2024,3

В годовом ходе ФАР достигает максимума в июне, а минимума — в декабре.

За сезон вегетации (с мая по сентябрь) растения получают 1350,7 МДж/м², что составляет 67 % годовой суммы ФАР.

2.3. Радиационный режим вертикальных и наклонных поверхностей

Для решения ряда теоретических и прикладных задач требуются данные о радиационном режиме наклонных и вертикальных поверхностей, различно ориентированных по отношению к солнцу.

Представление об облучении наклонных поверхностей прямыми солнечными лучами можно получить из табл. 5 [9, 24, 28, 29].

Северные склоны в течение всего года получают меньше прямой радиации, чем южные. Увеличение крутизны склона приводит к уменьшению приходящей радиации. В годовом ходе минимум радиации, приходящей на северные склоны, наблюдается зимой. Склон крутизной 5° недополучает в январе 38 % прямой радиации, поступающей на горизонтальную поверхность. Склон крутизной

Таблица 5

Отношение средних суточных сумм прямой радиации, поступающей на наклонные поверхности различной крутизны и ориентации, к суммам прямой радиации, приходящей на горизонтальную поверхность

Ориентация поверхности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Крутизна 5°												
С	0,62	0,79	0,86	0,93	0,96	0,98	0,97	0,94	0,90	0,82	0,70	0,58
Ю	1,32	1,21	1,14	1,07	1,03	1,02	1,02	1,05	1,10	1,17	1,30	1,42
Крутизна 10°												
С	0,30	0,54	0,72	0,84	0,90	0,92	0,92	0,89	0,78	0,64	0,38	0,22
Ю	1,80	1,44	1,24	1,12	1,04	1,01	1,03	1,08	1,16	1,36	1,57	1,98
Крутизна 20°												
С	—	0,13	0,42	0,66	0,78	0,84	0,82	0,73	0,54	0,26	—	—
Ю	2,42	1,85	1,46	1,22	1,11	1,04	1,06	1,16	1,34	1,63	2,10	2,67
В	0,95	0,96	0,95	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,98	0,96	0,99
З	1,07	1,00	0,98	0,94	0,94	0,93	0,92	0,94	0,94	0,98	1,03	1,06

10° недополучает в декабре 78 % прямой радиации. Склоны большей крутизны (20°) с ноября по январь не облучаются.

Летом поток прямой радиации на склоны северной экспозиции по своим значениям приближается к потоку прямой радиации на горизонтальную поверхность и составляет в июне 98 % на склон крутизной 5°, 92 % на склон крутизной 10° и 84 % на склон крутизной 20°.

Южный склон в течение всего года получает прямой радиации больше, чем горизонтальная поверхность. Увеличение крутизны склона до 20° сопровождается увеличением приходящей радиации. Летом суммы прямой радиации, поступающей на южные склоны, мало отличаются от сумм прямой радиации, приходящей на горизонтальную поверхность.

Восточные и западные склоны при ясном небе получают примерно одинаковое с горизонтальной поверхностью количество прямой радиации.

В реальных условиях летом из-за увеличения облачности и уменьшения прозрачности атмосферы в послеполуденные часы на восточные склоны поступает прямой радиации больше, чем на западные. В зимнее время, наоборот, облачность преобладает в первой половине дня, и западные склоны получают больше прямой радиации, чем восточные. С увеличением крутизны восточных и западных склонов процент поступающей радиации уменьшается по сравнению с радиацией, приходящейся на горизонтальную поверхность.

В летние месяцы склоны крутизной 5 и 10° получают почти столько же прямой радиации, сколько и горизонтальная поверхность, западные склоны крутизной 10° и восточные склоны крутизной 20° — на 2—3 % меньше. В зимнее время западные склоны получают прямой радиации больше (до 7 %), чем горизонтальная поверхность, а восточные — на 4—5 % меньше.

По сравнению с северными склонами, на восточные и западные склоны в течение всего года поступает больше прямой радиации. В июне, июле превышение минимальное и составляет 10—20 %. И наоборот, по сравнению с южными склонами зимой восточные склоны получают в несколько раз меньше солнечных лучей; в летние месяцы различия так же не превышают 10 %.

Годовой ход прямой радиации, поступающей на склоны, аналогичен ходу прямой радиации, приходящей на горизонтальную поверхность, с минимумом в декабре и максимумом в июне (табл. 6).

По количеству получаемой прямой радиации в наилучших условиях в течение всего года находится южный склон, далее идут склон восточной ориентации и горизонтальная поверхность, затем западный и северный склоны.

Количество прямой радиации, поступающей на вертикальные поверхности (стены зданий), зависит от продолжительности облучения, определяемой азимутом и высотой солнца над горизонтом, а также от ориентации зданий и сооружений относительно сторон света. Данные о возможной продолжительности солнечного

Таблица 6

Месячные суммы прямой солнечной радиации, поступающей (МДж/м²)
на наклонные поверхности различной ориентации

Ориентация поверхности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Крутизна 5°													
С	10,4	46,4	115,3	210,4	321,8	381,9	357,6	275,7	139,5	51,5	23,4	7,3	1941,2
Ю	22,2	71,0	152,2	242,1	345,2	397,5	376,0	308,0	170,5	73,5	46,3	17,9	220,4
Крутизна 10°													
С	5,0	31,7	96,6	190,1	301,7	358,7	339,2	261,0	120,9	40,2	12,7	2,8	1760,4
Ю	30,1	84,5	166,3	253,5	348,6	393,6	379,8	316,8	179,8	85,4	52,6	24,9	2316,0
Крутизна 20°													
С	—	9,4	56,3	151,6	271,5	331,2	309,7	217,0	86,8	15,7	0,7	—	1449,9
Ю	39,6	105,7	195,8	273,6	362,0	401,4	383,4	334,4	204,6	105,6	68,7	37,2	2512,2
В	16,0	56,4	127,4	219,5	325,1	378,0	361,3	287,4	153,4	61,5	32,2	12,5	2030,7
З	18,0	58,7	131,4	212,7	315,1	362,0	339,2	275,7	145,7	61,5	34,5	13,4	1968,3

облучения (при ясном небе) стен различной ориентации на 15-е число каждого месяца представлены в табл. 7.

Северные стены с октября по март прямой радиацией не облучаются, в летнее время облучаются дважды за сутки: сразу после восхода солнца и перед его заходом. Наибольшая суточная продолжительность облучения северных стен в июне (7 ч 34 мин). Южные стены облучаются в течение всего года: минимум наблюдается в декабре (7 ч 36 мин), максимум в марте и сентябре (соответственно 11 ч 46 мин и 11 ч 40 мин). Двойной максимум возможного времени облучения южных стен прямой радиацией связан с тем, что солнце летом проходит южную половину небосвода быстрее, чем весной и осенью. Восточные и западные стены облучаются также в течение всего года: наименьшая продолжительность суточного облучения 3 ч 48 мин — в декабре, наибольшая 8 ч 28 мин — в июне.

В табл. 8 приведен годовой ход прямой радиации, поступающей на стены различной ориентации. Данные таблицы показывают, что в течение года наибольшее количество радиации поступает на южные, юго-западные и юго-восточные стены. Летом юго-западные и юго-восточные стены получают больше прямых солнечных лучей, чем южные. В годовом ходе прямой радиации, поступающей на южные стены, наблюдается максимум в марте ($194,4 \text{ МДж/м}^2$) и августе ($193,4 \text{ МДж/м}^2$). Для юго-восточных стен максимум отмечается в июле ($202,6 \text{ МДж/м}^2$), для юго-западных — в августе ($193,6 \text{ МДж/м}^2$). Вертикальные поверхности другой ориентации получают максимум прямых солнечных лучей в июне.

За год наибольшее количество радиации приходится на южные стены ($1739,2 \text{ МДж/м}^2$). Облучение северных стен происходит с апреля по август, поэтому годовая сумма прямой радиации, поступающей на вертикальную поверхность этой ориентации, минимальна — всего $119,7 \text{ МДж/м}^2$.

Стены западной ориентации в летнее время получают меньше прямой радиации ($137,9$ — $167,6 \text{ МДж/м}^2$), чем восточные ($152,5$ — $187,1 \text{ МДж/м}^2$), из-за облачности, развивающейся во второй половине дня.

На вертикальные поверхности одновременно с прямой солнечной радиацией поступает рассеянная и отраженная от земной поверхности и окружающих предметов радиация. Расчет этих потоков для конкретного момента времени очень сложен. Принято считать [9, 28, 29], что на стены всех ориентаций приходит одинаковое количество рассеянной и отраженной радиации, равное половине суммы этих потоков, поступающих на горизонтальную поверхность.

Для стен северной ориентации рассеянная радиация (под этим термином понимается сумма рассеянной и отраженной радиации) играет большую роль. Поскольку в холодное время года (сентябрь — март) на северные стены поступает только рассеянная

Таблица 7

Возможная суточная продолжительность (ч, мин) облучения (на 15-е число каждого месяца) вертикальных поверхностей различной ориентации

Ориентация поверхности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ю	8,02	9,46	11,46	11,01	10,01	9,21	9,21	10,35	11,40	10,42	8,41	7,36
С	—	—	—	2,53	5,44	7,34	6,48	4,19	1,05	—	—	—
В, З	4,01	4,53	5,53	6,57	7,54	8,28	8,16	7,27	6,22	5,21	4,20	3,48

Таблица 8

Месячные суммы прямой солнечной радиации (МДж/м²), поступающей на вертикальные поверхности различной ориентации

Ориентация поверхности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ю	71,4	143,8	194,4	183,3	172,0	148,1	154,9	193,4	173,6	122,5	117,2	64,6	1739,2
ЮВ	48,4	102,7	154,2	181,0	194,4	194,8	202,6	196,5	150,4	96,1	80,4	32,3	1633,8
ЮЗ	51,7	112,7	163,6	169,7	174,3	183,2	184,4	193,6	151,9	91,7	83,1	47,1	1607,0
В	12,9	35,2	77,8	126,7	171,0	187,1	180,7	152,5	94,6	41,4	24,1	11,7	1115,7
З	15,1	42,9	91,2	110,9	147,5	167,6	165,9	137,9	83,7	38,9	24,1	12,0	1037,7
СВ	0,2	3,5	18,8	47,5	93,9	116,9	106,9	73,3	24,8	5,6	0,7	0,1	492,2
СЗ	0,3	3,5	20,0	45,3	80,4	105,2	92,2	64,5	24,8	5,0	0,7	0,1	442,0
С				4,5	23,5	46,8	33,2	11,7					119,7

и отраженная радиация. Ниже приводятся месячные суммы рассеянной радиации, поступающей на северные стены:

I	II	III	IV	V	VI	VII
69,9	102,6	181,1	159,6	202,0	209,8	192,7
VIII	IX	X	XI	XII	Год	
152,4	121,1	78,6	44,0	38,7	1552,5	

Годовой ход рассеянной радиации обусловлен изменением высоты солнца над горизонтом: наименьшие значения наблюдаются в декабре, наибольшие — в июне и марте. Максимум в марте объясняется увеличением часов солнечного сияния и наличием снежного покрова.

Суммарная солнечная радиация, поступающая на стены, имеет простой годовой ход с максимумом в июне и минимумом в декабре (табл. 9). Исключение представляют стены южной и северной ориентации, для которых в годовом ходе отмечается два максимума: один в марте, связанный с ходом рассеянной радиации, второй — для южных стен — в мае, связанный с ходом прямой радиации, для северных стен — в июне, как и для стен других ориентаций, связанный с изменением высоты солнца.

В зимнее время наибольшую суммарную радиацию получают южные стены, несколько меньше — юго-восточные и юго-западные; летом более всего облучаются юго-западные и восточные стены.

Поступающая на стены суммарная радиация частично отражается. Количество отраженной радиации определяется альбедо и зависит от физических свойств материала, из которого сделана стена, а также от ее окраски. Меняя окраску стен, можно добиться такого результата, что все стены будут поглощать примерно одинаковое количество радиации. Если принять альбедо стен равным 30 % (такое альбедо имеют стены большинства зданий), то количество поглощенной радиации будет составлять для северных стен 27—180 МДж/м², для южных 72—263 МДж/м², для восточных 35—278 МДж/м², для юго-восточных 50—283 МДж/м² (табл. 10).

Годовой ход поглощенной радиации аналогичен ходу суммарной радиации с максимумом в июне (кроме стен южной ориентации, для которых максимум отмечается в марте). Минимум поглощенной радиации приходится на декабрь для стен всех ориентаций.

2.4. Естественная освещенность

Основной характеристикой светового режима является освещенность горизонтальной поверхности.

Естественная суммарная освещенность любой поверхности при безоблачном небе или частичной облачности складывается из прямой освещенности, создаваемой непосредственно лучами солнца, и рассеянной освещенности, поступающей от небесного свода

Таблица 9

Месячные суммы суммарной солнечной радиации (МДж/м²), поступающей на вертикальные поверхности различной ориентации

Ориентация поверхности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ю	141,3	246,4	375,5	342,9	373,0	357,9	347,6	345,8	294,7	201,1	161,2	103,3	3290,7
ЮВ	118,3	205,3	335,3	340,6	396,4	404,6	395,3	348,9	271,5	174,7	124,4	71,0	3186,3
ЮЗ	121,6	215,3	344,7	329,3	376,3	393,0	377,1	346,0	273,0	170,3	127,1	85,8	3159,5
В	82,8	137,8	258,9	286,3	373,0	396,9	373,1	304,9	215,7	120,0	68,1	50,4	2668,2
З	85,0	145,5	272,3	270,5	349,5	377,4	358,6	290,3	204,8	117,5	68,1	50,7	2590,2
СВ	70,1	106,1	199,9	207,1	295,9	326,7	299,6	225,7	145,9	84,2	44,7	38,8	2044,7
СЗ	70,2	106,1	201,0	204,9	282,4	315,0	284,9	216,9	145,9	83,6	44,7	38,8	1994,5
С	69,9	102,6	181,1	164,1	225,5	256,6	225,9	164,1	121,1	78,6	44,0	38,7	1672,2

Таблица 10

Месячные и годовые суммы поглощенной радиации (МДж/м²) для стен различной ориентации

Ориентация стен	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ю	98,9	172,5	262,8	240,0	261,8	250,5	243,3	242,1	206,3	140,8	112,8	72,3	2304,1
ЮВ	82,8	143,7	234,7	238,4	277,5	283,2	276,7	244,2	190,0	122,3	87,1	49,7	2230,3
ЮЗ	85,1	150,7	241,7	230,5	263,4	275,1	264,0	242,2	191,1	119,2	89,0	60,0	2211,6
В	58,0	96,5	181,2	200,4	261,1	277,8	261,4	213,4	151,0	84,0	47,7	35,2	1867,7
З	59,5	101,8	190,6	189,3	244,6	264,2	251,0	203,2	143,4	82,2	47,7	35,5	1813,0
СВ	49,1	74,3	139,9	145,0	207,1	228,7	209,7	158,0	102,1	58,9	31,3	27,2	1431,0
СЗ	49,1	74,3	140,7	143,4	197,7	220,5	199,4	151,8	102,1	58,5	31,3	27,2	1396,0
С	48,9	71,8	126,8	114,9	157,8	179,6	158,1	114,9	84,8	55,0	30,8	27,1	1170,5

и отраженной от земной поверхности, а при сплошной облачности (пасмурной погоде) равна рассеянной освещенности.

Естественная освещенность зависит от высоты и азимута солнца, от облачности, прозрачности атмосферы и альbedo подстилающей поверхности. Суммарная и рассеянная освещенность при безоблачном небе увеличивается соответственно от 5 до 92 и от 3 до 22 клк (табл. 1 приложения) [7]. Из-за облачности освещенность может меняться в широких пределах. При открытом солнце суммарная освещенность оказывается больше по сравнению с освещенностью при облачном небе на 10—20 %, в пасмурную погоду освещенность может уменьшаться в несколько раз в зависимости от формы и количества облачности. Минимальная освещенность наблюдается при сплошной облачности нижнего яруса, максимальная — при кучевых, высоко-кучевых и перисто-кучевых формах облачности, а также при открытом солнце. Состояние подстилающей поверхности, ее отражательная способность могут тоже влиять на суммарную освещенность, причем степень влияния будет зависеть от высоты солнца и состояния облачности в момент наблюдения. При одних и тех же условиях наблюдений освещенность при снежном покрове выше, чем при растительном покрове. Это объясняется многократным отражением света от земной поверхности, покрытой снегом.

Основные закономерности суточного и годового хода суммарной и рассеянной освещенности такие же, как у соответствующих видов радиации (табл. 11). Суммарная освещенность имеет правильный

Таблица 11

Средние месячные суммы суммарной и рассеянной освещенности (10^3 клк)

Освещенность	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Суммарная	4,2	8,8	17,8	25,0	32,0	34,7	34,0	27,3	16,7	7,9	4,6	2,6
Рассеянная	3,0	6,1	11,9	12,0	16,0	16,0	14,8	12,0	9,9	5,4	3,0	2,5

годового ход с максимумом в июне ($34,7 \cdot 10^3$ клк) и минимумом в декабре ($2,6 \cdot 10^3$ клк). Рассеянная освещенность наибольшая в мае и июне ($16,0 \cdot 10^3$ клк), наименьшая в декабре ($2,5 \cdot 10^3$ клк).

3. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Пенза расположена в глубине Европейского материка, вдали от Атлантического океана, поэтому климат города формируется под влиянием суши. По классификации Б. П. Алисова Пенза относится к поясу континентального климата умеренных широт с продолжи-

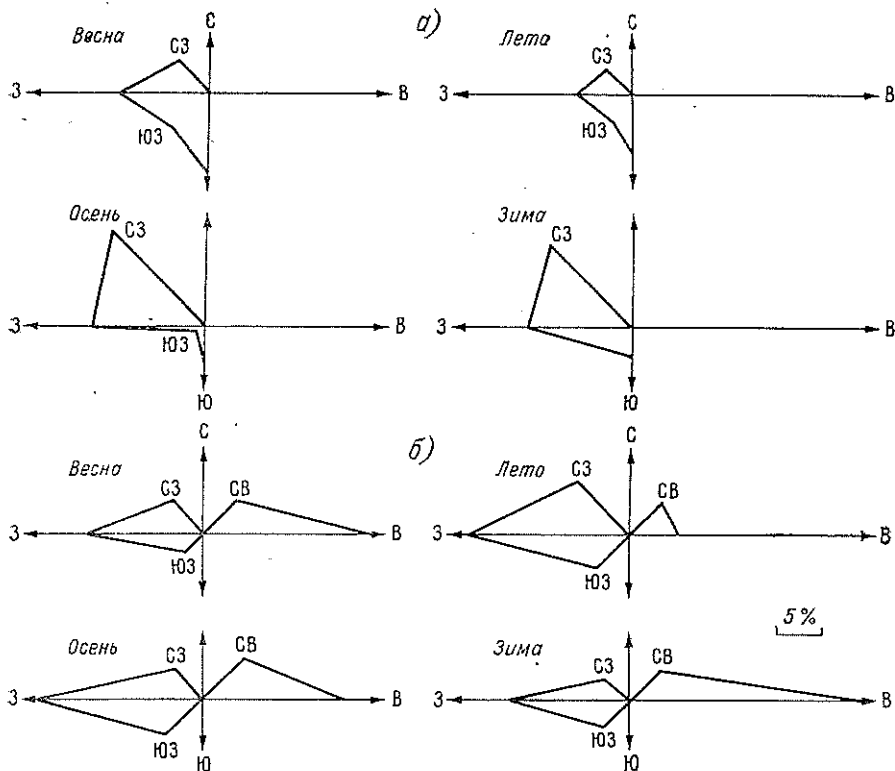


Рис. 6. Повторяемость (%) циклонов (а) и антициклонов (б) различного происхождения.

тельным зимним периодом и короткими переходными сезонами. Для умеренно континентального климата характерно вторжение как арктического, так и континентально-тропического воздуха.

Анализ синоптических процессов за 10 лет (1967—1976 гг.) показал, что большую часть года в районе Пензы преобладает антициклонная циркуляция (56 % или 204 дня), на циклоническую циркуляцию приходится в среднем 44 % или 161 день (табл. 12). Повторяемость различных барических образований по сезонам представлена на рис. 6.

Атмосферная циркуляция над востоком ЕЧС имеет ярко выраженный сезонный характер.

Таблица 12

Повторяемость (число случаев и %) различных барических образований (1967—1976 гг.)

Сезон	Циклоны							Антициклоны						Всего за год	
	стационарные	западные	северо-западные	черноморские	южные и юго-восточные	возникающие над ЕЧС	циклоническое малоградцентное поле	возникающие над ЕЧС	азорские	сибирские, казахстанские	скандинавские	стационарные над Средним Уралом	антициклоническое малоградцентное поле	циклонов	антициклонов
Весна	1,1	3,0	1,6	1,7	2,7	0,2	3,0	4,2	0,8	5,5	1,6	1,5	3,1	13,3	16,7
	3,7	10,0	5,3	5,7	9,0	0,7	10,0	14,0	2,7	18,3	5,3	5,0	10,3	44	56
Лето	12,0	8,7	6,3	5,2	10,0	2,5	25,2	28,8	7,8	8,1	13,8	8,0	16,6	69,9	83,1
	7,9	5,7	4,1	3,4	6,5	1,6	16,5	18,8	5,1	5,3	9,0	5,2	10,9	46	54
Осень	1,0	3,8	4,8	0,3	1,1	1,0	2,2	5,7	1,7	5,1	1,5	2,0	0,8	14,2	16,8
	3,2	12,3	15,5	1,0	3,6	3,2	7,1	18,4	5,5	16,4	4,8	6,4	2,6	46	54
Зима	2,9	17,5	19,9	5,3	4,6	1,3	12,0	20,8	5,9	38,7	5,3	6,2	10,8	63,5	87,7
	1,9	11,6	13,2	3,5	3,0	0,9	7,9	13,8	3,9	25,6	3,5	4,1	7,1	42	58
Год	17,0	33,0	32,6	12,5	18,4	5,0	42,4	59,5	16,2	57,4	22,2	17,7	31,3	160,9	204,3
	4,7	9,1	8,9	3,4	5,0	1,4	11,6	16,3	4,4	15,7	6,1	4,8	8,6	44	56

Примечание. В 1-й строке — среднее число дней за сезон или год, во 2-й — процент от числа дней за сезон или год.

Весной наблюдается повышенная антициклоническая деятельность (56 %), причем в 23 % случаев погода определяется влиянием гребней сибирского, среднеуральского и казахстанского антициклонов.

Господствующей воздушной массой является континентальный воздух умеренных широт (63 %), который приходит с антициклонами азорского происхождения как трансформированный морской воздух умеренных широт или по западной периферии отрога сибирского антициклона, а также с севера Казахстана как трансформированный арктический воздух. В этом случае преобладает теплая умеренно сухая погода (аномалия температуры 2—5°C, влажность 30—60 %). Такая же погода наблюдается и в малоградиентных областях повышенного давления, расположенных над центром ЕЧС.

С циклонами, перемещающимися с запада и юго-запада (черноморские), поступает морской воздух умеренных широт (21 %); теплый и влажный, он попадает на холодную подстилающую поверхность восточных районов ЕЧС, увеличивая среднюю температуру воздуха на 0,1—5°C и относительную влажность до 70—100 %.

Очень теплая и сухая погода устанавливается при адвекции континентально-тропического воздуха (8 %): отклонение средней суточной температуры достигает 9—12°C при относительной влажности воздуха 30—40 % и менее. Обычно воздух поступает с юго-востока ЕЧС, со Средней Азии или Прикаспийской низменности. Примером атмосферных процессов, при которых наблюдается такая погода, может служить карта погоды за 18 апреля 1973 г. (рис. 7).

Холодная погода в весенний сезон составляет 21 % всех случаев. Она характеризуется отрицательной аномалией температуры воздуха (от 0 до —5°C). Холодная и влажная погода с относительной влажностью до 60—90 % устанавливается в тыловых частях северо-западных циклонов и по восточной периферии скандинавских антициклонов, когда с северо-западными и северными потоками поступает холодный воздух арктического происхождения (8 %) с Баренцева моря.

С восточными потоками стационарного антициклона над Средним Уралом устанавливается холодная и сухая погода.

Летом происходит ослабление атмосферной циркуляции, вероятность антициклонических образований уменьшается по сравнению с весенним и составляет 54 % (см. табл. 12). Заметно снижается влияние гребня сибирского и казахстанского антициклонов (с 18 до 5 %). Увеличивается повторяемость антициклонов, возникающих над ЕЧС (19 %), стационарных циклонов (8 %) и циклонических малоградиентных полей (16,5 %). Повторяемость различных типов барических образований по месяцам следующая: в мае преобладают антициклоны (59 %), в июне—июле повторяемость циклонических и антициклонических образований почти одинакова, в ав-

густе — сентябре вновь господствуют антициклонические поля (55—57 %).

Сравнительно большой процент в мае от всех антициклонов приходится на скандинавские антициклоны (17 %), в остальные месяцы лета — на антициклоны, образующиеся над ЕЧС (20—25 %).

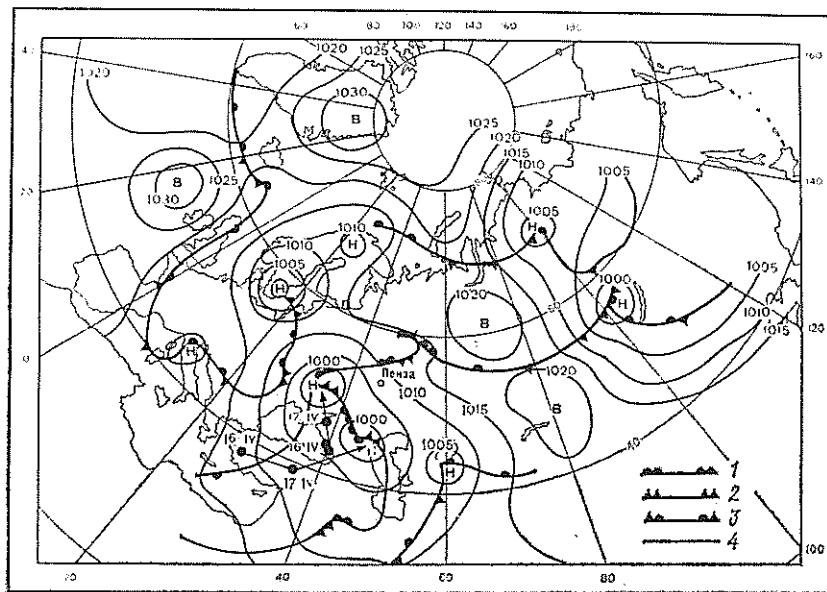


Рис. 7. Карта погоды за 18 апреля 1973 г.

1 — теплый фронт, 2 — холодный фронт, 3 — фронт окклюзии, 4 — изобары (линии одинакового давления), Н — циклон (центр низкого давления), В — антициклон (центр высокого давления).

В летний период несколько увеличивается повторяемость циклонов (46 %). В мае преобладают западные циклоны (13 %), в июле — стационарные (18 %), в остальное время — малоградиентные циклонические поля (16—21 %).

Летом, как и в течение всего года, погода Пензы формируется в большинстве случаев в массах континентального воздуха умеренных широт (65 %). Морской воздух умеренных широт отмечается в 18 % случаев, трансформированный морской арктический — в 3 %, а континентально-тропический воздух поступает очень редко, его повторяемость составляет 4 %. Отдельные типы погоды летнего сезона описаны в табл. 13.

Очень жаркая и сухая погода, когда аномалия температуры воздуха более 5°C , а относительная влажность менее 40 %, наблюдается в Пензе довольно редко (12 %). Данный тип погоды формируется в основном в континентальном воздухе умеренных широт (69 % от всех случаев с данной погодой), реже — в трансформиро-

Таблица 13

Адвективные типы погоды в летнем (май—сентябрь) сезоне в г. Пензе (1972—1976 гг.)

Тип погоды	Повторяемость, %		Отклонение средней суточной температуры от средней многолетней, °С	Относитель- ная влажность воздуха в 13 ч, %
	типа от всех дней сезона	подтипа от числа дней данного типа		
Очень жаркая сухая погода	12		>5	<40
Очень теплая умеренно сухая погода	18		2—5	<60
Теплая погода	20		0 —1,9	
умеренно сухая		56		20—50
умеренно влажная		44		51—80
Умеренно теплая уме- ренно влажная погода	19		0... —1,9	40—80
Прохладная погода	20		—2... —5	
умеренно сухая		35		30—50
умеренно влажная		45		51—80
влажная		20		>80
Холодная погода	11		> —5	
умеренно сухая		31		30—50
умеренно влажная		53		51—80
влажная		16		>80

ванном арктическом воздухе (19 %) и совсем редко — в тропическом воздухе (4 %). Сухой и жаркий воздух приносится преимущественно со Средней Азии юго-восточными и южными ветрами по северо-западной периферии гребня казахстанского антициклона. Кроме того, происходит прогревание и высушивание воздушных масс в стационарных антициклонах и малоградиентных областях высокого давления над центральными и южными районами ЕЧС и перенос их на восток.

Прохладная погода с температурой ниже нормы наблюдается в 50 % случаев, из них с отклонениями на 5°С и более имеет повторяемость 11 %. В июне и июле чаще наблюдается прохладная и дождливая погода при повторяющихся перемещениях западных и юго-западных циклонов. Но наибольшее количество осадков связано с приходом черноморских циклонов. Типичный случай холодной погоды представлен на рис. 8 (карта погоды за 1 июля 1976 г.). Обширная многоцентровая область низкого давления, занимающая большую часть ЕЧС, сохранялась с 1 по 9 июля 1976 г. В его тыловую часть с северо-западными потоками осуществлялось вхождение новых циклонов и холодных фронтов с Прибалтики и севера ЕЧС, которые приносили морской воздух умеренных или арктических широт со Скандинавии и Баренцева моря. Это обусловило в городе прохладную для данного времени погоду (максимальная температура воздуха 14—18°С), почти ежедневно выпадали дожди до 16 мм в сутки (20—24 % месячной нормы).

При более интенсивных затоках холода с севера ЕЧС и Западной Сибири, а также в стационарных воздушных массах после холодного вторжения наблюдаются поздние весенние и ранние осенние заморозки на почве и в воздухе.

Осенью (в октябре) в воздухе отмечается повышенное содержание влаги, в 66 % случаев относительная влажность составляет 60—100 %. В атмосферной циркуляции сохраняется некоторое преобладание антициклонических образований (54 %). Повторяе-

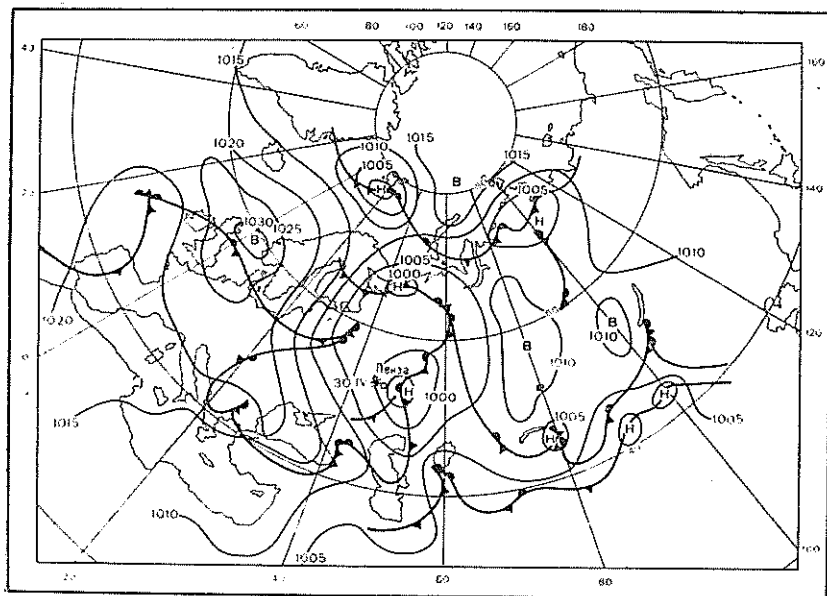


Рис. 8. Карта погоды за 1 июля 1976 г.

Усл. обозначения см. рис. 7.

мость антициклонов, образующихся над ЕЧС, равна 18 %. Значительно увеличивается по сравнению с летним периодом повторяемость сибирских антициклонов (на 11 %) и уменьшается повторяемость малоградиентных антициклонических полей (на 8 %). В циклонических образованиях замечается резкое увеличение западных и северо-западных циклонов (от 7 до 11 %), уменьшение стационарных циклонов (на 5 %) и циклонических малоградиентных полей (на 9 %). По-прежнему господствующей воздушной массой является континентальный воздух умеренных широт (69 %).

В зависимости от преобладания тех или иных атмосферных процессов осень бывает холодной или теплой. Очень холодная и влажная погода при отклонении температур на 5 °C и относительной влажности 70—90 % наблюдается в 15 % случаев. Такая погода устанавливается под влиянием западных и северо-западных циклонов, а также при вторжении антициклонов с Полярного бассейна;

при стационарировании над ЕЧС скандинавских антициклонов, по восточной периферии которых поступает морской арктический воздух (3 %) с Карского и Баренцева морей. На рис. 9 представлена карта погоды за 13 октября 1976 г., которая является иллюстрацией такого типа погоды. С 14 по 18 октября отмечались снегопады продолжительностью 6—12 ч в сутки, установился снежный покров высотой от 4 до 16 см. Это было вызвано смещением глубокого циклона со Скандинавии и медленным прохождением полярного и

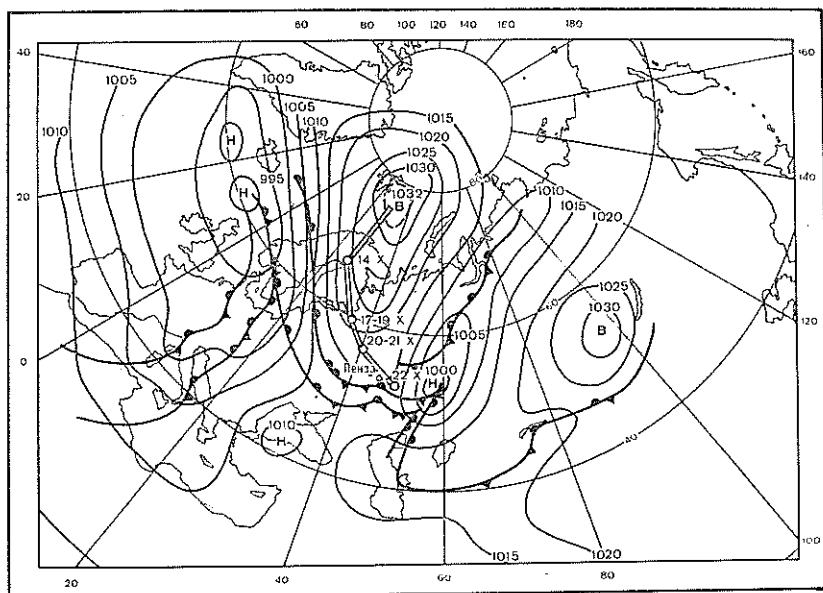


Рис. 9. Карта погоды за 13 октября 1976 г.

Усл. обозначения см. рис. 7.

арктического холодных фронтов, в тылу которых двигался мощный антициклон, образовавшийся 12 октября в районе Шпицбергена; он занял почти всю территорию ЕЧС и Урала, сохраняясь там до 23 октября. Такое вторжение обусловило сильное похолодание в Пензе и области: максимальные температуры были $-2 \dots -3^\circ\text{C}$, минимальные $-10 \dots -18^\circ\text{C}$, т. е. отклонение температуры от нормы достигало $7-14^\circ\text{C}$.

Теплая умеренно влажная погода с аномалией температуры $0-5^\circ\text{C}$ наблюдается в 30 % случаев. При этом юго-восточными потоками осуществляется вынос трансформированного континентального арктического воздуха (6 %) с Казахстана по южной периферии сибирского антициклона; в теплых секторах циклонов, смещающихся с Атлантики, поступает влажный морской воздух умеренных широт (20 %). Такая же погода формируется в малоградиентных и стационарных циклонических полях в массах континентального воздуха умеренных широт.

Редко (3 %) отмечается влияние континентально-тропического воздуха, приходящего со Средней Азии, при котором наблюдается очень теплая и сухая погода (повторяемость ее 15 %).

Зимой увеличивается повторяемость антициклонических образований (58 %); в декабре — январе повторяемость антициклонов 56 %, в феврале — марте 62—64 %, лишь в ноябре антициклоны и циклоны равновероятны. Значительно (на 9 %) возрастает влияние сибирских и казахстанских антициклонов (они преобладают), увеличивается повторяемость малоградиентных антициклональных полей (на 4 %), несколько уменьшается, хотя и остается еще значительной (14 %), влияние антициклонов, возникающих над ЕЧС.

Повторяемость циклонических образований зимой по сравнению с другими сезонами самая низкая (42 %). Из всех циклонических образований наибольшее влияние на погоду Пензы, как и осенью, оказывают западные и северо-западные циклоны (см. табл. 12).

В зимний сезон увеличивается влияние морской воздушной массы (морской воздух умеренных широт 23 %, арктического происхождения 8 %). Континентальный воздух умеренных широт преобладает (55 %), но повторяемость его наименьшая по сравнению с другими сезонами (континентальный арктический воздух 9 %, континентально-тропический 5 %).

Отдельные типы погоды зимнего сезона описаны в табл. 14.

Таблица 14

Адвективные типы погоды в зимнем (ноябрь—март) сезоне в г. Пензе (1972—1976 гг.)

Тип погоды	Повторяемость, %	Отклонение средней суточной температуры от средней многолетней, °С	Парциальное давление водяного пара в 13 ч, гПа
Очень холодная сухая погода	6	< -10	0,3—1,3
Холодная относительно сухая погода	11	-5... -10	0,7—3
Умеренно холодная умеренно влажная погода	20	0... -4,9	2—4
Умеренно теплая умеренно влажная погода	33	0—4,9	2—4
Теплая влажная погода	26	5—10	4—8
Очень теплая влажная погода	4	> 10	4—8

Очень холодная и сухая погода, характеризующаяся большой отрицательной аномалией температуры воздуха (до 10 °С и ниже) и упругостью водяного пара от 0,3 до 1,3 гПа, наблюдается в Пензе всего в 6 % случаев. Чаще всего такая погода наблюдается в январе и феврале; она формируется под влиянием континентального арктического воздуха (24 % случаев этого типа погоды), приносимого восточными ветрами по южной периферии сибирского антициклона. Кроме того, такая погода может формироваться в морском арктическом воздухе (14 %) и в морском воздухе

умеренных широт (11 %), который поступает с северными и северо-западными потоками по восточной периферии антициклонов, образовавшихся над ЕЧС. Выхоложенный континентальный воздух умеренных широт в стационарных антициклонах формирует данный тип погоды в 13 % случаев. Воздушные массы умеренных широт с такими характеристиками поступают также с северными и северо-западными потоками в тылу «ныряющих» циклонов (38 %).

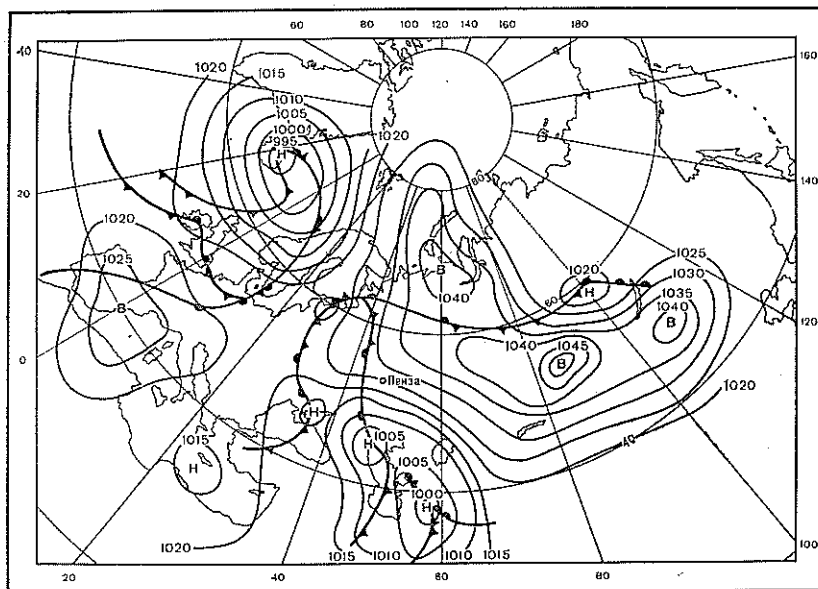


Рис. 10. Карта погоды за 4 марта 1973 г.

Усл. обозначения см. рис. 7.

Довольно редко (4 %) наблюдается зимой очень теплая и влажная погода, когда отклонение температуры от нормы больше 10°C и парциальное давление водяного пара 4—8 гПа. При такой погоде преобладает морской воздух умеренных широт (47 %), континентально-тропический воздух имеет повторяемость лишь 6 %. Данный тип погоды наблюдается в конце декабря, в январе и феврале, когда наиболее выхожена подстилающая поверхность востока ЕЧС и среднесуточная температура приходящего воздуха значительно выше температуры Пензы. Аномально теплые периоды зимой связаны с выходом южных или черноморских циклонов, приносящих морской воздух умеренных широт с Атлантики, а также с западной периферией казахстанских антициклонов, по которой южными и юго-западными ветрами выносятся теплый воздух с юга ЕЧС и Средиземноморья. Карта очень теплой и влажной погоды представлена на рис. 10. 27—28 февраля 1973 г. на центральные районы ЕЧС смещался циклон с Черного моря, обусловив

в Пензе облачную погоду с осадками в виде дождя и мороси, гололед, сильный ветер и повышение средней суточной температуры до 0°C. Кроме того, 1 и 2 марта на погоду Пензенской области оказывал влияние гребень казахстанского антициклона; с юго-восточными ветрами продолжался вынос теплых воздушных масс со Средней Азии; 3—4 марта на Пензенскую область оказывал влияние южный (каспийский) циклон, сохранялась теплая погода с осадками в виде мокрого снега.

Из анализа атмосферных процессов видно, что в течение года в Пензе повторяемость типов антициклонов следующая: возникающие над ЕЧС, сибирские и казахстанские по 16 % (60 и 57 дней соответственно), малоградиентное антициклональное поле 9 % (31 день), скандинавские 6 % (22 дня), остальные 9 % (34 дня).

По типам циклоны распределяются следующим образом: циклоническое малоградиентное поле 12 % (42 дня), западные и северо-западные по 9 % (по 33 дня), стационарные, южные и юго-восточные по 5 % (17 и 18 дней соответственно), остальные 4 % (18 дней).

3.1. Атмосферное давление

Атмосферное давление — это сила, с которой давит на единицу земной поверхности столб воздуха, простирающийся от поверхности земли до верхней границы атмосферы. Для измерения атмосферного давления на метеорологических станциях применяются ртутные барометры, а для непрерывной записи давления служат самописцы — барографы. В настоящее время за единицу давления воздуха принят гектопаскаль (гПа), численно равный применявшемуся ранее миллибару.

В каждой точке земной поверхности атмосферное давление не остается постоянным. Характер изменений определяется термическими и динамическими причинами.

Атмосферное давление всегда уменьшается с высотой, поэтому для получения представления о пространственном распределении этой величины и для сравнимости результатов полученное на разных высотах давление приводят к одному уровню, обычно к уровню моря.

Метеорологическая станция в Пензе находится на высоте 235 м над уровнем моря. Среднее годовое давление за многолетний период здесь равно 989,5 гПа (табл. 15). Эта характеристика довольно устойчива; среднее годовое отклонение от многолетней составляет ± 2 гПа.

Годовой ход давления хорошо прослеживается по средним месячным значениям. Максимум давления наблюдается в холодный период года (995,0 гПа в ноябре), минимум — летом (983,9 гПа в июле). Годовая амплитуда колебаний составляет 11,1 гПа (рис. 11).

В отдельные годы средние месячные значения атмосферного давления заметно отличаются от многолетнего. О диапазоне

изменений можно судить по разности между наибольшими и наименьшими средними месячными значениями давления:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
22,9	28,5	17,6	12,5	11,6	9,1	8,9	9,8	14,7	16,0	22,1	28,7

Наибольшие средние месячные амплитуды давления наблюдаются в период с ноября по март, с максимумом в декабре и феврале; летом амплитуды в два-три раза меньше, чем зимой.

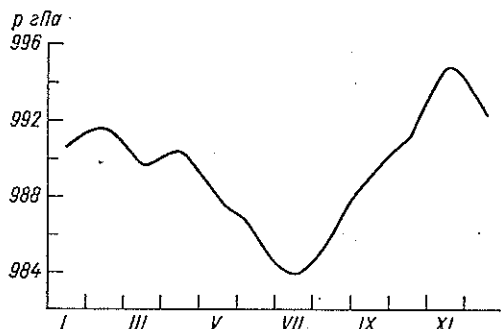


Рис. II. Годовой ход атмосферного давления (гПа).

На пределы колебаний давления указывают абсолютные значения максимума и минимума, выбранные из ряда наблюдений в отдельные сроки за многолетний период. Для района Пензы

Таблица 15

Средние месячные, годовые и экстремальные значения атмосферного давления на уровне станции ($H=235$ см)

Месяц	Давление, гПа									
	среднее	наиболее высокое	год	наиболее низкое	год	абсолют- ный мак- симум	год	абсолют- ный мини- мум	год	среднее на уровне моря
I	990,6	1006,4	1969	983,5	1968	1029,4	1969	947,3	1948	1020,3
II	991,6	1008,0	1969	979,5	1946	1023,6	1969	952,9	1948	1021,3
III	989,5	998,4	1949	980,8	1961	1019,6	1951	948,9	1950	1019,2
IV	990,4	996,2	1960	983,7	1945	1022,1	1953	960,1	1946	1018,1
V	987,9	993,2	1948	981,6	1945	1005,8	1948	959,6	1941	1015,6
VI	986,3	991,4	1951	982,3	1942	1004,7	1953	954,0	1947	1013,9
VII	983,9	988,1	1941	979,2	1950	999,9	1963	964,1	1946	1010,5
VIII	986,2	991,3	1942	981,5	1950	1000,9	1942, 1949	960,3	1966	1012,8
IX	989,2	993,9	1944	982,2	1959	1010,8	1942	965,3	1948	1016,9
X	991,1	1000,1	1943	984,1	1969	1020,9	1950	953,4	1958	1018,9
XI	995,0	1005,7	1959	983,6	1956, 1964	1027,0	1952	952,1	1942	1023,8
XII	992,3	1008,8	1944	980,1	1941	1033,2	1944	951,2	1955	1022,1
Год	989,5	992,0	1951	987,6	1945	1033,2	1944	947,3	1948	1017,8

абсолютные амплитуды давления (разность между абсолютным максимумом и минимумом) следующие:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
82,1	70,7	70,7	62,0	47,2	50,7	35,8	40,6	45,5	67,5	74,9	82,0

Абсолютный максимум атмосферного давления наблюдался в Пензе в декабре 1944 г. (1033,2 гПа), абсолютный минимум — в январе 1948 г. (947,3 гПа).

Суточный ход давления характеризуется небольшими амплитудами: в теплую половину года межсуточная изменчивость (разность давления между двумя смежными сутками) составляет в среднем 2—3 гПа, в холодную половину 4—6 гПа.

В периоды активной циклонической деятельности суточный перепад атмосферного давления может достигать 26 гПа и более. Ниже приведены наибольшие значения межсуточного изменения давления воздуха за период 1969—1976 гг.:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
23,7	26,2	19,8	18,4	14,6	9,4	8,0	10,9	12,4	20,0	23,4	18,4

Наибольшие межсуточные перепады давления в Пензе отмечаются в период с октября по апрель (максимум в феврале), наименьшие — с июня по август (минимум в июле). Это объясняется тем, что в холодную половину года интенсивность циркуляции достигает максимума. Летом же градиенты температуры полюс—экватор уменьшаются вследствие трансформации (прогревание) воздушных масс, приходящих на нашу территорию с антициклонами. Циклоническая деятельность ослабевает, и атмосферные процессы протекают не столь оживленно.

3.2. Ветер

Ветер отражает условия атмосферной циркуляции, характеризуется направлением и скоростью.

Общая циркуляция атмосферы обуславливает преобладание в районе Пензы в среднем за год ветров северо-западного направления (рис. 12), его повторяемость составляет 21 % (табл. 16). Часто наблюдаются южные и юго-восточные ветры (15—18 %).

Северо-западные ветры чаще всего отмечаются в теплую половину года, когда преобладают антициклоны, приходящие с Атлантики. В мае—сентябре повторяемость ветра достигает 24—26 % (см. табл. 16, рис. 13).

Зимой, когда над территорией расположен отрог сибирского антициклона, в большинстве случаев наблюдаются южные ветры. В декабре—феврале повторяемость их достигает 23—29 % (табл. 16).

В переходные сезоны преобладающее направление ветра выражено менее четко. Так, в начале весны, при наличии снежного покрова на материке, приходящий с Атлантики воздух теплее континентального. После схода снежного покрова, по мере прогрева материка, температура воздуха быстро повышается, и он становится теплее морского. Вследствие сглаживания контраста температур циклоническая деятельность к середине весны

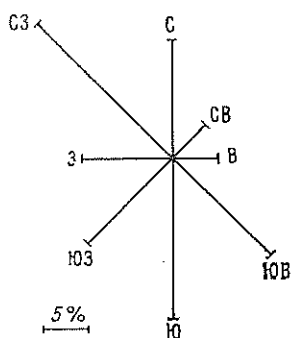


Рис. 12. Повторяемость (%) различных направлений ветра. Год.

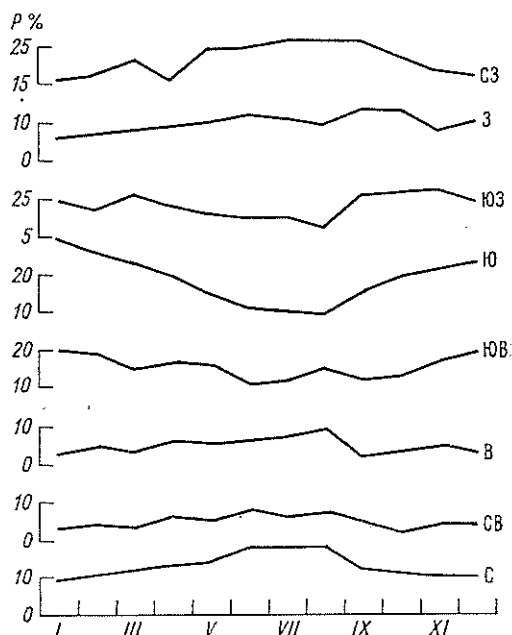


Рис. 13. Годовой ход повторяемости (%) различных направлений ветра.

ослабевает, чаще наблюдаются меридиональные переносы воздуха. В марте и апреле еще сохраняется зимний ветровой режим, но устойчивость преобладающего южного направления уменьшается; увеличивается повторяемость других направлений ветра. Осенью в процессах циркуляции отмечается переход к зимнему режиму: усиливается циклоническая деятельность и западно-восточный перенос воздушных масс. Изменяется и направление ветра: в октябре еще господствует северо-западный ветер (22 %), но увеличивается повторяемость юго-западного и южного ветра (17 и 19 %); в ноябре уже преобладает южный ветер (21 %), однако и северо-западное направление наблюдается часто (18 %).

Средняя годовая скорость ветра в городе 4,5 м/с. Годовой ход скорости ветра связан с изменением атмосферной циркуляции. В холодный период года из-за усиленной циклонической деятельности средние месячные скорости ветра больше, чем в теплый период и достигают 4,8—5,0 м/с (табл. 17, рис. 14). В переходные

сезоны года скорости уменьшаются до 4,5—4,6 м/с, а летом они равны 3,7—4,0 м/с.

Отклонение средних месячных скоростей ветра от многолетних средних достигает 0,5—0,6 м/с летом и 0,6—0,8 м/с зимой (нап-

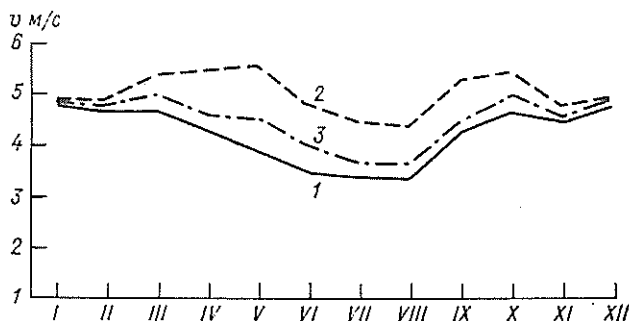


Рис. 14. Годовой ход скорости ветра (м/с).

Сроки: 1 — 1 ч, 2 — 13 ч; 3 — средняя за сутки.

Таблица 16

Средняя скорость (м/с) и повторяемость (%) ветра по направлениям

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Средняя скорость
I	4,7 9	2,7 3	2,6 3	4,9 20	5,0 29	5,1 14	5,2 6	5,4 16	4,4
II	4,9 10	3,8 4	3,1 5	4,8 19	5,0 26	4,9 12	5,7 7	5,1 17	4,7
III	5,2 11	3,5 3	4,0 3	4,6 15	4,8 23	5,3 16	5,6 8	5,6 21	4,8
IV	5,1 13	3,0 6	3,1 6	4,2 17	4,2 20	4,7 13	5,5 9	5,8 16	4,4
V	5,2 14	3,2 5	3,3 5	4,0 16	3,9 15	4,4 11	5,5 10	6,0 24	4,4
VI	4,3 18	2,9 8	2,6 6	3,2 11	3,4 11	4,0 10	5,0 12	5,1 24	3,8
VII	4,0 18	2,7 6	2,3 7	3,0 12	3,1 10	3,3 10	4,3 11	4,7 26	3,4
VIII	3,8 18	2,7 7	2,5 9	3,1 15	3,1 9	3,6 7	4,5 9	4,6 26	3,5
IX	4,9 12	3,0 4	2,4 2	3,6 12	3,8 15	4,5 16	5,4 13	5,7 26	4,2
X	5,5 11	2,9 2	2,4 3	4,0 13	4,3 19	4,9 17	5,9 13	6,5 22	4,6
XI	4,7 10	2,5 4	2,6 5	4,4 17	4,4 21	4,6 17	5,6 8	5,9 18	4,3
XII	4,5 10	2,5 4	2,7 3	4,6 19	5,0 23	5,5 14	5,8 10	5,8 17	4,6
Год	4,7 13	3,0 5	2,8 5	4,0 15	4,2 18	4,6 13	5,3 10	5,5 21	4,3

Примечание. В 1-й строке — скорость ветра, во 2-й — повторяемость.

Таблица 17

Характеристики скорости ветра (м/с)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Средняя скорость	4,9	4,8	5,0	4,6	4,5	4,0	3,7	3,7	4,5	5,0	4,6	5,0	4,9	4,6	4,0	4,8	4,5
Возможные отклонения: среднее $\pm$	0,8	0,6	0,7	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,4	0,4	0,2	0,4	0,2
наибольшее положи- тельное	2,3	1,8	2,0	2,2	2,2	1,5	1,1	1,2	2,2	2,2	1,5	2,0	1,1	1,0	0,8	1,3	0,7
наибольшее отрица- тельное	2,0	1,4	1,1	1,6	2,7	1,2	0,9	1,1	1,2	1,5	1,3	2,2	0,9	1,7	0,5	1,1	0,7
Максимальная скорость за 1936—1969 гг.	24	20	24	20	28	20	17	20	20	20	20	22	24	28	20	20	28
Расчетная максималь- ная скорость 5 %-ной обеспеченности (1936— 1962 гг.)	23	21	23	21	22	18	17	18	19	22	21	23	23	22	19	22	23

большие положительные отклонения равны соответственно 1,1—1,5 м/с и 1,5—2,3 м/с); среднее годовое отклонение составляет 0,2 м/с (наибольшие отклонения $\pm 0,7$ м/с).

Наибольшие средние годовые скорости наблюдаются при северо-западных ветрах (см. табл. 16).

Во все месяцы года наибольшую повторяемость имеют ветры скоростью 2—5 м/с, на них приходится 55—60 % (табл. 18).

Таблица 18

Повторяемость (%) скорости ветра по градациям

Месяц	Скорость, м/с										
	0—1	2—3	4—5	6—7	8—9	10—11	12—13	14—15	16—17	18—20	21—24
I	13,5	26,1	28,2	16,0	8,2	2,4	3,4	0,7	1,0	0,5	0,06
II	14,0	27,3	27,7	16,8	7,3	2,2	2,7	0,6	1,1	0,3	
III	12,5	26,6	28,6	17,0	7,3	1,6	3,6	0,8	1,4	0,5	
IV	14,7	28,1	28,6	17,1	5,5	1,4	3,0	0,5	0,7	0,4	
V	16,4	30,6	27,3	12,6	5,7	2,4	3,4	0,4	0,7	0,5	
VI	20,0	34,2	25,0	12,2	4,9	1,1	1,8	0,3	0,4	0,06	
VII	22,3	35,5	25,2	10,3	4,6	0,7	1,1	0,1	0,2		
VIII	21,4	36,0	25,4	11,3	3,2	1,1	1,3	0,06	0,2	0,03	
IX	13,4	28,8	29,8	17,2	6,1	1,7	2,2	0,3	0,4	0,06	
X	12,9	25,2	28,1	17,4	8,4	2,5	3,4	0,6	1,2	0,3	
XI	13,6	29,3	28,9	15,5	5,9	2,0	3,2	0,5	0,7	0,4	
XII	13,0	25,3	30,4	16,7	6,3	2,0	3,8	0,7	1,1	0,7	
Год	15,6	29,4	27,8	15,0	6,1	1,7	2,8	0,5	0,8	0,3	0,005

С увеличением скорости повторяемость убывает: скорости 6—9 м/с встречаются в 15—26 % случаев, более 9 м/с — в 2—8 % случаев (табл. 18, рис. 15).

Часто необходимы сведения о распределении скорости ветра по направлениям (рис. 16). Малые скорости (2—5 м/с) отмечаются при всех направлениях ветра, большие скорости (более 6 м/с) — при преобладающих направлениях: зимой — южных, летом — северо-западных.

Суточный ход скорости ветра прослеживается в течение всего года, но наиболее существенные изменения отмечаются в теплое полугодие (апрель—октябрь), когда скорости ветра днем в 1,2—1,4 раза больше, чем ночью. Наибольшие скорости ветра отмечаются в 13 ч, наименьшие — в ночные и утренние часы. Зимой суточный ход ветра выражен слабо (табл. 19, рис. 14).

Для выявления ветрового режима на разных высотах были использованы материалы аэрологических наблюдений за 1966—1978 гг. Анализ данных (табл. 2 приложения) показывает, что с декабря по апрель до высоты 1 км преобладают южные и юго-западные ветры, с июня по август — западные, северо-западные и северные, в мае и с сентября по ноябрь — западные и юго-западные. Зимой и летом направление ветра у земли и до высоты

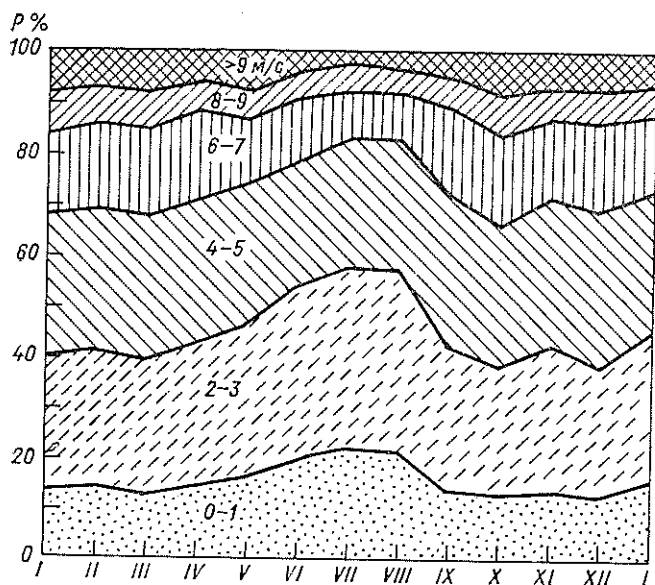


Рис. 15. Годовой ход повторяемости (%) различной скорости ветра.

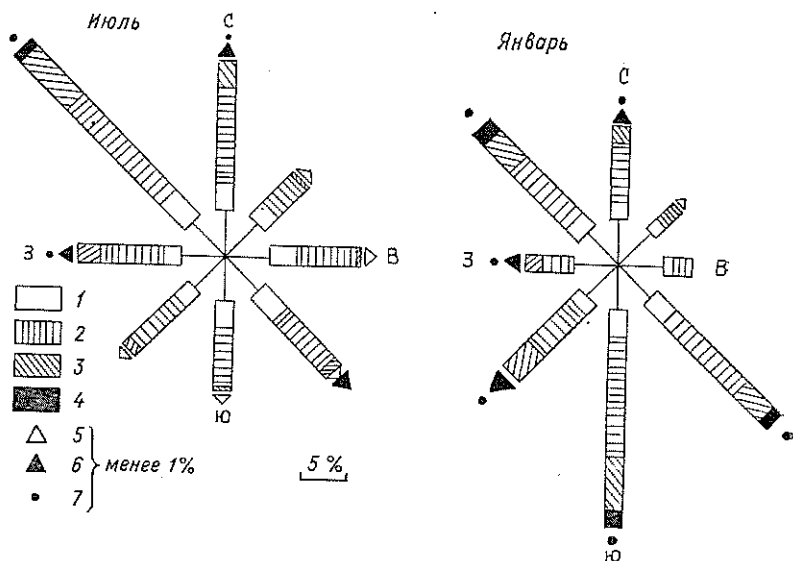


Рис. 16. Повторяемость (%) ветра различной скорости по направлениям.
 1) 0—1 м/с, 2) 2—5 м/с, 3) 6—9 м/с, 4) 10—13 м/с, 5) 14—20 м/с, 6) 21—25 м/с, 7) 26—30 м/с.

Таблица 19

Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с) в различные часы суток

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1	4,8	4,7	4,7	4,3	3,9	3,5	3,4	3,4	4,3	4,7	4,5	4,8	4,2
7	4,9	4,6	4,9	4,3	4,1	3,5	3,2	3,3	4,4	4,9	4,6	4,9	4,3
13	4,9	4,9	5,4	5,5	5,6	4,8	4,5	4,4	5,3	5,5	4,8	5,0	5,1
19	4,9	4,9	5,1	4,3	4,5	3,9	3,5	3,5	4,1	4,7	4,7	5,0	4,4

1 км почти совпадают, в переходное время года наблюдается отклонение на 1—2 румба.

Средняя скорость ветра с удалением от поверхности земли увеличивается: на высоте 100 м в 1,6—1,8 раза (в теплое полугодие вечером и ночью в 2 раза), выше 100 м нарастание скорости происходит медленнее (табл. 20). В отдельных случаях мо-

Таблица 20

Средняя (по срокам) скорость ветра (м/с) на разных высотах (в числителе — за холодное, в знаменателе — за теплое полугодие)

Срок, ч	На высоте флюгера	Высота, м			
		100	200	300	500
3	4,5	8,1	9,1	10,0	10,7
	3,0	6,8	7,7	8,4	8,5
9	4,4	7,8	8,8	9,7	10,7
	3,9	6,2	6,7	7,5	8,4
15	4,8	7,7	8,4	9,3	10,3
	5,0	7,2	7,4	7,8	8,0
21	4,6	8,1	9,1	10,1	10,7
	3,4	6,8	7,6	8,4	8,9

жет наблюдаться значительное отклонение от указанного распределения, вплоть до уменьшения скорости ветра на отдельных высотах. Это вызвано тем, что на воздушный поток город оказывает тормозящее воздействие вследствие шероховатости подстилающей поверхности. С удалением от поверхности земли скорость ветра увеличивается за счет уменьшения силы трения. С высотой происходит смена суточного хода ветра на обратный. На высоте 100—200 м в холодное полугодие в ночные часы скорость ветра больше, чем в дневные (см. табл. 20).

Ветер скоростью 15 м/с и более называется сильным. Если хотя бы в один из сроков наблюдений скорость ветра достигала

15 м/с и более, то такой день считают днем с сильным ветром. В городе в среднем ежегодно может наблюдаться до 17 дней с сильным ветром. С октября по июнь таких дней может быть 1—2, в летние месяцы — не ежегодно: от 3 до 8 раз в 10 лет (табл. 21). В отдельные годы число дней с сильным ветром может увеличиваться в холодное время года и весной до девяти дней в месяц (май 1937 г., март и декабрь 1948 г., январь 1955 г.), в целом за год — до 28 дней (1955 г.).

Таблица 21

Число дней (n) с сильным ветром (15 м/с и более)

Число дней	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{n}$	2,0	1,4	2,3	1,6	2,1	1,1	0,5	0,3	0,8	2,0	0,9	2,0	17
$n_{\text{наиб}}$	9	5	9	5	9	6	2	2	3	5	3	9	28
Год	1955	1939, 1949	1948	1946, 1955	1937	1944	1948	1949	1942	1949	1940, 1946, 1953	1948	1955

Наибольшая повторяемость сильных ветров за год приходится на северо-западное направление (табл. 22). При северо-восточном направлении повторяемость сильного ветра наименьшая (0,4 %), при восточном — сильных ветров не наблюдается.

Таблица 22

Повторяемость (%) сильных ветров (15 м/с и более) по направлениям

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
I	18	2	0	12	8	20	8	32
II	33	0	0	2	7	7	22	29
III	21	2	0	4	3	8	8	54
IV	29	0	0	3	3	5	18	42
V	22	0	0	2	0	7	7	62
VI	27	0	0	0	7	7	13	46
VII	12	0	0	0	0	0	0	88
VIII	29	0	0	0	0	0	0	71
IX	25	0	0	0	0	0	19	56
X	23	0	0	0	4	4	16	53
XI	20	0	0	4	4	2	7	63
XII	8	0	0	2	10	14	13	53
Год	21	0,4	0	4	5	8	12	50

Непрерывная продолжительность сильного ветра в основном составляет 1,5—5,0 ч (34 % общего числа случаев сильного ветра), вероятность продолжительности 5,5—10 ч также значительна (24 %). Вероятность непрерывной продолжительности сильного

ветра более суток около 1 %. Например, в апреле 1970 г. отмечен случай, когда ветер скоростью 15 м/с и более наблюдался в течение 32 ч.

Максимальная скорость ветра (28 м/с, порывы 40 м/с) за период наблюдений с 1936 по 1969 г. отмечена в мае 1966 г. (табл. 23).

Таблица 23
Максимальная скорость ветра (м/с) по направлениям

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
I	20	18	7	20	18	17	17	24
II	20	7	9	16	18	18	20	20
III	24	17	14	18	18	18	17	24
IV	20	12	10	20	16	17	20	20
V	20	10	10	16	14	17	28	20
VI	17	12	10	12	17	17	17	20
VII	17	7	9	10	12	12	12	17
VIII	20	9	10	12	12	12	12	17
IX	18	10	5	14	14	14	20	17
X	18	9	8	12	17	17	18	20
XI	18	10	9	16	18	16	20	20
XII	20	10	12	16	18	22	21	22
Год	24	18	14	20	18	22	28	24

Ветры скоростью более 20 м/с наносят большой ущерб народному хозяйству и населению: вследствие обрыва проводов и поломки опор выходят из строя линии электропередачи и связи; зимой при метелях образуются заносы на дорогах, из-за чего нарушается движение транспорта; штормовые ветры сносят крыши домов, разрушают небольшие постройки, ломают деревья и т. д.

Максимальные скорости ветра на различных высотах представлены в табл. 24. Наибольшие скорости ветра отмечаются в хо-

Таблица 24
Максимальная скорость ветра (м/с) на разных высотах

Высота	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
100	31	31	32	30	30	18	27	20	22	30	25	26	32
200	26	48	30	25	29	22	23	24	26	29	28	39	48
500	36	57	37	30	32	28	27	27	30	37	36	33	57

лодное время года: на высоте 100 м в марте (32 м/с), на высотах 200 и 500 м в феврале (48 и 57 м/с соответственно).

Непрерывная продолжительность ветра различной скорости изменяется в широких пределах (табл. 25). Средняя продолжи-

Таблица 25

Средняя (1) и наибольшая (2) непрерывная продолжительность (ч) ветра различной скорости

Скорость ветра, м/с	I		II		III		IV		V		VI	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0—1	7,8	51	7,2	45	5,9	36	6,2	30	5,6	21	5,9	21
≥2	11,5	132	10,1	75	8,9	123	8,1	39	8,5	45	9,6	51
≥3	14,8	264	13,1	120	12,3	150	11,1	81	12,5	96	15,2	144
≥4	17,4	270	18,4	147	19,9	186	16,0	129	19,0	162	22,9	261
≥5	14,3	108	13,6	75	12,0	81	12,5	102	9,6	96	7,4	36
≥8	9,8	60	10,2	60	8,0	45	7,2	33	6,5	39	5,5	18
≥12	7,5	15	7,5	30	6,5	24	8,2	27	3,5	9	5,1	6
≥16	4,5	9	4,8	6	4,5	6	8,2	21				
≥20			3,0	3	4,5	6	6,0	6				

Скорость ветра, м/с	VII		VIII		IX		X		XI		XII	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0—1	6,9	39	6,3	63	7,2	45	7,6	54	6,2	42	9,1	81
≥2	11,0	72	10,0	120	11,4	123	10,6	90	7,9	54	11,0	180
≥3	14,8	159	16,3	138	15,3	183	13,7	138	10,9	96	14,9	219
≥4	26,3	282	28,6	267	22,9	237	18,5	261	14,5	183	19,3	231
≥5	7,4	24	6,9	39	8,0	69	13,1	72	14,1	90	13,5	105
≥8	4,8	15	4,4	12	6,4	33	7,4	45	8,7	54	9,2	48
≥12	3,0		4,0	6	4,9	9	6,4	15	6,0	18	5,0	18
≥16							3,8	9	3,0	3	3,0	3
≥20												

тельность ветра скоростью 4 м/с и менее в летние месяцы (июнь—сентябрь) составляет 23—29 м, в остальное время года 15—20 ч. В отдельные годы ветер с такой скоростью может дуть непрерывно от 6 до 12 сут как летом, так и зимой. Ветер скоростью 8 м/с и более в холодное полугодие имеет среднюю продолжительность 7—10 ч, в отдельных случаях 40—60 ч. Летом такой ветер менее продолжителен 4—6 ч, изредка он может наблюдаться 12—18 ч.

Ветер скоростью 1 м/с и менее (штилевая погода) в среднем может непрерывно продолжаться от 6 до 9 ч, в отдельные годы — от 1 до 3 сут.

Суммарная продолжительность безветренной погоды (скорость ветра 0—1 м/с) в городе в среднем за год составляет 1522 ч (табл. 26). Чаше такая погода наблюдается в летние месяцы (июнь—сентябрь) — от 155 до 192 ч, что составляет 46 % общей годовой продолжительности. В переходные сезоны и зимой, особенно в ноябре, феврале и марте, затишье редкость (66, 92 и 96 ч

соответственно); в отдельные годы продолжительность тихой погоды увеличивается (в сентябре 1974 г. до 291 ч, в целом за год до 2019 ч).

Таблица 26

Средняя и наибольшая суммарная продолжительность (ч, %) слабого ветра (0—1 м/с)

Продолжительность	I		II		III		IV		V		VI	
	ч	%	ч	%	ч	%	ч	%	ч	%	ч	%
Средняя	122	8	92	6	96	6	105	7	128	8	155	10
Наибольшая	249		177		207		186		174		216	
Год	1977		1971		1980		1977		1975		1973	

Продолжительность	VII		VIII		IX		X		XI		XII		Год
	ч	%	ч	%	ч	%	ч	%	ч	%	ч	%	
Средняя	180	12	192	13	170	11	114	8	66	4	102	7	1522
Наибольшая	276		276		291		237		135		210		2019
Год	1970		1970		1974		1980		1976		1979		1974

4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

4.1. Температура воздуха

Термический режим характеризуют средние годовые, средние месячные, средние суточные, минимальные, максимальные температуры воздуха и даты перехода средних суточных температур через определенные значения.

Средняя годовая температура воздуха в Пензе положительная и равна $4,0^{\circ}\text{C}$ (табл. 27). Ежегодное отклонение средней годовой

Таблица 27

Средняя месячная и годовая температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$)

Температура воздуха	I	II	III	IV	V	VI	VII
Наиболее высокая	-5,4	-2,7	-0,7	10,5	19,3	22,3	23,8
Год	1944	1914	1890	1951	1906	1948	1931
Средняя	-12,2	-11,4	-5,7	4,7	13,4	17,6	19,7
σ	3,6	3,6	2,5	2,5	2,4	2,0	1,7
Наиболее низкая	-20,2	-20,3	-12,0	-1,3	6,2	12,8	16,4
Год	1940	1956	1898	1929	1918	1930	1954

Температура воздуха	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Наиболее высокая	21,8	16,9	9,3	1,6	-2,6	5,9
Год	1930	1909, 1938	1935	1923	1960	1938
Средняя	18,1	12,0	4,5	-3,2	-9,3	4,0
σ	1,8	1,9	2,2	2,5	3,1	0,9
Наиболее низкая	14,3	8,4	-0,7	-9,6	-16,3	1,8
Год	1926	1956	1898	1907	1888	1941

температуры от средней многолетней составляет $\pm 2,2^{\circ}\text{C}$, а ее средняя изменчивость $\sigma \pm 0,9^{\circ}\text{C}$. Годовой ход температуры показан на рис. 17. Разность между температурами самого холодного (январь) и самого теплого (июль) месяцев, т. е. годовая ампли-

туда средних месячных температур, составляет $31,9^{\circ}\text{C}$. Средние месячные температуры значительно могут отклоняться от средней многолетней. Так, в 1940 г. в январе при средней температуре за многолетний период $-12,2^{\circ}\text{C}$ она опускалась до $-20,2^{\circ}\text{C}$, в 1944 г. повышалась до $-5,4^{\circ}\text{C}$. Повторяемость таких случаев невелика: за 80 лет средняя месячная температура января ниже $-20,0^{\circ}\text{C}$ отмечалась один раз, выше $-6,0^{\circ}\text{C}$ — два раза.

Самый холодный месяц — январь (46 % зим), но в некоторые годы холоднее бывает февраль (38 %) или декабрь (15 %). Один раз за период с 1887 по 1969 г. самым холодным месяцем был

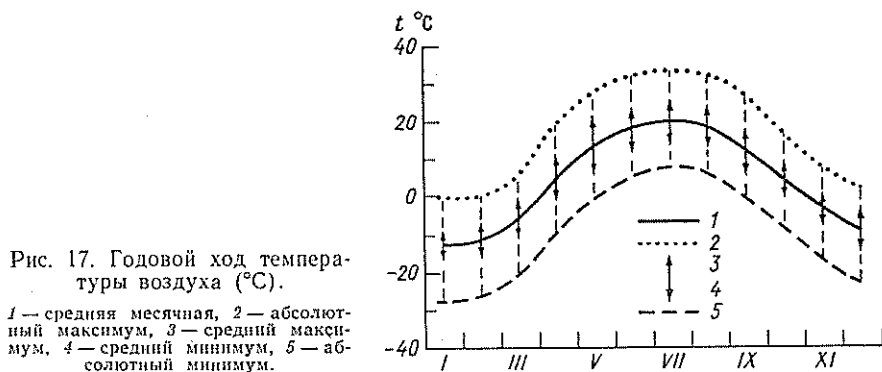


Рис. 17. Годовой ход температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$).

1 — средняя месячная, 2 — абсолютный максимум, 3 — средний максимум, 4 — средний минимум, 5 — абсолютный минимум.

март (1952 г.). Изменчивость средней месячной температуры в январе и феврале наибольшая и равна $3,6^{\circ}\text{C}$.

Средние суточные температуры воздуха в январе могут опускаться до -35°C и ниже, в среднем 1 день в 20 лет (табл. 3 приложения). Самая низкая средняя суточная температура воздуха $-37,5^{\circ}\text{C}$ наблюдалась 25 января 1892 г.

С декабря по февраль в среднем наблюдается 3 дня с положительной средней суточной температурой. Средняя месячная температура февраля на $0,8^{\circ}\text{C}$ выше январской, температура марта на $5,7^{\circ}\text{C}$ выше, чем в феврале. Замедленное повышение температуры в марте объясняется наличием снежного покрова и большими затратами тепла на его таяние и испарение. В марте в среднем около 5 дней со средней суточной температурой выше 0°C . После схода снежного покрова (13 апреля) рост температуры идет интенсивнее. От марта к апрелю средняя месячная температура увеличивается на $10,4^{\circ}\text{C}$, наибольшее повышение температуры отмечалось в 1888 г. ($17,9^{\circ}\text{C}$).

Переход средних суточных температур от отрицательных к положительным в Пензе наблюдается 4 апреля, но в течение месяца возможны и возвраты холодов, когда средняя суточная температура ниже 0°C . В среднем в апреле около 6 дней с отрицательной средней суточной температурой, преобладают дни с температурой от 0 до 10°C .

От апреля к маю температура повышается на $8,7^{\circ}\text{C}$. В мае средняя суточная температура в среднем выше 10°C , примерно

4 дня отмечается с температурой выше 20 °С. Очень теплым был май 1906 г., когда средняя месячная температура равнялась 19,3 °С, на 5,9 °С выше нормы.

От мая к июню температура повышается на 4,2 °С, к июлю — на 2,1 °С.

Июль — самый теплый месяц (69 % случаев), но бывают годы, когда средняя температура июня или августа выше (13 и 18 % соответственно).

Летом отклонение средней месячной температуры воздуха от средней многолетней в два раза меньше, чем зимой. Наиболее высокая средняя температура июля (23,8 °С) отмечена в 1931 г., наиболее низкая (16,4 °С) — в 1954 г. Максимальные средние суточные температуры в июне и июле доходят до 30—31 °С, их повторяемость один раз в 30 лет в июне и один раз в 20 лет в июле. Так, 17 июня 1924 г. средняя температура воздуха была 30,9 °С, 15 июля 1917 г. 30,2 °С. В летние месяцы преобладают дни со средними суточными температурами 15—25 °С.

Начиная с июля средние температуры от месяца к месяцу понижаются: от июля к августу на 1,6 °С, затем до декабря на 6—7,0 °С. Осенью температура понижается гораздо медленнее, чем она возрастает весной.

В сентябре около 19 дней средняя суточная температура выше 10 °С и примерно один раз в 30 лет она может быть отрицательной.

Средняя многолетняя температура октября 4,5 °С. В месяце около 6 дней с отрицательной средней суточной температурой. В отдельные годы средняя температура октября может значительно отклоняться от многолетней: от —0,7 °С (1898 г.) до 9,3 °С (1935 г.).

Переход средних суточных температур от положительных к отрицательным наблюдается в среднем 2 ноября. В ноябре примерно 9 дней с положительной средней суточной температурой; температура выше 10 °С возможна 1 раз в 25 лет.

В декабре преобладают дни со средними температурами от 0 до —15 °С. Возможны два дня с температурой выше 0 °С.

Суточный ход температуры воздуха отдельных месяцев — представителей сезонов — показан на рис. 18. В табл. 4 приложения даны средние значения температуры в различные часы суток.

Таблица 28

Средняя суточная амплитуда температуры воздуха (°С) при различном состоянии неба (по нижней облачности)

Состояние неба	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ясно	7,1	9,5	10,4	11,7	13,3	13,1	12,9	13,0	13,1	11,4	8,5	6,7
Полуясно	7,5	8,0	8,0	8,6	11,1	11,0	10,5	10,3	9,6	6,3	6,4	7,6
Пасмурно	5,5	5,3	5,1	6,1	7,6	7,8	7,3	6,3	6,0	4,6	4,3	4,5

В суточном ходе температуры воздуха максимум наблюдается в послеполуденные часы (14—15 ч), минимум — утром (4—5 ч с апреля по август, 6—7 ч с октября по март). Более четко суточный ход выражен в весенние и летние безоблачные дни.

Суточный ход температуры воздуха характеризуется также амплитудой — разностью между температурой самого теплого и холодного часа суток. Наибольшие амплитуды отмечаются летом

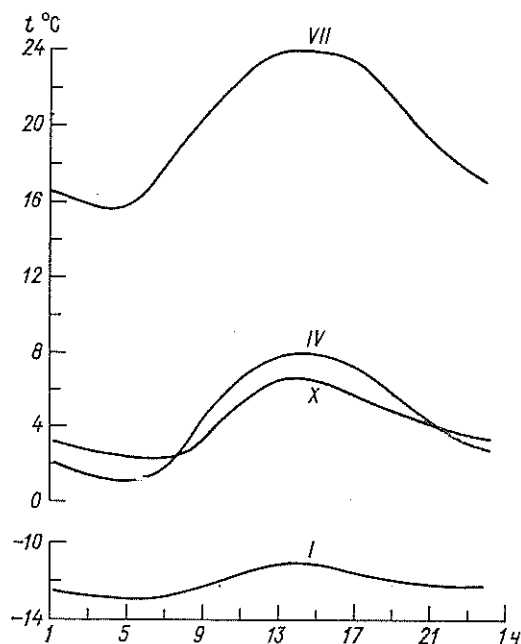


Рис. 18. Суточный ход температуры воздуха (°C).

при ясном небе, наименьшие — зимой при пасмурной погоде, что обусловлено определенным сочетанием прямой солнечной радиации и интенсивности излучения.

В среднем амплитуда температуры воздуха за сутки изменяется от 1,5°C зимой до 8,7°C летом. Средняя суточная амплитуда температуры при ясной погоде в 1,5—2 раза больше, чем при пасмурной (табл. 28).

Межсуточная изменчивость температуры воздуха тоже имеет сезонный ход. В зимние месяцы она равна примерно 3°C, летом 1,7—2,0°C (табл. 29).

Максимально возможная межсуточная изменчивость температуры воздуха зимой $\pm(16\text{—}20^\circ\text{C})$, летом $\pm(10\text{—}14^\circ\text{C})$. Но такие большие перепады температуры редки (от 1 до 4 раз в 10 лет).

Средние месячные максимальные и минимальные температуры воздуха служат характеристикой предела возможных повышений и понижений температуры воздуха. Абсолютный минимум и максимум температуры дают представление о наиболее низких

Таблица 29

Средняя межсуточная изменчивость температуры воздуха (°C)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
3,2	3,0	2,5	1,9	2,3	2,0	1,8	1,7	2,0	2,0	2,3	2,9	2,3

и высоких температурах, которые наблюдались за многолетний период в данном пункте.

В январе и феврале средняя минимальная температура воздуха в Пензе равна $-15-16^{\circ}\text{C}$ (табл. 30). В холодные зимы средний минимум понижается до -25°C (февраль 1956 г.). В январе можно ежегодно ожидать день с минимальной температурой воздуха ниже -30°C , в феврале такая температура может наблюдаться 2 раза в 5 лет (табл. 5 приложения).

Годовой минимум температуры воздуха приходится на январь (50 % зим), февраль (34 %) и декабрь (13 %). Но в отдельные годы самая низкая температура может отмечаться в ноябре (1931, 1961 гг.) и марте (1964 г.).

За многолетний период с 1891 по 1981 г. самая низкая температура $-42,6^{\circ}\text{C}$ наблюдалась 25 января 1892 г. (табл. 31).

Обеспеченность абсолютных минимальных температур воздуха в Пензе следующая:

Обеспеченность, %	5	10	25	50	75	90	95
Абсолютный минимум, $^{\circ}\text{C}$	≤ -38	≤ -36	≤ -34	≤ -32	≤ -29	≤ -27	≤ -26

Абсолютный минимум ниже -38°C и выше -26°C наблюдается не чаще 1 раза в 20 лет (5 и 95 %).

Средняя максимальная температура воздуха представлена в табл. 32. В летние месяцы она составляет $23-25^{\circ}\text{C}$, в отдельные годы может намного отклоняться от средней. Так, в июле 1931 г. она доходила до $30,6^{\circ}\text{C}$. Летом средние максимальные температуры могут быть 35°C и выше, в среднем 1 день в 5 лет. Зимой бывает от 2 (январь) до 5 (декабрь) дней с положительной средней максимальной температурой (табл. 6 приложения).

Годовой максимум температуры воздуха чаще всего наблюдается в августе (42 % лет), в июле (30 %) и июне (24 %). В отдельные годы абсолютный максимум температуры воздуха отмечается в сентябре (1944 г.) или в мае (1974 г.).

За период с 1923 по 1981 г. самая высокая температура $38,5^{\circ}\text{C}$ в Пензе наблюдалась 20 июля 1972 г. (табл. 33).

Обеспеченность абсолютного годового максимума температуры воздуха в Пензе следующая:

Обеспеченность, %	95	90	75	50	25	10	5
Абсолютный максимум, $^{\circ}\text{C}$	≥ 28	≥ 30	≥ 32	≥ 34	≥ 35	≥ 36	≥ 37

Таблица 30
Средний минимум температуры воздуха (°C)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Наиболее высокий	—8,1	—5,8	—3,7	5,1	12,3	16,5	18,1	16,0	10,9	5,4	—0,1	—4,2
Год	1944	1914	1966	1951	1957	1948	1931	1946	1957	1935	1913	1960
Средний	—15,6	—15,1	—9,5	0,6	8,0	12,4	14,5	13,1	7,5	1,0	—5,7	—12,0
Наиболее низкий	—23,8	—24,9	—14,6	—4,6	2,2	8,3	11,8	10,9	4,3	—3,3	—12,8	—19,4
Год	1940	1956	1928, 1942	1929	1919	1930	1912	1926	1904	1898	1907	1933

Таблица 31
Абсолютный минимум температуры воздуха (°C)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Наиболее высокий	—17,4	—15,9	—11,2	1,0	4,8	10,6	12,6	11,7	5,9	—0,7	—6,8	—12,6
Год	1932	1981	1944	1951	1906	1912	1966	1913	1950	1900	1939	1960
Средний	—28,3	—26,7	—20,1	—8,0	—0,1	4,7	8,8	6,8	0,4	—7,2	—16,4	—24,2
Наиболее низкий	—42,6	—39,6	—28,6	—18,7	—8,0	—0,6	4,6	1,5	—4,2	—18,0	—28,4	—40,5
Год	1892	1976	1963	1963	1918	1916	1894	1971	1973	1912	1961	1978

Таблица 32
Средний максимум температуры воздуха (°C)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Наиболее высокий	—2,8	—2,2	2,3	17,3	25,8	28,7	30,6	28,7	23,9	13,9	4,0	—1,1
Год	1932	1957	1930	1951	1957	1948	1931	1938	1928	1935	1923	1960
Средний	—8,8	—7,9	—1,8	9,7	19,5	23,5	25,3	24,1	17,6	8,4	—0,1	—6,1
Наиболее низкий	—16,2	—15,6	—6,5	2,2	13,0	17,9	21,2	19,0	13,0	2,7	—5,4	—12,4
Год	1940	1954	1942	1929	1941	1930	1956	1926	1956	1946	1941	1933

Таблица 33
Абсолютный максимум температуры воздуха (°C)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Наиболее высокий	4,8	5,4	14,1	29,7	32,1	37,5	38,5	37,0	31,2	24,0	15,0	8,5
Год	1971	1978	1937	1950	1966	1924	1972	1972	1944	1974	1927	1979
Средний	—0,1	—0,4	5,3	20,7	27,7	31,3	31,9	31,8	26,6	17,1	8,4	1,6
Наиболее низкий	—5,6	—10,5	1,2	9,2	18,6	26,8	26,6	25,5	19,9	9,5	1,7	—4,1
Год	1945	1954	1952	1929	1941	1934	1976	1926	1958	1946	1956	1927

Абсолютный максимум температуры воздуха ниже 28°C и выше 37°C . Они возможны один раз в 20 лет (обеспеченность 5%).

Средняя многолетняя климатическая величина (или норма), в том числе и средняя температура воздуха, редко наблюдается в отдельный конкретный год, поскольку иногда средняя температура имеет значение меньше нормы, иногда — больше.

Распределение средних месячных и средних суточных температур воздуха можно наглядно показать с помощью расчетных графиков — номограмм. Номограммы позволяют установить не только особенности пространственной и временной изменчивости метеорологических величин на рассматриваемой территории, но и достаточно точно определить граничные условия их колебаний, найти их значения различной обеспеченности.

Используя номограммы, можно по средним значениям температуры воздуха определить возможные значения температуры различной обеспеченности, т. е. определить, в каких пределах возможно отклонение температуры от средних значений ото дня ко дню и от срока к сроку.

Номограммы на рис. 19 дают ежедневное распределение температуры внутри месяца, а номограммы на рис. 20 — распределение температуры по срокам внутри месяца.

Средние значения температуры отложены по вертикальной оси номограммы, а фактические значения — по горизонтальной. Крайние линии выражают значения температур, выше или ниже которых температура воздуха не бывает или встречается редко.

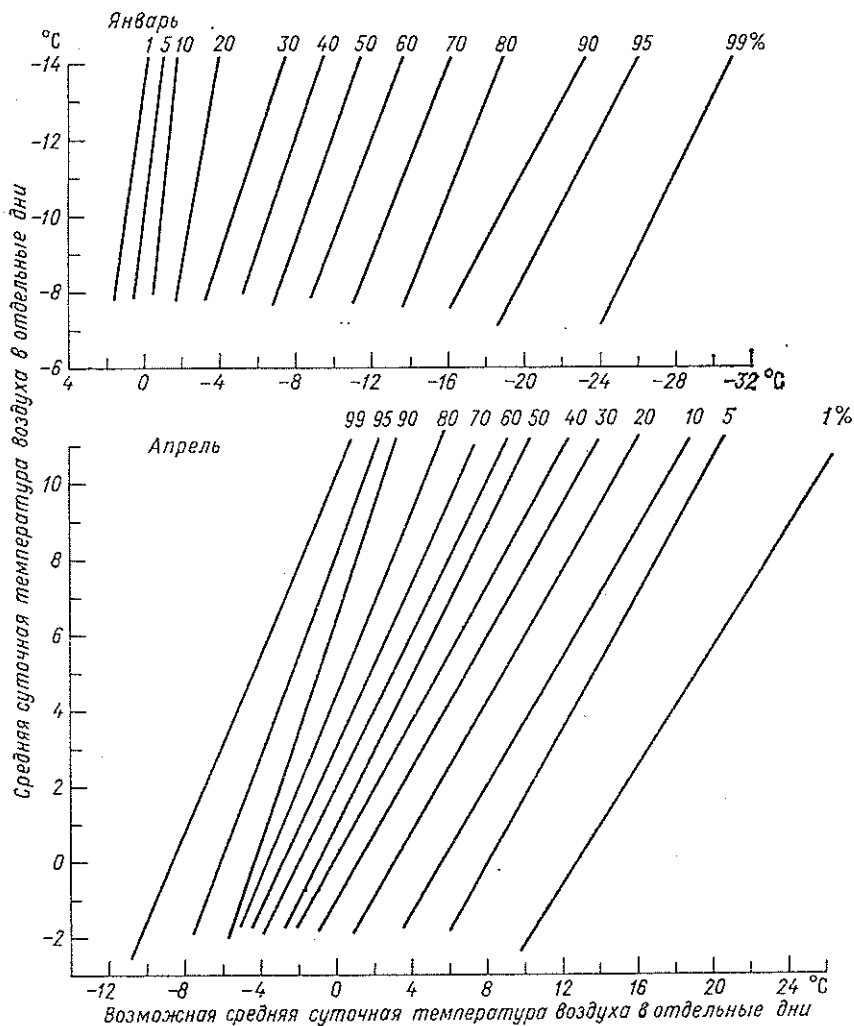
Для получения номограмм обработан материал записей термографа с 1936 по 1965 г. за январь, апрель, июль и октябрь. Каждая номограмма позволяет вычислить вероятность температуры выше или ниже определенных значений. Номограммы, характеризующие распределение ежечасных температур, позволяют вычислить и ее суммарную продолжительность в часах. Например, по номограмме для января (см. рис. 20) можно определить обеспеченность температур $0-2^{\circ}\text{C}$, она составляет 5 % и суммарная продолжительность такой температуры 37 ч (5 % количества часов в январе). В 50 % случаев при средней месячной ежечасной температуре -12°C возможна температура $-9,5^{\circ}\text{C}$ (суммарная продолжительность 372 ч). Такие же расчеты проводятся по номограммам, характеризующим обеспеченность температуры воздуха в отдельные дни (см. рис. 19). При средней суточной температуре в июле 20°C фактическая температура 16°C может быть в 80 % случаев. Возможные средние месячные температуры воздуха по срокам и средние суточные температуры за каждый день представлены в табл. 4 и 7 приложения.

Важными термическими характеристиками климатических условий являются даты перехода средних суточных температур через 0, 5, 10 и 15°C и продолжительность периодов с температурами, превышающими эти значения.

В табл. 8, 9 приложения приведены даты перехода средних суточных температур через 0, 5, 10 и 15°C весной и осенью,

а также продолжительность периодов с температурами различной обеспеченности.

Период со средними суточными температурами выше 0°C начинается 4 апреля и заканчивается 2 ноября, его продолжитель-



ность 211 дней. В отдельные годы продолжительность может изменяться от 182 до 250 дней.

Переход средней суточной температуры воздуха через 5°C принято считать за начало вегетационного периода, так как с этой температурой у большинства зимующих культур связано начало вегетации весной и прекращение ее осенью. В Пензе дата пере-

хода средней суточной температуры через 5°C 17 апреля (весной) и 13 октября (осенью). Средняя продолжительность периода с температурой выше 5°C 178 дней, в отдельные годы она может составлять 146—200 дней.

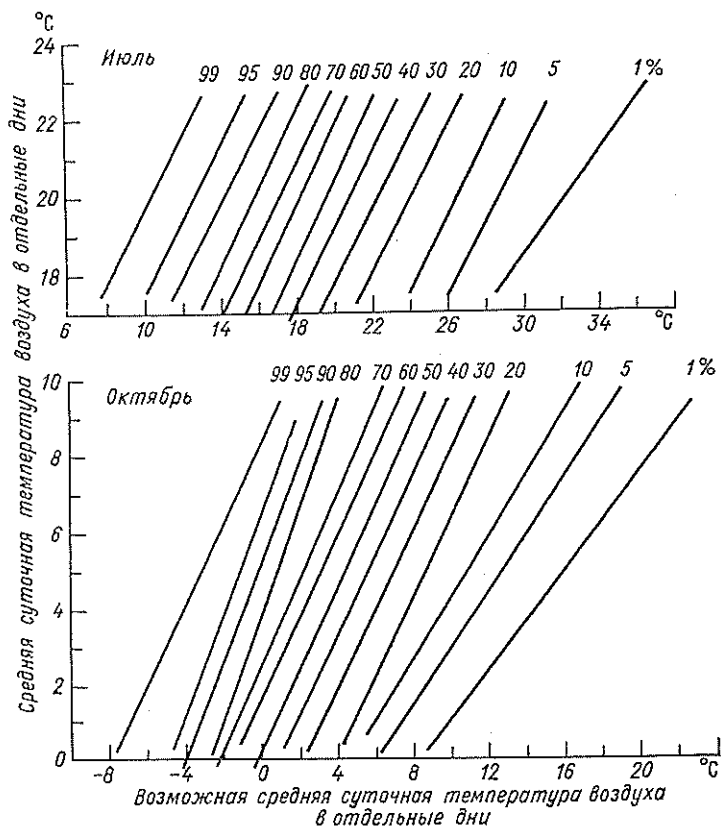


Рис. 19. Номограммы для расчета средней суточной температуры воздуха в отдельные дни различной обеспеченности.

Переход средних суточных температур через 10°C в Пензе отмечается в среднем 1 мая и 23 сентября. Период с температурой выше 5°C считается периодом активной вегетации и является основным в жизни растений. От его продолжительности и обеспеченности теплом и влагой зависит рост и развитие сельскохозяйственных культур, степень их вызревания и урожайности. Продолжительность периода активной вегетации при средней продолжительности 144 дня может колебаться от 115 до 177 дней.

Период со средними суточными температурами более 15°C характеризует наиболее теплую часть лета и в среднем длится

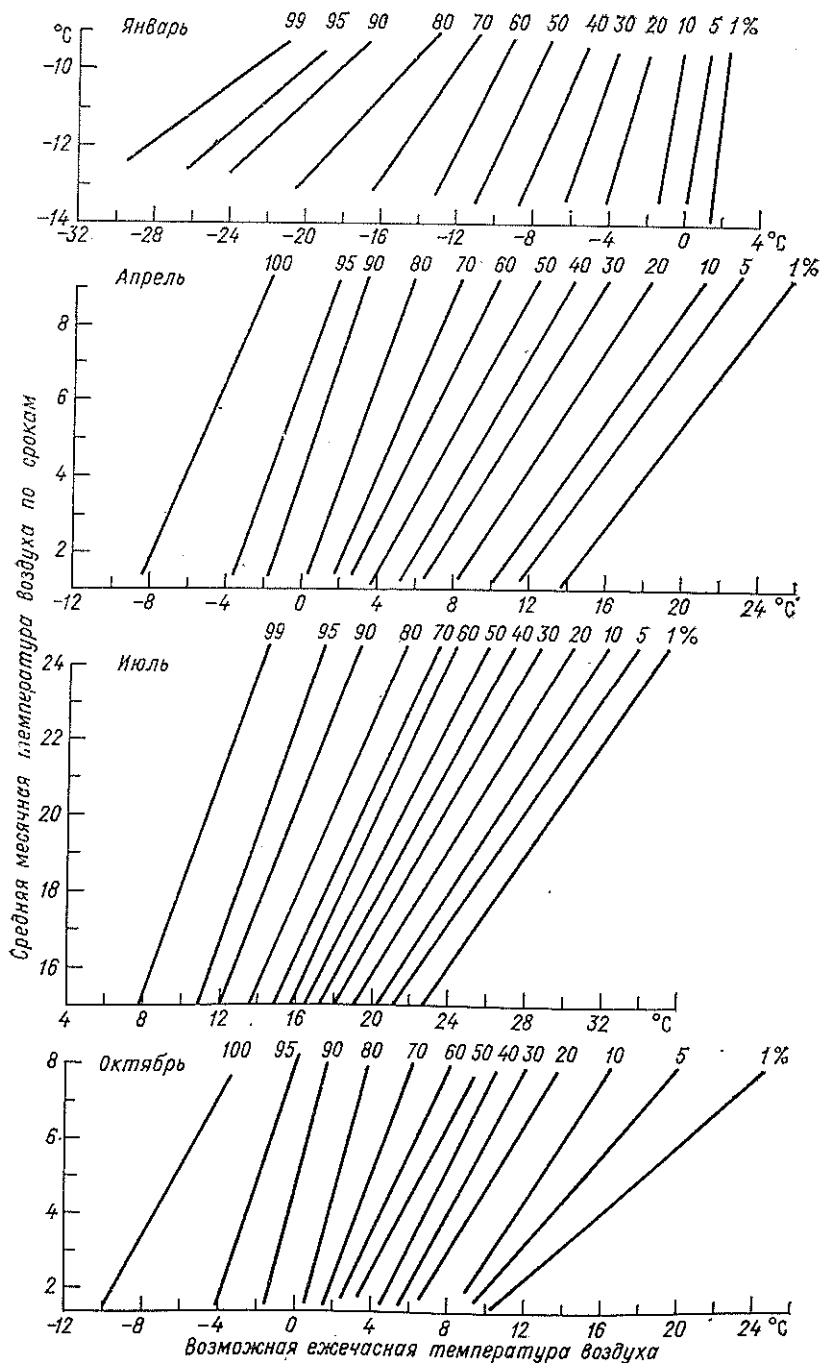


Рис. 20. Номограммы для расчета температуры воздуха по срокам в отдельные дни различной обеспеченности.

в Пензе всего 100 дней (с 24 мая по 2 сентября), год от года он изменяется в пределах 56—141 дня.

Длительность периода активной вегетации в отдельные годы может быть сильно ограничена поздними весенними и ранними осенними заморозками. Заморозок — понижение температуры воздуха или почвы от 0°C и ниже при установившемся режиме положительных средних суточных температур. Средняя дата первого заморозка в Пензе 3 октября, последнего — 3 мая (табл. 34).

Таблица 34

Обеспеченность дат первого и последнего заморозка

Заморозок	Средняя дата	Самая ранняя дата, год	Обеспеченность (%) указанных и более ранних дат					Самая поздняя дата, год
			10	25	50	75	90	
Первый (осеню)	3 X	13 IX 1930	20 IX	26 IX	3 X	10 X	16 X	
Последний (весной)	3 V		17 IV	24 IV	3 V	12 V	19 V	4 VI 1967

В отдельные годы даты первых и последних заморозков значительно отличаются от приведенных средних. Самый ранний заморозок за весь период отмечен 13 сентября 1930 г., а в 1895 и 1935 г. первые заморозки наблюдались только 31 октября. Весенние заморозки в основном прекращаются между последней декадой апреля и первой декадой мая, но в отдельные редкие годы последний заморозок может наблюдаться и в первой декаде июня. До 19 мая весенние заморозки наблюдаются почти ежегодно, позже этой даты они могут быть 1 раз в 10 лет.

Вероятность лет с заморозками различной интенсивности по декадам показана на рис. 21. С вероятностью 5 % (1 раз в 20 лет) весенние заморозки возможны в первой декаде июня. А с вероятностью 15 % (примерно 1 раз в 7 лет) осенние заморозки возможны во второй декаде сентября.

Сроки наступления и прекращения заморозков ежегодно меняются, тем самым изменяется продолжительность безморозного периода. Средняя продолжительность безморозного периода в Пензе 152 дня. Отклонение от средней возможно до 47 дней. Так, в 1967 г. продолжительность безморозного периода была всего 105 дней. Один раз в 20 лет (95 и 5 % вероятность) продолжительность безморозного периода может быть менее 125 и более 179 дней (табл. 35). Безморозный период начинается несколько позднее, чем переход средней суточной температуры через 10°C.

Для характеристики термических ресурсов территории используются суммы температур за период со средними суточными температурами воздуха выше 0, 5, 10 и 15°C, которые получаются

в результате сложения сумм за отдельные месяцы. Средние многолетние значения сумм температур воздуха выше 0, 5, 10, 15 °С приведены в табл. 10 приложения. На практике чаще всего используются суммы температур воздуха за период с температурой выше 10 °С. Они соответствуют вегетационному периоду большинства сельскохозяйственных культур и поэтому особенно удобны для общей оценки термических ресурсов климата. Сумма средних суточных температур выше 10 °С в Пензе составляет в среднем 2400 °С. В отдельные годы могут наблюдаться суммы от 2000 до

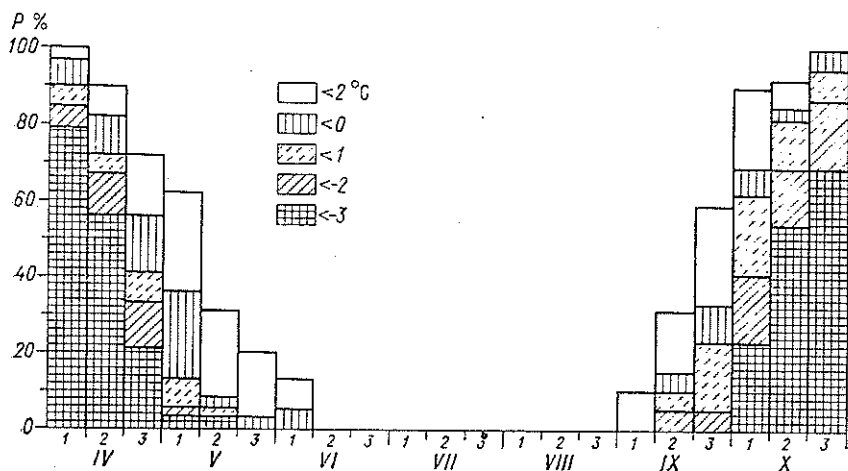


Рис. 21. Вероятность (%) лет с заморозками различной интенсивности по декадам.

2750 °С. Наименьшая сумма обеспечена на 95 % (в остальных 5 % случаев она может быть еще меньше), наибольшая — лишь на 5 %, т. е. она возможна один раз в 20 лет.

Таблица 35

Продолжительность безморозного периода (дни) различной обеспеченности

Средняя	Наименьшая, год	Обеспеченность (%) указанной и большей продолжительности						
		95	90	75	50	25	10	5
152	105 1967	125	131	141	152	163	173	179

4.2. Температура почвы

Температура почвы оказывает существенное влияние на формирование термического режима атмосферы.

Поверхность почвы является тем деятельным слоем, который непосредственно поглощает солнечную радиацию в дневные часы,

преобразуя ее в тепло. Часть этого тепла затрачивается на нагревание приземного слоя воздуха и на испарение воды, содержащейся в верхнем слое почвы и в растениях, остальное тепло передается в нижележащие слои почвы.

Количество тепла, получаемое поверхностью земли, зависит от физических свойств почвы (ее типа, механического состава, влажности и пр.) и характера подстилающей поверхности (оголенная или покрытая растительностью летом и снегом зимой). Оказывают влияние и местные условия: микрорельеф, экспозиция склонов и т. д.

Температура поверхности почвы измеряется на специальном участке: в летний период — взрыхленном и лишенном растительного покрова, зимой — термометры кладут на поверхность снега.

На глубинах температуру почвы измеряют в пределах трехметрового слоя под естественным покровом.

Почва в Пензе на метеоплощадке, где производились наблюдения, каменисто-подзолистая, глубже 0,7—0,8 м — водонепроницаемая глина.

Средняя годовая температура почвы 5°C (табл. 36), ежегодные отклонения средней годовой температуры от многолетней составляют $\pm 2^\circ\text{C}$.

В зимние месяцы температура поверхности почвы отрицательная ($-4 \dots -12^\circ\text{C}$). Наиболее низкие температуры почвы (снега) наблюдаются в январе и феврале (-12°C). Средние минимальные температуры этих месяцев $-17 \dots -18^\circ\text{C}$, абсолютный минимум равен -48°C . Зимой температура поверхности почвы (снега) близка к температуре воздуха, разность составляет менее 1°C (табл. 37). В летний период средняя месячная температура поверхности почвы равна $21\text{—}24^\circ\text{C}$, что превышает температуру

Таблица 36
Температура почвы ($^\circ\text{C}$) на поверхности и на глубине

Месяц	Температура на поверхности почвы					Температура на глубине, м			
	средняя	средний максимум	абсолютный максимум	средний минимум	абсолютный минимум	0,4	0,8	1,6	3,2
I	—12	—8	5	—18	—48	—2,3	0,4	3,4	6,7
II	—12	—5	7	—18	—44	—2,7	—0,4	2,4	5,7
III	—6	2	18	—13	—37	—1,7	—0,4	1,9	5,0
IV	5	17	45	—2	—24	1,4	0,7	1,9	4,5
V	16	32	55	6	—11	9,6	7,0	4,7	4,4
VI	22	40	60	11	—3	15,3	12,5	8,8	5,7
VII	24	42	60	13	3	18,4	15,7	11,7	7,4
VIII	21	38	57	12	1	18,1	16,4	13,3	8,9
IX	12	26	48	6	—6	13,9	14,0	13,0	9,9
X	4	12	31	—0,1	—19	7,5	9,4	10,6	9,9
XI	—4	1	17	—7	—39	2,4	5,0	7,5	9,1
XII	—9	—6	6	—14	—38	—0,7	2,1	5,1	7,9
Год	5	16	60	—2	—48	6,6	6,9	7,0	7,1

Таблица 37

Разности температур поверхности почвы и воздуха (°C)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-0,3	-0,5	-0,6	0,1	2,6	4,7	4,4	2,8	0,4	-0,3	-0,6	-0,1

воздуха на 3—4 °C. Средние максимальные температуры за лето составляют 38—42 °C. Абсолютный максимум температуры поверхности почвы отмечается в июне и июле и равен 60 °C.

В теплый период температура поверхности почвы испытывает более значительные колебания, чем зимой. Наибольший рост температуры почвы наблюдается от марта к апрелю и от апреля к маю; в этот период температура почвы становится выше температуры воздуха в среднем на 3—4 °C.

На распределение температуры почвы по глубине влияет ряд факторов: механический состав почвы и ее теплофизические характеристики, степень увлажнения почвы, растительный и снежный покров, форма рельефа, экспозиция склонов, уровень залегания грунтовых и поверхностных вод, близость водоемов, рек, оросительных и дренажных систем, высота местности над уровнем моря и пр.

Кроме того, существует четкая сезонная зависимость распределения температуры почвы по глубине. В зимние месяцы температура почвы с глубиной растет. На глубине 80 см средняя месячная температура отрицательна лишь в феврале и марте. На глубине 160 см за весь рассматриваемый период даже минимальная температура была положительной (1,1 °C в марте 1947 г).

В летние месяцы температура почвы с глубиной понижается. Проникновение тепла в глубь почвы происходит постепенно, поэтому наступление максимумов и минимумов с увеличением глубины сдвигается во времени (рис. 22). На глубине 3,2 м максимальные температуры отмечаются в сентябре—октябре, а минимальные — в апреле—мае, тогда как на поверхности, совпадая с ходом температуры воздуха, они падают соответственно на июль и январь—февраль.

С глубиной затухает амплитуда колебания температуры почвы. Разность между самым высоким и самым низким значением температуры почвы на глубине 40 см составляет 21,1 °C, а на глубине 3,2 м — всего 5,5 °C. Средняя месячная температура почвы (на поверхности и на глубинах) различной обеспеченности указана в табл. 11 приложения.

Важное практическое значение имеют сведения о глубине проникновения температуры 0 °C в почву, глубине промерзания почвы и заморозках на поверхности почвы.

В среднем глубина проникновения температуры 0 °C в почву колеблется от 61 см в декабре до 103 см в марте (рис. 23). Мак-

симум был отмечен в марте 1933 г. (174 см). Глубина проникновения температуры 0°C в почву обычно превышает глубину промерзания почвы. Это объясняется тем, что вода, содержащаяся в почве, в большинстве случаев замерзает при температуре ниже

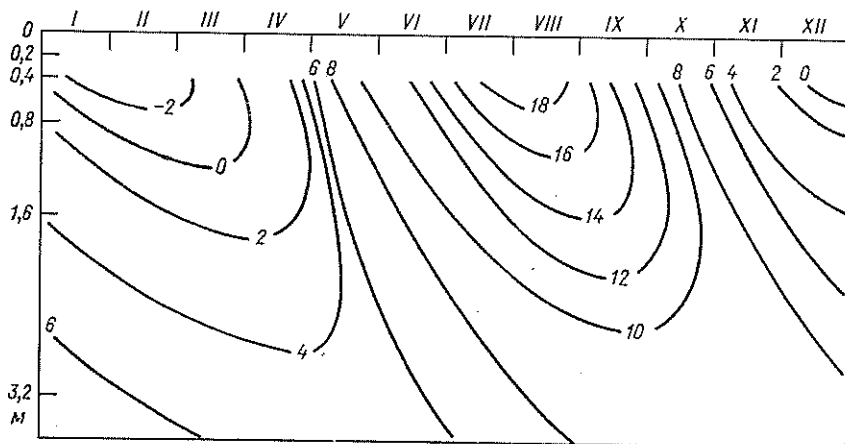


Рис. 22. Изоплеты температуры почвы.

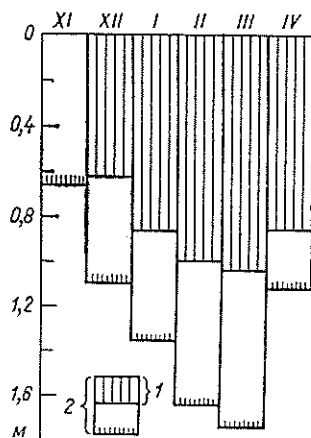


Рис. 23. Средняя (1) и наибольшая (2) глубина проникновения температуры 0°C в почву под естественным покровом.

0°C ($-0,5... -1,5^{\circ}\text{C}$) в зависимости от концентрации солей в почвенной влаге и размеров почвенных капилляров.

Средняя глубина промерзания почвы к концу декабря составляет 28 см, наибольшая глубина промерзания (50 см) отмечается в марте. В 1969 г. был зафиксирован максимум 96 см (табл. 38).

Существенно изменяется глубина промерзания почвы в зависимости от высоты снежного покрова. Так, в Пензе в малоснежную зиму 1971-72 г., когда максимальная высота снега была всего 22 см, почва промерзла на 70 см, а в зиму 1967-68 г. при максимальной высоте снежного покрова 94 см почва промерзла только на 21 см (рис. 24).

Охлаждение воздуха в значительной степени происходит от подстилающей поверхности, поэтому заморозки на почве наблюдаются чаще и интенсивнее, чем заморозки в воздухе.

В среднем последние заморозки на почве заканчиваются 16 мая, через две недели после окончания заморозков в воздухе. Продолжительность безморозного периода на поверхности почвы

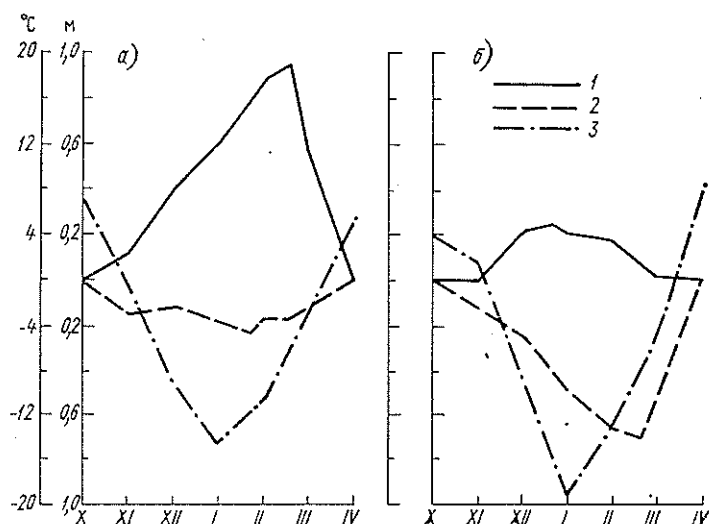


Рис. 24. Глубина промерзания почвы в многоснежную (а) и малоснежную (б) зимы.

1 — высота снежного покрова, 2 — глубина промерзания почвы под естественным покровом, 3 — средняя месячная температура воздуха.

меньше, чем в воздухе (132 дня по сравнению с 152 днями в воздухе). В 1963 г. безморозный период на поверхности почвы продолжался всего 101 день.

Последние заморозки на поверхности почвы в первой половине мая отмечаются в 41 % случаев, во второй половине мая — в 35 % случаев, и в 10 % случаев они могут наблюдаться в первую половину июня. Самый поздний заморозок за многолетний период был отмечен 11 июня 1963 г.

Таблица 38

Глубина промерзания почвы (см) по мерзлотомеру

XI	XII	I	II	III	Из максимальных за зиму		
					средняя	наименьшая	наибольшая
15	28	39	44	50	49	21 1968	96 1969

Таблица 39

Даты первого и последнего заморозка на поверхности почвы
и продолжительность безморозного периода (дни)

Дата первого заморозка				
средняя	самая ранняя	год	самая поздняя	год
26 IX	8 IX	1956	20 X	1952
Дата последнего заморозка				
средняя	самая ранняя	год	самая поздняя	год
16 V	28 IV	1957	11 VI	1963
Продолжительность безморозного периода (дни)				
средняя	наибольшая	год	наименьшая	год
132	162	1952	101	1963

Средняя дата первых заморозков на поверхности почвы в Пензе 26 сентября — на 7 дней раньше, чем в воздухе (табл. 39). С глубиной заморозки позже начинаются и раньше кончаются. Так, на глубине 40 см в обычные годы заморозки прекращаются в среднем в середине апреля, и до декабря температура почвы держится выше 0°C , т. е. продолжительность безморозного периода составляет 242 дня.

При строительстве и проектировании различных подземных сооружений необходимо знать вероятность, с какой может встречаться температура -1°C на разных глубинах, так как большая часть грунтов замерзает при температурах ниже 0°C , особенно если почвы недостаточно влажные. Из данных табл. 40 видно, что температура почвы -1°C чаще всего отмечается в феврале, достаточно часто в январе и марте, глубины 160 см она не достигает.

Таблица 40

Обеспеченность (%) температуры почвы -1°C на различных глубинах

Глубина, см	XI	XII	I	II	III
40	0	38	71	84	72
80	0	0	8	26	20
160	0	0	0	0	0

5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ

5.1. Влажность воздуха

Влажность воздуха характеризуется содержанием водяного пара в воздухе. Водяной пар является неустойчивой составной частью воздуха и его содержание сильно меняется в зависимости от времени года, циркуляционных особенностей атмосферы, состояния поверхности почвы и даже от времени суток. От содержания водяного пара в воздухе зависит режим испарения с поверхности суши и морей. Переход водяного пара в жидкую и твердую фазу в атмосфере приводит к образованию туманов, облаков и осадков.

Влажность воздуха количественно выражается следующими характеристиками: парциальным давлением, относительной влажностью и дефицитом насыщения.

Парциальное давление, содержащегося в воздухе водяного пара, является частью общего атмосферного давления и выражается в гектопаскалях (гПа).

Относительная влажность представляет собой отношение (в процентах) фактического парциального давления водяного пара в атмосфере к максимально возможному при данной температуре.

Дефицит насыщения — это разность между давлением насыщенного водяного пара и фактическим парциальным давлением при данной температуре, выражается в гектопаскалях (гПа).

Годовой ход парциального давления водяного пара совпадает с годовым ходом температуры воздуха (рис. 25). С ростом температуры увеличивается влагосодержание воздуха за счет испарения и, следовательно, увеличивается давление водяного пара. Среднее годовое парциальное давление в Пензе 7,4 гПа. В июле отмечается максимум (15 гПа), в январе и феврале — минимум (2,4—2,5 гПа); годовая амплитуда парциального давления 12,4 гПа (табл. 41). Наименьшее парциальное давление водяного пара зафиксировано в феврале 1954 и 1956 гг. (1 гПа), наибольшее — в июле 1954 г. (16,7 гПа).

Суточный ход парциального давления водяного пара в зимние месяцы выражен слабо (табл. 12 приложения). В декабре—феврале днем (13 ч) парциальное давление на 0,2 гПа больше, чем утром (7 ч) (летом в те же сроки оно возрастает на 0,4—0,6 гПа).

Из всех характеристик влажности воздуха относительная влажность, характеризующая степень насыщения воздуха водяным паром, представляет наибольший практический интерес. Ход относительной влажности противоположен ходу температуры воздуха (см. рис. 25). Это объясняется тем, что давление насыщенного водяного пара увеличивается с повышением температуры воздуха быстрее, чем возрастает поступление водяного пара в атмосферу вследствие повышения интенсивности испарения.

Средняя годовая относительная влажность в Пензе 74 %. Максимум в годовом ходе относительной влажности (87 %) наблюдается в декабре, минимум (59 %) — в мае.

Диапазон колебаний средних месячных значений относительной влажности небольшой. В сентябре колебания составляют

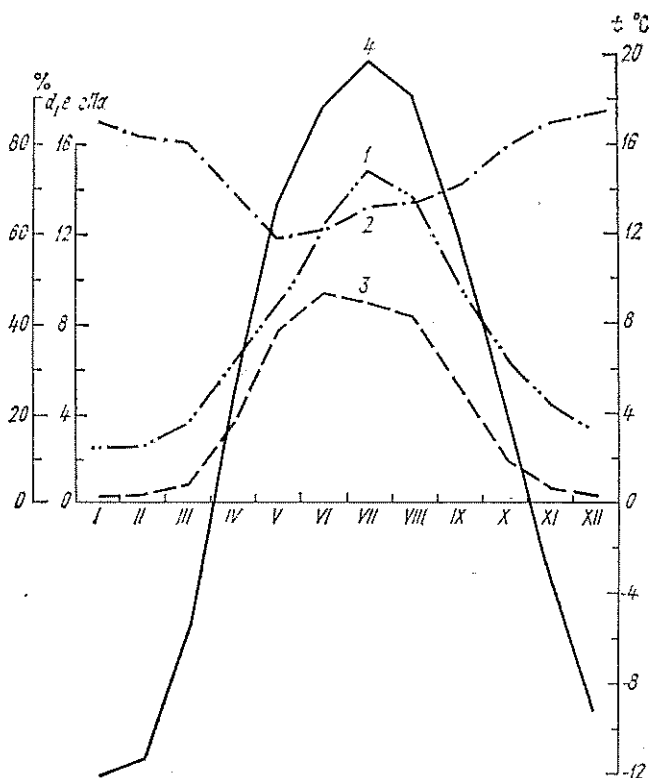


Рис. 25. Годовой ход характеристик влажности и температуры воздуха.

1 — парциальное давление водяного пара (e), 2 — относительная влажность (%), 3 — дефицит насыщения (d), 4 — температура воздуха (t).

35 % (максимум) в ноябре 15 % (минимум). Наименьшая средняя месячная относительная влажность (44 %) наблюдалась в мае 1940, 1957 гг., наибольшая (94 %) — в декабре 1960 г. (см. табл. 41).

Суточный ход относительной влажности в летние месяцы выражен значительно: амплитуда составляет 23—26 % (рис. 26 и табл. 12 приложения).

Наибольший интерес представляет относительная влажность в 13 ч, когда ее значения близки к минимуму, так как в эти часы происходит самое интенсивное испарение. Максимум отмечается в сроки 1 ч и 7 ч.

Таблица 41

Средние месячные и годовые характеристики влажности воздуха

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Относительная влажность, %													
Средняя	85	82	81	70	59	61	66	67	71	79	85	87	74
Наибольшая	92	90	88	80	72	74	76	80	81	87	92	94	79
Год или число лет	1936	1955	1938	1941	1941	1958	1969	1945	1959	3	1938, 1944	1960	1941
Наименьшая	75	68	72	55	44	46	46	51	46	67	77	74	69
Год	1969	1969	1954	1937	1940, 1957	1951	1938	1938	1938	1943	1937	1966	1951
Парциальное давление водяного пара, гПа													
Среднее	2,4	2,5	3,6	6,2	8,9	12,4	14,8	13,7	9,8	6,7	4,5	3,2	7,4
Наибольшее	3,9	4,1	4,8	7,9	11,3	14,4	16,7	15,5	11,6	8,4	6,2	5,0	7,9
Год	1944	1957	1937, 1966	1951	1962	1954	1954	1946	1937	1938, 1955	1938	1960	1962
Наименьшее	1,3	1,0	2,3	4,9	5,8	10,2	12,7	11,5	6,9	5,5	3,2	1,8	6,8
Год или число лет	3	1954, 1956	1952	1945	1940	1951	1950	1939	1939	1949	1953, 1956	1966	1939
Дефицит насыщения, гПа													
Средний	0,3	0,4	0,8	3,4	7,6	9,4	9,0	8,3	5,2	2,0	0,7	0,4	4,0
Наибольший	0,5	0,7	1,3	7,4	14,4	14,8	17,2	14,2	12,4	4,0	1,3	0,6	5,7
Год	1966	1952, 1969	1951	1950	1957	1946	1939	1938	1938	1937	1967	1950	1938
Наименьший	0,2	0,3	0,6	1,7	3,4	5,5	5,4	4,6	2,6	0,8	0,4	0,2	2,7
Год или число лет	6	3	6	1941	1941	1958	1956	1941, 1945	1956, 1959	1959	1944, 1956	1938	1941

Для решения многих практических задач важно иметь сведения о числе дней с высокой и низкой относительной влажностью. День считается влажным, если в 13 ч относительная влажность была 80 % и более. В Пензе в среднем 121 влажный день в году. Чаще они наблюдаются в осенне-зимний период (рис. 27, табл. 12 приложения). Наибольшее число влажных дней (143) отмечалось в 1977 г., наименьшее (96) — в 1963 г.

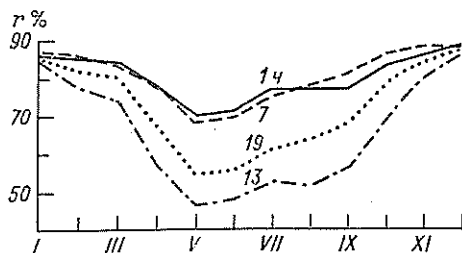


Рис. 26. Годовой ход относительной влажности воздуха (%) в 1, 7, 13 и 19 ч.

Сухим днем считают день, когда в любой из сроков наблюдений относительная влажность не превышает 30 %. Таких дней в Пензе в среднем за год 23. Наиболее богат сухими днями май (8). В декабре и январе их вообще не наблюдается (рис. 27, табл. 12 приложения). Максимум сухих дней (98) отмечался в 1972 г., из них по 23 дня в мае и июле, 31 день в августе.

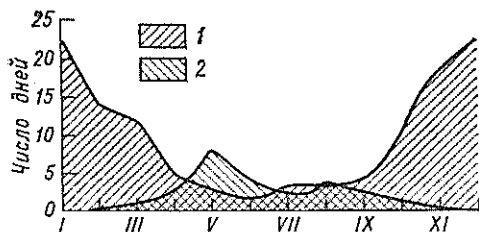


Рис. 27. Среднее число дней с относительной влажностью воздуха 80 % и более (1) и 30 % и менее (2).

Наименьшие значения относительной влажности отмечены в апреле и мае (6—7 %). Такая влажность наблюдается в 13 ч в среднем один раз за 10 лет (табл. 13 приложения).

Дефицит насыщения (недостаток насыщения воздуха водяным паром) зависит от температуры воздуха и имеет годовой ход обратный годовому ходу относительной влажности (см. рис. 25). Средний годовой дефицит влажности в Пензе 4,0 гПа. В отдельные годы он может значительно отличаться от среднего многолетнего (см. табл. 41). Наибольшие колебания отмечаются в теплый период года, в июле они достигают 11,8 гПа. Максимальные средние месячные значения дефицита влажности отмечаются в июне и июле (9,0—9,4 гПа), минимальные — в декабре—феврале (0,3—0,4 гПа). Наибольший средний месячный дефицит влажности (17,2 гПа) наблюдался в июле 1939 г., наименьший (0,2 гПа) — в декабре 1938 г. и неоднократно в январе.

Суточный ход дефицита влажности хорошо выражен летом с максимумом в 13 ч и минимумом в 1 ч. Суточная амплитуда достигает 7—10 гПа (табл. 12 приложения).

5.2. Атмосферные осадки

Под атмосферными осадками понимают «воду в жидком или твердом состоянии, выпадающую из облаков или осаждающуюся из воздуха на поверхность земли и на предметы» [42].

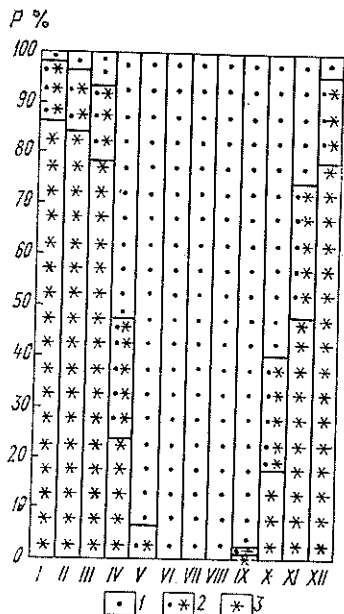


Рис. 28. Относительное количество (%) жидких (1), смешанных (2) и твердых (3) осадков. Год.

По агрегатному состоянию различают жидкие, твердые и смешанные осадки. Жидкие осадки (обложной дождь, ливневый дождь, морось) отмечаются преимущественно в теплый период года (с апреля по октябрь) и составляют в Пензе в среднем 59 % общего количества осадков в году. Твердые осадки (снег, снежная крупа, ледяная крупа, снежные зерна и др.) выпадают в основном в холодный период (с ноября по март) и составляют 31 %. В переходные сезоны наблюдаются все виды осадков, в том числе смешанные (снег с дождем, мокрый снег), на которые приходится 10 % годовой суммы осадков. Соотношение различных видов осадков по месяцам показано на рис. 28.

Количество осадков измеряется высотой слоя выпавшей воды (в миллиметрах), который образовался бы на горизонтальной поверхности, если бы выпавшие осадки не стекали, не испарялись и не просачивались в глубь. Количество осадков, равное 1 мм, соответствует 1 л воды на каждый квадратный метр поверхности.

Измеряют количество осадков осадкомером с защитной системой Третьякова. В летний период количество жидких осадков, их интенсивность и время выпадения регистрируются самописцем-плювиографом. Осадкомер не является точным прибором для измерения осадков. Для уточнения количества выпавших осадков необходимо вводить поправки на смачивание осадкомерного ведра, а для воднобалансовых расчетов — дополнительно на ветровой недоучет и испарение.

Пенза относится к зоне умеренного увлажнения. Годовое количество осадков (без учета на смачивание осадкомерного ведра) в среднем равно 560 мм в возвышенной части города и около 470 мм — в пониженной. С учетом потерь осадков на смачивание годовые суммы осадков соответственно увеличиваются до 605 мм и 510 мм (табл. 42). Следовательно, 35—45 мм осадков в год тра-

Таблица 42
Среднее количество осадков (мм)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI-III	IV-X	Год
Без введения поправок															
Пенза, город	41	35	36	30	49	58	62	56	50	50	46	47	205	355	560
Пенза, ж. д. и гмс	33	29	30	28	43	47	56	47	43	42	38	38	168	306	474
С учетом поправок на смачивание															
Пенза, город	41	37	39	34	53	62	66	60	54	55	50	51	221	384	605
Пенза, ж. д. и гмс	36	31	33	31	46	50	59	50	46	46	41	41	182	328	510

тится на смачивание осадкомерного ведра. От года к году суммы осадков изменяются в широком диапазоне. Так, в 1916 г. в Пензе выпало 781 мм, а в 1911 г. — только 344 мм (табл. 14 приложения). С увеличением количества осадков возрастает общая амплитуда их колебаний. Разница годовых сумм достигает 390—430 мм.

В течение года осадки распределяются неравномерно (рис. 29). Наибольшее их количество выпадает в теплый период, максимум в среднем отмечается в июле (66 мм), минимум — в апреле (34 мм).

За многолетний период в 50 % лет годовой максимум осадков отмечается летом (июнь—август), в 33 % — осенью (сентябрь—ноябрь), в 15 % — зимой (декабрь—март) и в 2 % — в мае; в апреле максимум не наблюдался.

Годовой минимум осадков преобладает в марте — 16 % и апреле — 15 % (табл. 43).

Диапазон колебаний месячных сумм осадков находится в пределах 177 см. В одни годы месячные суммы осадков превышают норму более чем в три раза, в другие — близки к нулю. Например, в июле 1916 г. выпало 188 мм осадков, а в июле 1914 г. — только 11 мм; в феврале 1955 г. 132 мм, а в 1916, 1969 гг. 5 мм (табл. 14 приложения).

В каких пределах могут отклоняться месячные суммы осадков от средней многолетней нормы видно из табл. 15 приложения.

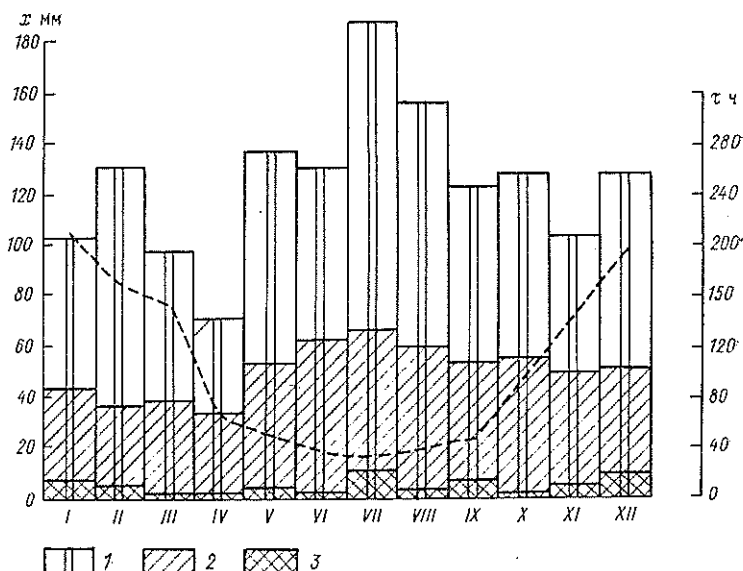


Рис. 29. Наибольшая (1), средняя (2), наименьшая (3) суммы осадков (мм) и их продолжительность.

Наибольшие отклонения отмечаются в сторону увеличения осадков и в отдельные месяцы могут достигать 80—125 мм.

В связи с тем, что изменчивость количества осадков от года к году очень велика, важно знать не только средние суммы осадков, но и суммы осадков различной обеспеченности. Из табл. 14 приложения видно, что в ноябре 1963 г. выпало 104 мм, такое количество осадков и более наблюдается один раз в 50 лет (2-процентная обеспеченность). Один раз в 10 лет наибольшая сумма осадков за год может достигать 720 мм и более, наименьшая 427 мм и менее.

Таблица 43

Повторяемость (%) годового максимума и минимума осадков по месяцам												
Месяц . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Максимум	5	2	3	0	2	20	18	12	8	17	8	5
Минимум	4	8	16	15	11	4	2	11	6	12	8	3

В засушливые годы месячное количество осадков не превышает 10 мм, такие случаи могут повторяться один раз в 20 лет и реже. В табл. 16 приложения показано, из каких сумм и какой вероятности складываются средние месячные количества осадков. Так, в апреле при норме осадков 32 мм (без поправок) 1 раз в 5 лет (5-процентная обеспеченность) месячные суммы осадков составляют 71 мм и более, или 5 мм и менее (95-процентная обеспеченность).

Важно знать не только общее количество осадков, но и как часто выпадают осадки того или иного значения. Для характеристики повторяемости осадков применяется число дней с различным количеством осадков (табл. 17 приложения). За день с осад-

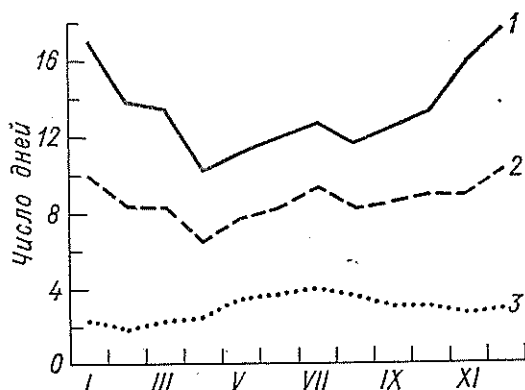


Рис. 30. Число дней с различным количеством осадков (мм).

1) 0,1 и более, 2) 1,0 и более, 3) 5,0 и более.

ками принято считать сутки, в течение которых выпадает 0,1 мм и более осадков. В Пензе в среднем за год наблюдается 161 день с осадками 0,1 мм и более. Если рассматривать число дней с осадками по грациям (с учетом их количества), то видно, что в среднем максимальное число дней с осадками 1,0 мм и более отмечается в декабре и январе, минимальное — приходится на апрель (рис. 30), а число дней с осадками 5,0 мм и более имеет максимум в июле и минимум в январе—феврале. Это объясняется тем, что в зимние месяцы преимущественно выпадают обложные осадки, приносящие мало влаги, а в летние месяцы — осадки ливневого характера, более обильные. В среднем в день с осадками выпадает следующее количество осадков (мм):

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
3,3	3,3	3,6	3,7	5,1	5,0	5,4	5,1	4,5	4,3	3,6	3,7

В отдельные годы за сутки может выпадать осадков больше месячной нормы. Наибольшее количество осадков, выпавшее в течение метеорологических суток, представляет собой суточный максимум (наблюденный максимум). В зимние месяцы суточные максимумы осадков в среднем не превышают 9—10 мм. В остальное

время года эти значения увеличиваются до 13—18 мм, а в июле превышают 20 мм.

Суточный максимум осадков в разные годы неодинаков. Например, в июле при среднем максимуме 21 мм один раз в 20 лет может выпасть 48 мм осадков и более (табл. 18 приложения). Наибольший суточный максимум (100 мм) был отмечен 4 июля 1948 г.

Осадки, дающие за сутки 30 мм и более, относятся к обильным. Они выпадают в основном в теплую половину года. Среднее количество обильных осадков за период апрель—сентябрь составляет 42 мм (табл. 44). Максимум обильных осадков

Таблица 44

Характеристики количества (мм) обильных осадков за апрель—сентябрь

x _{наб} мм	Год	$\bar{x}$	σ	Обеспеченность, %											
				5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	
100,2	1948	42	13,0	67	54	46	42	40	38	36	35	33	31	30	

(100,2 мм) был отмечен в 1948 г. В Пензе осадки с суточным слоем 30 мм имеют обеспеченность 95 %. На 5 % обеспечены обильные осадки с суточным количеством 67 мм.

В тех случаях, когда количество осадков за 12 ч и менее составляет 50 мм и более, осадки относят к особо опасным явлениям [33]. Такие случаи наблюдались в Пензе 20—21 июля 1941 г., когда за 9 ч образовался слой воды 75,2 мм и 4 июля 1948 г., когда за полсуток выпало 97 мм осадков. Осадки большой интенсивности также часто причиняют ущерб многим отраслям народного хозяйства.

По классификации Э. Ю. Берга дожди интенсивностью не менее 0,38 мм/мин в течение 10 мин считаются ливнями. Повторяемость различной интенсивности ливней за 10-минутный интервал распределяется следующим образом:

i мм/мин	0,38—0,50	0,51—1,00	1,01—2,00	2,01—3,00
P %	23	49	18	7
i мм/мин	3,01—4,00	4,01—5,00	5,01—6,00	
P %	—	2	1	

Примечание. За весь период наблюдений интенсивность 3,01—4,00 мм/мин не отмечалась.

Наибольшую повторяемость имеют ливни интенсивностью 0,51—1,00 мм/мин, повторяемость ливней интенсивностью 4,0—6,0 мм/мин наименьшая.

С увеличением продолжительности осадков интенсивность их уменьшается (табл. 45).

Таблица 45

Максимальная интенсивность осадков (мм/мин) для различных интервалов времени. Год

Минуты				Часы			
5	10	20	40	1	12	24	48
2,0	2,0	1,1	0,6	0,6	0,09	(0,05)	(0,03)
27 VII	24 VIII	24 VIII	14 VI	21 VII	21 VII	30—31 V	30—31 V
1943	1977	1977	1977	1941	1941	1943	1943

Так, дожди с интенсивностью 2,0 мм/мин идут 5—10 мин. Продолжительность осадков небольшой интенсивности (0,03 мм/мин) увеличивается до 48 ч.

Наиболее опасными являются ливневые дожди большой интенсивности, выпадающие с небольшими перерывами неоднократно и дающие много осадков. Ниже приведены характеристики за апрель—сентябрь средней интенсивности i (мм/мин) дождей, при которых суммы осадков составляли 10 мм и более:

$i_{\text{наиб}}$	Дата	$\bar{i}$	σ	Обеспеченность, %		
				5	50	95
0,56	24 VIII 1977	0,08	0,08	0,26	0,04	0,02

Средняя интенсивность таких дождей составляет 0,08 мм/мин. Наибольшая интенсивность 0,56 мм/мин отмечена 24 августа 1977 г. Средняя месячная интенсивность осадков (с учетом всех видов) изменяется в широких пределах (табл. 46). Наименьшая средняя интенсивность осадков отмечается зимой в январе—феврале (0,005 мм/мин), наибольшая — в июле (0,03 мм/мин) за счет

Таблица 46

Средняя интенсивность осадков

Месяц	Интенсивность		Месяц	Интенсивность	
	мм/мин	мм/ч		мм/мин	мм/ч
I	0,005	0,3	VII	0,033	2,0
II	0,005	0,3	VIII	0,025	1,5
III	0,007	0,4	IX	0,018	1,1
IV	0,010	0,6	X	0,010	0,6
V	0,020	1,2	XI	0,007	0,4
VI	0,025	1,5	XII	0,007	0,4

ливневых осадков. Максимальная интенсивность осадков за 10-минутный интервал, за интервалы времени от 5 мин до 1 ч и средняя интенсивность ливней получены по данным самописца дождя (плювиографа). Для определения максимальной интенсивности осадков за интервалы времени, равные 12, 24 и 48 ч, и средней интенсивности за каждый месяц использованы данные наблюдений по осадкомеру.

Продолжительность осадков в Пензе в среднем за год составляет 1248 ч. Максимальная продолжительность 1775 ч наблюдалась в 1941 г.

Наибольшая средняя продолжительность осадков приходится на холодный период года (табл. 47) и наблюдается в январе.

Таблица 47
Продолжительность осадков (ч)

Продолжительность	I	II	III	IV	V	VI	VII
Средняя	211	169	154	66	54	38	36
Наибольшая	379	276	276	144	122	103	65
Год	1944	1948	1941	1938	1941	1944	1956

Продолжительность	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя	40	47	95	145	193	1248
Наибольшая	84	102	184	365	324	1775
Год	1950	1941	1947	1956	1956	1941

(211 ч). С наступлением весны продолжительность осадков начинает уменьшаться. В апреле число часов с осадками по сравнению с январем сокращается втрое. Летом чаще бывают интенсивные, но кратковременные ливни. Если в январе месячная норма осадков (41 мм) выпадает в среднем за 211 ч, то осадки в июле (62 мм) выпадают всего за 36 ч. Средняя продолжительность осадков в день с осадками составляет (ч):

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
10,4	10,6	9,6	6,0	4,4	3,4	2,7	3,4	4,2	6,6	9,4	10,2

Летние дожди имеют среднюю продолжительность 3—4 ч, продолжительность выпадения снега в день со снегом составляет 9—10 ч.

В течение года в Пензе наблюдаются периоды с частыми дождями и без дождей. Дождливым считается период, в течение которого осадки выпадают ежедневно или с перерывами не более

Таблица 48

Среднее число сухих (числитель) и дождливых (знаменатель) периодов
в теплое время года

Месяц	Продолжительность периода, дни						
	2—5	6—10	11—15	16—20	21—25	26—30	>30
IV	$\frac{2,0}{1,1}$	$\frac{0,8}{0,2}$	0,4	0,1	0,1	0,02	0,02
V	$\frac{2,3}{1,8}$	$\frac{0,6}{0,2}$	0,4	0,1		0,04	0,04
VI	$\frac{2,0}{1,8}$	$\frac{0,9}{0,3}$	0,4	0,1		0,02	
VII	$\frac{2,4}{1,9}$	$\frac{0,9}{0,3}$	0,3	0,1	0,1		0,02
VIII	$\frac{1,9}{1,6}$	$\frac{0,8}{0,3}$	0,4	0,2	0,1		0,02
IX	$\frac{1,8}{1,3}$	$\frac{1,0}{0,3}$	0,2	0,1	$\frac{0,1}{0,02}$	0,04	0,1
X	$\frac{2,3}{1,8}$	$\frac{1,0}{0,4}$	$\frac{0,2}{0,06}$	0,2			

1 дня, а их суточная норма не менее 1 мм. В табл. 48 представлено среднее число сухих и дождливых периодов в теплое время года. Из таблицы видно, что в Пензе преобладают дождливые периоды продолжительностью от 2 до 5 дней. В среднем каждый теплый месяц имеет 1—2 таких периода, а за весь теплый сезон 11. Дождливые периоды продолжительностью более 10 дней наблюдаются нечасто, в среднем раз в 10—12 лет. В сентябре 1946 г. отмечался дождливый период продолжительностью 21 день, что бывает совсем редко, в среднем раз в 50 лет.

Сухие периоды наблюдаются в теплое время года чаще дождливых и большей продолжительности. Сухим считается период, в течение которого все дни были без осадков или с осадками менее 1 мм. Во все месяцы теплого сезона сухой период может длиться 16—20 дней, такая продолжительность отмечается в среднем 1 раз в 10 лет. Продолжительность сухих периодов более 20 дней встречается редко, в среднем раз в 8—12 лет, в июне еще реже — раз в 50 лет, а в сентябре, наоборот, чаще — раз в 4 года. Наиболее продолжительный сухой период (56 дней) наблюдался в августе—октябре 1974 г.

Сухие периоды продолжительностью 10 дней и более называют бездождными [27]. В Пензе средняя продолжительность бездождного периода 16 дней. Средняя повторяемость таких перио-

дов 4 раза в год (табл. 49). В отдельные годы число бездождных периодов может увеличиваться до 7—10 (1946, 1951, 1975 гг.). Наиболее часто наблюдаются бездождные периоды продолжитель-

Таблица 49

Повторяемость (%) бездождных периодов различной продолжительности (дни)

Средняя продолжительность, дни	Продолжительность, дни					Наибольшая продолжительность, дни	Дата
	10—20	21—30	31—40	41—50	51—60		
16	86,2	9,5	2,4	1,4	0,5	56	22 VIII—16 X 1974 г.

ностью 10—20 дней (86 % случаев). С увеличением продолжительности таких периодов уменьшается их повторяемость. Например, бездождные периоды продолжительностью 21—30 дней наблюдаются в среднем в 10 % случаев, а 31—40 дней — в 2 % случаев. Наибольшая продолжительность отмечалась осенью в 1938 и 1974 гг. (49 и 56 дней соответственно). Число бездождных дней за теплый период значительно колеблется относительно средней многолетней (табл. 50). При средней многолетней суммарной продолжительности ($\bar{\tau}$) бездождных периодов, равной 67 дням, ее изменчивость (σ) составляет 27,2 дня. Наибольшую повторяемость (66 %) имеют отклонения от нормы менее 20 дней, но в отдельные годы отклонения могут достигать 50 и более дней (8 %).

Таблица 50

Характеристики суммарной продолжительности τ (дни) бездождных периодов за теплый период и повторяемость (%) отклонений от средней по грациям

$\tau_{\text{наиб}}$	Год	$\bar{\tau}$	σ	$\tau_{\text{наим}}$	Год	Отклонение ($\pm$) от среднего многолетнего, дни					
						0—9	10—19	20—29	30—39	40—49	≥ 50
133	1975	67	27,2	13	1954	35	31	10	6	10	8

Представляет интерес распределение максимальных температур и относительной влажности воздуха в периоды бездождья (табл. 51). Сравнительно часто максимальная температура бывает выше 25 °C (23 %). Температура выше 30 °C наблюдается с мая по сентябрь, повторяемость ее в июле и августе составляет 16 и 14 % соответственно, а в целом за период 5 %.

Как правило, длительные бездождные периоды характеризуются пониженными значениями относительной влажности. Дни с относительной влажностью ниже 30 % наблюдаются во все ме-

Таблица 51

Повторяемость (%) максимальной температуры и относительной влажности воздуха $\leq 30\%$ в 13 ч в периоды бездождя

Градации	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV—X
Температура воздуха, °C								
<10	45	4	0,2			10	50	16
10—19	44	36	20	9	18	48	44	32
20—25	10	38	41	34	38	32	6	29
26—30	1	21	32	41	30	10		18
>30		1	7	16	14	0,2		5
Относительная влажность, %								
<10	0,2				0,2			0,06
10—20	3	12	2	2	4	4	1	4
21—30	11	35	22	14	15	13	4	16

сяцы теплого периода. Особенно часты они в мае—июне, их повторяемость составляет 22—35 %. Дни с относительной влажностью 20 % и менее также отмечаются во все месяцы теплого периода, но наибольшая их повторяемость — в мае (12 %). Дни с относительной влажностью менее 10 % наблюдаются очень редко, в среднем за теплый период три раза в 50 лет.

Преобладающее направление ветра при бездождных периодах северное (26 %) и южное (21 %), значительно реже — восточное и западное (13—14 %). Скорость ветра обычно 5 м/с и менее (66 %), лишь в 7 % случаев наблюдается ветер скоростью 10 м/с и более.

Роса и иней являются осадками, конденсирующимися непосредственно из воздуха. Росой называют мельчайшие капли воды, осаждающиеся на поверхности земли и наземных предметах, охлаждающихся вследствие ночного излучения. Росообразование происходит главным образом в ночное время, когда температура предметов опускается ниже точки росы. Наибольшее количество росы образуется в местах с наибольшей влажностью воздуха. Начало росообразования наблюдается в апреле. Прекращается в ноябре при температуре 4—6 °C [14]. Среднее месячное число дней с росой в годовом ходе распределяется следующим образом:

IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Год
2	9	11	12	13	10	3	0,2	60

В отдельные годы число дней с росой значительно отличается от средних значений. Так, в 1974 г. было 109 дней, а в 1925 г. всего 5 дней с росой.

Более наглядно распределение числа дней с росой прослеживается на фоне продолжительности (ч) периода росообразования:

IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Год
33	112	110	108	139	110	26	638

От продолжительности сохранения росы зависит транспирация растений, скорость старения технических изделий, металлов и пластмасс. Самые продолжительные росы бывают в августе (139 ч). Этому способствует увеличение длины ночи и повышение влагосодержания воздуха в ночные часы.

Иней отличается от росы тем, что имеет кристаллическое строение и образуется при температуре воздуха ниже 0°C. Иней наблюдается в период с сентября по май, очень редко отмечается в июне. Среднее число дней с инеем по месяцам распределяется следующим образом:

IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	Год
1	4	6	6	7	6	6	4	0,4	0,1	40

В отдельные годы число дней с инеем за год может быть около 100 (1954, 1967 гг.) и менее 20.

Особый интерес представляют сведения об осадках, выпадающих на вертикальные поверхности — наружные стены, увлажнение которых ухудшает их теплофизические свойства и сокращает срок службы зданий. Наиболее сильно стены зданий увлажняются осадками, выпадающими при больших скоростях ветра (6 м/с и более), так называемыми косыми дождями. Чем больше скорость ветра при дожде, тем большее количество воды попадает на стены зданий, ухудшая санитарно-гигиенические и тепловые условия внутри зданий. Возможное количество осадков, выпадающих на вертикальную поверхность (X_b), можно рассчитать по следующей формуле:

$$X_b = (1,4P_1 + 2,4P_2 + 3,0P_3) X_r, \quad (5.1)$$

где P_1 , P_2 , P_3 — соответственно повторяемость скоростей ветра при дожде по градациям 6—9, 10—14, 15 м/с и более (в долях единицы); X_r — общее количество осадков, выпавших на горизонтальную поверхность.

Повторяемость различных скоростей ветра при дождях представлена в табл. 52. Наибольшую повторяемость в теплое время года имеет ветер скоростью 6—9 м/с.

В табл. 53 представлен расчет возможного количества осадков, выпадающих на вертикальную поверхность, для Пензы по формуле (5.1). Для определения возможных сумм осадков, выпадающих на стены различной ориентации, вычислялась повторяемость (P_y) направлений ветра во время дождя (при скорости ветра 6 м/с и более):

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
0,11	0,004	0,01	0,17	0,20	0,17	0,12	0,22

Таблица 52

Повторяемость различных скоростей ветра при дождях (доли единицы)

Скорость ветра, м/с	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
6—9	0,32	0,25	0,24	0,21	0,21	0,32	0,36
10—14	0,07	0,08	0,04	0,03	0,03	0,06	0,08
≥15	0,014	0,014	0,007	0,003	0,003	0,007	0,03

Сумма осадков, выпадающих на стены различной ориентации, вычисляется по формуле

$$X_{vy} = X_v P_y, \quad (5.2)$$

где X_{vy} — количество осадков, выпадающих на стену ориентации y , X_v — количество осадков, выпадающих на вертикальную стенку; P_y — повторяемость соответствующего направления ветра (при скорости ветра 6 м/с и более).

В табл. 54 приводятся данные расчета суммы осадков по этой формуле. В Пензе наибольшее количество осадков при косых дождях выпадает на поверхности северо-западной, южной, юго-восточной и юго-западной ориентации, т. е. при преобладающих направлениях ветра в городе.

Таблица 53

Возможное количество осадков, выпадающих на вертикальную поверхность.
Пенза, город

Параметр расчета	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Сумма за период IV—X
X_r —норма осадков на горизонтальную поверхность с поправкой на смачивание (мм)	34	53	62	66	60	54	55	384
P_1	0,32	0,25	0,24	0,21	0,21	0,32	0,36	
$1,4P_1$	0,448	0,350	0,336	0,294	0,294	0,448	0,504	
P_2	0,07	0,08	0,04	0,03	0,03	0,06	0,08	
$2,4P_2$	0,168	0,192	0,096	0,072	0,072	0,144	0,192	
P_3	0,014	0,014	0,007	0,003	0,003	0,007	0,03	
$3,0P_3$	0,042	0,042	0,021	0,009	0,009	0,021	0,090	
Σ	0,66	0,58	0,45	0,38	0,38	0,61	0,79	
X_v мм	22	31	28	25	23	33	44	206
X_v (% от X_r)	65	59	45	38	38	61	80	

5.3. Снежный покров

Снежный покров оказывает существенное влияние на формирование климата в зимнее время. Вследствие большой отражательной способности снега (альбедо) температура нижних слоев воздуха сильно понижается. Снежный покров предохраняет почву от глубокого промерзания, так как обладает малой теплопроводностью. Он играет важную роль в формировании стока рек.

В холодное время года снежный покров образуется в умеренных широтах каждый год.

Появление снежного покрова в Пензе в среднем происходит в конце октября или в начале ноября, а формирование устойчивого снежного покрова осуществляется в третьей декаде ноября. Средняя многолетняя дата выпадения первого снега 13 октября (табл. 55). Однако он может выпадать и значительно раньше, и значительно позже. Самый ранний первый снег отмечался 17 сентября 1952, 1958 гг., а самый поздний 19 ноября 1909 г. Период формирования устойчивого снежного покрова длится в среднем 40 дней. Разность между средними датами появления снежного покрова и образованием устойчивого снежного покрова составляет продолжительность предзимья, которое длится в Пензе в среднем 20 дней.

Средняя дата образования устойчивого снежного покрова 22 ноября, а разрушения — 6 апреля, т. е. устойчивый снежный покров в среднем залегает 135 дней.

Дата появления снежного покрова близка к осенней дате перехода средней суточной температуры воздуха через 0°C. При различных типах погоды даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова могут сильно отличаться от средней. Самая ранняя дата образования устойчивого снежного покрова была отмечена 29 октября 1891 г., а самая поздняя дата 22 декабря 1936 г. Один раз в 10 лет устойчивый снежный покров может образовываться до 4 ноября, а разрушаться не позднее 25 марта (табл. 56).

В Пензе в среднем 146 дней со снежным покровом, но в отдельные годы продолжительность этого периода может значительно отличаться от нормы. Так, в зиму 1936-37 г. было только 112 дней со снежным покровом, а в зиму 1941-42 г. 179 дней.

С образованием устойчивого снежного покрова происходит накопление снега. Максимум отмечается в декабре—феврале — в месяцы с наибольшей повторяемостью циклонической погоды, когда высота снежного покрова по постоянной рейке увеличивается от декады к декаде на 4—7 см; в этот период создаются основные запасы снега. Ко 2-й декаде марта накопление обычно завершается. Средняя высота снежного покрова по постоянной рейке к этому времени в среднем составляет 52 см, а по снегосъемке 64 см. Бывают зимы различные по погодным условиям — многоснежные и малоснежные. В многоснежные зимы высота снежного покрова может достигать 113 см, а в малоснежные — не превы-

Таблица 54

Возможные суммы осадков, выпадающих на стены различной ориентации. Пенза, город

Параметр расчета	Ориентация стены								Сумма
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
$X_{вРу}$	206 · 0,11	206 · 0,004	206 · 0,01	206 · 0,17	206 · 0,20	206 · 0,17	206 · 0,12	206 · 0,22	
$X_{ву}$	22	0,8	2	35	41	35	25	45	206

Таблица 55

Даты выпадения первого и последнего снега, появления и схода снежного покрова, образования и разрушения устойчивого снежного покрова

Процесс	Дата				
	средняя	самая ранняя	год	самая поздняя	год
Выпадение первого снега	13 X	17 IX	1952, 1958	19 XI	1909
Появление снежного покрова	31 X	1 X	1902	9 XII	1954
Образование устойчивого снежного покрова	22 XI	29 X	1891	22 XII	1936
Разрушение устойчивого снежного покрова	6 IV	17 III	1893	23 IV	1896
Сход снежного покрова	13 IV	20 III	1972, 1974	30 IV	1940, 1961
Выпадение последнего снега	27 IV	25 III	1966	4 VI	1967

Таблица 56

Даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова различной обеспеченности

Снежный покров	Средняя дата	Обеспеченность (%) указанных и более ранних дат						
		95	90	75	50	25	10	5
Образование	22 XI	18 XII	13 XII	2 XII	20 XI	12 XI	4 XI	31 X
Разрушение	6 IV	22 IV	19 IV	14 IV	7 IV	1 IV	25 III	21 III

шает 24 см по постоянной рейке и 45 см по данным снегосъемки (табл. 57).

Высоту снежного покрова необходимо учитывать при организации работ по уборке снега, при определении нагрузок на крыши домов, скорости движения транспорта и пр. Для характеристики

Таблица 57

Средняя декадная высота снежного покрова (см) на последний день декады

X			XI			XII			I			II		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

По постоянной рейке (защищенное место)

· | · | · | · | 4 | 8 | 12 | 16 | 22 | 29 | 34 | 38 | 43 | 48 | 50

По снегосъемке (в лесу под кронами)

· | · | · | · | 10 | 15 | 15 | 19 | 28 | 34 | 41 | 48 | 54 | 57 | 60

III			IV			Из наибольших за зиму				
1	2	3	1	2	3	средняя	максимальная	год	минимальная	год

По снегосъемке (в лесу под кронами)

51 | 52 | 46 | 29 | 10 | · | 58 | 113 | 1919 | 24 | 1937

По снегосъемке (в лесу под кронами)

64 | 64 | 52 | 30 | · | | 70 | 108 | 1957 | 45 | 1961

Примечание. Точка (·) означает, что в соответствующую декаду снежный покров наблюдался менее чем в 50 % зим.

Зим важно знать не только высоту снежного покрова, но и повторяемость зим с той или иной высотой снежного покрова. Повторяемость зим с различной высотой снежного покрова имеет следующие значения:

<i>h</i> см	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70
<i>P</i> %	6	10	18	31	16
σ	2,9	3,6	4,6	5,6	4,4
<i>h</i> см	71—80	81—90	91—100	101—110	111—120
<i>P</i> %	6	4	5	2	2
σ	5,6	4,5	3,2		1,9

Наиболее часто в Пензе (31 % всех зим) высота снежного покрова достигает 51—60 см, но бывают зимы (около 4 %), когда высота снежного покрова может превышать 100 см.

Обеспеченность различных высот снежного покрова представлена в табл. 58. При средней из наибольших декадных высот за

Таблица 58

Наибольшие декадные высоты снежного покрова (см) различной обеспеченности (защищенный участок)

Средняя из наибольших высот, см	Обеспеченность (%) декадных высот, равных или более указанных						
	95	90	75	50	25	10	5
58	30	35	44	55	67	88	111

зиму, равной 58 см, один раз в 10 лет высота снежного покрова может быть 88 см и более, а раз в 4 года 67 см и более.

Высота снежного покрова является для города условной величиной, ведь измеряется она на участках с нетронутым снежным покровом; в городе же на большинстве улиц снег убирается и вывозится. Здесь на характер залегания снежного покрова оказывают влияние местные условия: различие в защищенности и характер подстилающей поверхности. Так, в парках, скверах снега всегда больше, чем на площадях, мостовых и улицах.

Высота снежного покрова из года в год сильно варьирует, в связи с этим данные о средней высоте снежного покрова недостаточны для характеристики снежного покрова в отдельные годы. Повторяемость различных высот снежного покрова по декадам является дополнительной характеристикой, которая уточняет средние значения высоты снежного покрова (табл. 19 приложения). Так, снежный покров появляется, правда, очень редко, уже в первой декаде октября (6 % всех зим), высота его не превышает 10 см; к концу месяца снежный покров наблюдается чаще (25 %

зим) и высота увеличивается до 20 см. В 83 % зим снежный покров устанавливается в третьей декаде ноября, средняя высота его может достигать 75 см. С третьей декады декабря по вторую декаду марта снежный покров бывает ежегодно. В первой декаде апреля снежный покров отмечается в 93 % зим, в третьей декаде — уже в 19 % зим и высота его не превышает 20 см.

С третьей декады марта высота снежного покрова начинает постепенно уменьшаться, снег подтаивает, уплотняется. Разрушение и сход устойчивого снежного покрова протекает в более сжатые сроки, чем его образование. В городе снежный покров сходит неодновременно. Как правило, в скверах и парках снег лежит дольше, чем на площадях, мостовых и улицах. Разрушение устойчивого снежного покрова начинается по средним многолетним данным 6 апреля, а через неделю снег сходит уже полностью. Даты схода снежного покрова могут варьировать. Так, в 1972 и 1974 гг. сход снежного покрова осуществился уже к 20 марта, а в 1940 и 1961 гг. — к 30 апреля (см. табл. 55).

Последний снег по средним многолетним данным выпадает обычно 27 апреля, но в отдельные годы могут отмечаться значительные отклонения от средней. Так, в 1966 г. последний снег выпал 25 марта, а в 1967 г. — 4 июня.

6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

6.1. Облачность

Значительная часть водяного пара конденсируется в свободной атмосфере, образуя облака. Как и туманы, облака состоят из мелких капель воды или ледяных кристаллов. При характеристике облачности рассматривают количество облаков на небе, их форму и высоту нижней границы.

Количество облаков определяется по десятибалльной шкале: ясное состояние неба (0—2 балла), полужасное (3—7 баллов) и пасмурное (8—10 баллов).

Согласно международной классификации облаков выделяются 10 основных форм, которые в зависимости от высоты нижнего основания объединены в три яруса: верхний, средний и нижний.

Формы облаков подразделяются на виды и разновидности, отличающиеся друг от друга по внешнему виду, плотности, окраске, характеру осадков, оптическим явлениям.

При определении количества облаков сначала устанавливается общая облачность, т. е. видимое количество облаков всех ярусов, а затем отдельно определяется количество облаков нижнего яруса.

К облакам нижнего яруса относятся слоистые, слоисто-кучевые и слоисто-дождевые с высотой нижнего основания менее 2 км. Это обычно плотные, непросвечивающие, темно-серого цвета облака. В нижнем ярусе располагаются основания кучевых и кучево-дождевых облаков. Эти облака образуются под действием восходящих потоков воздуха. Они занимают по вертикали несколько ярусов и составляют отдельную группу облаков вертикального развития.

К облакам среднего яруса относятся высоко-слоистые и высоко-кучевые, их основание находится на высоте от 2 до 6 км. В верхнем ярусе (выше 6 км) располагаются перистые, перисто-кучевые и перисто-слоистые облака.

Характер облачности значительно различается в холодное и теплое время года. В холодное полугодие в Пензе преобладает пасмурная погода (облачность 8—10 баллов); в декабре наблюдается наибольшая повторяемость такой погоды в году: по общей облачности 77 %, по нижней облачности 66 %. В теплое полугодие чаще отмечается ясное и полужасное состояние неба. Максимум повторяемости ясной погоды по нижней облачности (57 %) отмечается в июне (табл. 59).

Данные о повторяемости ясного, полужасного и пасмурного состояния неба существенно дополняются данными о числе ясных и пасмурных дней (рис. 31), так как они дают возможность судить в какой-то степени об устойчивости в течение суток того или иного состояния неба. Пасмурным считается день, когда сумма баллов облачности за четыре срока не меньше 33, ясным — день, когда эта сумма не более 7.

В среднем за год в Пензе отмечается по общей облачности 42 ясных и 148 пасмурных дней, по нижней — соответственно 94 и 92 дня (табл. 60). Условия образования облаков определяются атмосферной циркуляцией, которая в течение года меняется. Количество ясных дней по общей облачности в году может изменяться от 18 (1978 г.) до 67 (1972 г.), а по нижней облачности —

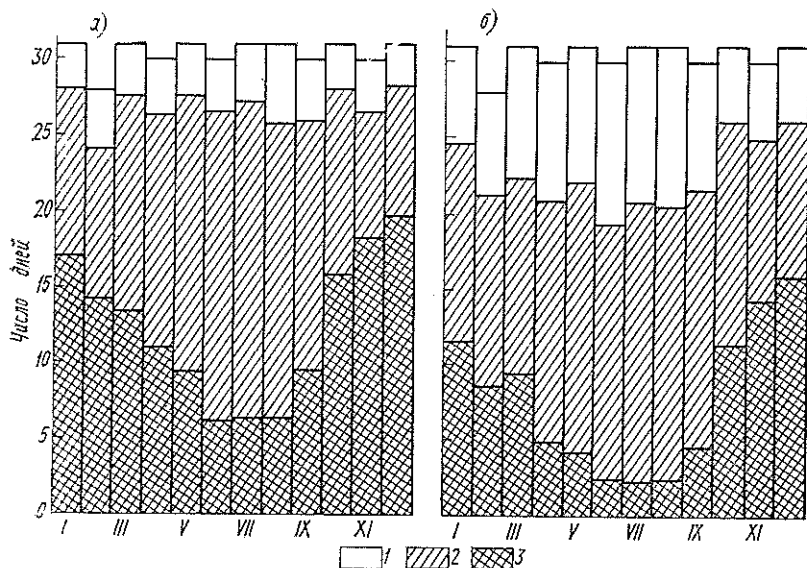


Рис. 31. Число ясных (1), полужасных (2) и пасмурных (3) дней по общей (а) и нижней (б) облачности.

Таблица 59

Повторяемость (%) ясного (0—2 балла), полужасного (3—7 баллов) и пасмурного (8—10 баллов) состояния неба

Балл	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Общая облачность												
0—2	22	27	27	29	28	33	34	36	31	22	20	18
3—7	6	5	8	13	18	23	22	19	16	8	6	5
8—10	72	68	65	58	54	44	44	45	53	70	74	77
Нижняя облачность												
0—2	40	47	48	54	51	57	54	56	52	37	31	33
3—7	3	4	6	9	19	20	21	19	11	5	4	1
8—10	57	49	46	37	30	23	25	25	37	58	65	66

Таблица 60

Число ясных и пасмурных дней по общей и нижней облачности

Число дней	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ясные дни													
По общей облачности													
наибольшее	12	17	9	12	8	8	17	20	11	6	10	15	67
год или число лет	1969	1969	1949, 1954	1962	3	1956	1938	1972	1938	3	1967	1938	1972
среднее	2,9	3,8	3,4	3,6	3,3	3,4	3,7	5,1	4,0	2,9	3,3	2,7	42
наименьшее	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
год или число лет	12	6	8	1940, 1970	6	6	6	1974	1958, 1978	7	11	13	1978
По нижней облачности													
наибольшее	23	24	19	20	20	18	23	28	24	16	12	16	142
год	1969	1969	1976	1963	1967	1954	1938	1972	1974	1961	1967	1938	1972
среднее	6,3	6,7	8,6	9,1	8,9	10,6	10,2	10,4	8,4	4,9	5,0	4,8	94
наименьшее	0	2	2	1	2	4	1	2	2	0	0	0	54
год или число лет	3	1938	1938, 1941	1938	1941	3	1956	1950	1956, 1961	3	6	4	1941
Пасмурные дни													
По общей облачности													
наибольшее	27	23	22	20	18	16	15	13	19	27	29	30	188
год	1949	1955	1962	1938	1941	1958	1976	1958	1936	1977	1977	1960	1958
среднее	17,1	14,3	13,5	11,1	9,4	6,2	6,3	6,3	9,6	15,9	18,4	19,8	148
наименьшее	5	3	6	3	1	1	1	0	1	6	11	12	108
год или число лет	1973	1972	1954	1952, 1976	1971	3	1938	3	1974	1937	1960	1938	1972
По нижней облачности													
наибольшее	26	16	16	11	12	8	5	6	13	19	25	26	131
год	1949	1941	1938	1938, 1949	1941	1941	1951	1958	1956	1951, 1969	1977	1960	1941
среднее	11,6	8,6	9,4	4,9	4,2	2,4	2,3	2,4	4,6	11,4	14,3	15,9	92
наименьшее	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	6	59
год или число лет	1969	1956, 1972	1970, 1972	1969, 1975	4	14	9	11	4	1937	1960	1978	1970

от 54 (1941 г.) до 142 (1972 г.). Отклонение числа пасмурных дней в отдельные годы от многолетней средней может составлять 40 дней по общей облачности и 35—40 дней по нижней облачности.

В любом месяце возможны случаи, когда совершенно отсутствуют ясные дни, а в теплую часть года (май—сентябрь) могут почти не наблюдаться пасмурные дни (табл. 60).

Об устойчивости ясной или пасмурной погоды можно судить по коэффициентам, получаемым из следующих соотношений:

$$K_{\text{я}} = \frac{n_{\text{я}}}{P_{(0-2)}}, \quad K_{\text{п}} = \frac{n_{\text{п}}}{P_{(8-10)}},$$

где $K_{\text{я}}$ и $K_{\text{п}}$ — коэффициенты устойчивости ясной и пасмурной погоды, %; $P_{(0-2)}$, $P_{(8-10)}$ — повторяемость ясного и пасмурного неба, %; $n_{\text{я}}$ и $n_{\text{п}}$ — число ясных и пасмурных дней, %.

В Пензе по общей облачности в течение всего года более устойчива пасмурная погода, чем ясная. Особенно устойчива пасмурная погода в ноябре и декабре ($K_{\text{п}}=83\%$); менее устойчива пасмурная погода в летние месяцы (табл. 61). По нижней облачности также наиболее устойчива пасмурная погода в декабре (78%), а ясная погода более устойчива в июне (62%).

Таблица 61

Коэффициент устойчивости ясной и пасмурной погоды по общей и нижней облачности

Коэффициент устойчивости	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Общая облачность												
$K_{\text{я}}$	43	50	41	41	38	34	35	46	43	43	55	48
$K_{\text{п}}$	77	75	67	64	56	47	46	45	60	73	83	83
Нижняя облачность												
$K_{\text{я}}$	51	51	58	55	56	62	61	60	54	43	54	47
$K_{\text{п}}$	66	63	66	44	45	35	30	31	41	63	73	78

Вероятность различного числа ясных и пасмурных дней по общей облачности дополняет характеристику средней многолетней и дает представление о пределах колебаний данной величины в отдельные годы. Из табл. 62 видно, что в Пензе в 5% лет число ясных дней за год может быть 66 и более, а число пасмурных дней в году 200 и более.

По данным табл. 20 приложения можно судить о значениях средней, общей и нижней облачности в различные часы суток. Амплитуда суточного хода общей облачности более значима в летние месяцы (2,6—2,8 б), чем в зимние (0,7—1,3 б).

Таблица 62

Число ясных и пасмурных дней по общей облачности различной обеспеченности

Месяц	Обеспеченность, %						
	95	90	75	50	25	10	5
Ясные дни							
I	2	3	3	4	6	8	9
VII	2	3	3	4	7	10	12
Год	35	39	45	52	56	61	66
Пасмурные дни							
I	13	14	16	21	26	30	33
VII	6	7	8	10	13	14	15
Год	130	140	160	170	180	190	200

Наиболее часто в году среди форм облаков верхнего яруса встречаются перистые облака (табл. 63). В июне—июле они имеют наибольшую повторяемость (32—33 %), в декабре — наименьшую (13 %). Перисто-кучевые и перисто-слоистые облака повторяются в годовом ходе значительно реже, чем перистые облака.

Кучевые облака развиваются в основном летом, в период конвекции, и довольно редки в холодный период года. Максимальная повторяемость кучевых облаков отмечается в июне—июле, а минимальная — в январе—феврале. Другая форма облаков вертикального развития — кучево-дождевые — наблюдается еще реже, в основном с мая по август (5—6 %); в зимние месяцы их повторяемость ничтожна — от 0 до 0,4 %.

Таблица 63

Повторяемость (%) основных форм облаков

Облака	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Перистые	14	14	24	24	30	33	32	25	22	18	14	13	24
Перисто-кучевые	0,4	0,9	1	2	2	1	2	2	1	1	0,7	1	1
Перисто-слоистые	8	7	10	8	6	6	4	4	6	4	5	7	6
Высоко-кучевые	16	13	17	23	22	25	31	30	25	20	15	12	22
Высоко-слоистые	13	10	12	8	6	4	3	4	6	8	8	8	7
Кучевые	0,8	0,8	2	12	21	27	28	22	15	6	3	1	12
Кучево-дождевые	0,1	0,1	0,4	1	5	6	6	5	3	2	0,1	0	2
Слоисто-кучевые	18	20	21	30	26	26	24	27	36	37	30	21	26
Слоисто-дождевые	14	15	13	6	5	2	2	2	5	10	12	18	8
Слоистые	27	20	18	7	1	0,8	0,5	1	2	10	24	34	12
Разорванно-дождевые	9	10	10	13	13	9	8	9	10	17	14	13	11

Слоистые облака наиболее часты в зимние месяцы (20—34 %), для летних они не характерны. Разорванно-дождевые облака имеют почти одинаковую повторяемость в течение всего года, но максимум наблюдается в октябре (17 %). Повторяемость высококучевых и слоисто-кучевых облаков также мало меняется в годовом ходе, но для летних месяцев они более характерны, чем для зимних. В холодный период года при малом содержании влаги в воздухе и при наличии приземных инверсий над снежным по-

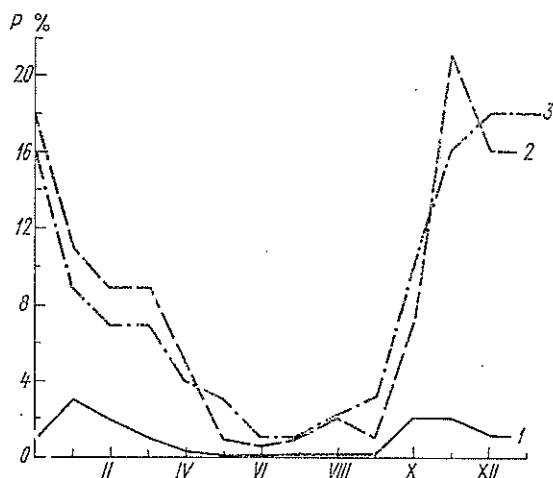


Рис. 32. Годовой ход повторяемости (%) высоты нижней границы облаков ниже 300 м.

1) 100 м и менее, 2) 200 м и менее, 3) 300 м и менее.

кровом в основном преобладают слоистые формы облаков с малой вертикальной мощностью. С увеличением продолжительности солнечного сияния, после схода снежного покрова повторяемость слоистых форм уменьшается и начинают развиваться облака кучевых форм. В теплый период года отмечаются в основном облака вертикального развития. Сплошной облачный покров в теплый период года бывает только при прохождении фронтов.

В холодную половину года чаще всего повторяются облака с высотой нижней границы 200—300 м (рис. 32). Для летних месяцев повторяемость облаков таких высот мала.

Наиболее часто облака, высота нижней границы которых ниже 100 м, наблюдаются в течение года при юго-западных ветрах, несколько реже при южных ветрах и штилях (табл. 21 приложения). В переходные сезоны облачность ниже 100 м по румбам распределяется равномерно, в летний и зимний периоды распределение по румбам также равномерное, исключение юго-западные и южные составляющие.

От высоты нижней границы облаков нижнего яруса зависят безопасность взлета и посадки самолетов, условия работы верхо-

Таблица 64

Высота h (м) нижней границы облаков различных видов
и их повторяемость (%)

Сезон	$\bar{h}$	$h_{\text{макс}}$	$h_{\text{мин}}$	Повторяемость различных высот				
				≤ 100	101—300	301—500	501—1000	> 1000

Слоистые, разорванно-слоистые

Зима	250	1500	50	9	77	10	4	0,3
Весна	300	700	50	7	60	27	6	—
Лето	315	1000	50	10	53	26	11	—
Осень	255	1000	90	9	75	14	2	—

Кучево-дождевые

Зима	735	1200	400	—	—	18	76	6
Весна	815	1500	300	—	1	12	81	6
Лето	855	1500	1200	—	1	5	85	9
Осень	725	1200	300	—	2	14	81	3

Слоисто-дождевые, разорванно-дождевые

Зима	275	1000	100	6	78	15	1	—
Весна	315	1200	100	3	71	19	6	1
Лето	345	1200	50	4	62	25	9	0,4
Осень	285	800	50	3	78	17	2	—

Слоисто-кучевые

Зима	625	1500	200	—	8	29	63	0,3
Весна	670	1500	200	—	1	19	77	3
Лето	760	1600	200	0	3	9	81	7
Осень	630	1600	100	0	7	19	72	2

Кучевые, разорванно-кучевые

Зима	895	1500	400	—	—	11	68	21
Весна	1080	1500	200	—	1	3	52	44
Лето	1140	1500	50	0	1	2	48	49
Осень	3685	1500	200	—	3	4	72	21

лазов и крановщиков и т. п. Поэтому в табл. 64 рассмотрены лишь облака нижнего яруса и вертикального развития. Наименьшая средняя высота нижней границы облаков отмечается при слоистых, разорванно-слоистых, слоисто-дождевых, разорванно-дождевых облаках. В течение года высота их нижней границы изменяется соответственно от 250 до 315 м и от 275 до 345 м. Минимальные значения высот нижней границы облаков этих форм и видов могут достигать 50 м. Несколько больше средняя высота нижней границы в течение всего года у кучево-дождевых облаков. Наименьшая средняя высота у них отмечается весной и осенью, причем нижняя граница не опускается ниже 300 м.

6.2. Видимость

Количественно видимость характеризуется величиной, которая называется дальностью видимости. Это то наибольшее расстояние, с которого в светлое время суток можно различить на фоне неба вблизи горизонта абсолютно черный объект достаточно больших угловых размеров (более 15'), а ночью — наибольшее расстояние, на котором аналогичный объект можно было бы обнаружить при увеличении освещенности до уровня дневной.

Дальность видимости на метеорологических станциях определяют с помощью специальных приборов или визуально по заранее выбранным объектам видимости. Данные наблюдений записываются в километрах или метрах.

Метеорологическая дальность видимости является одной из характеристик прозрачности атмосферы. Дымка, туман, метель, осадки понижают дальность видимости от нескольких метров до 10 км. Так, при метели дальность видимости может быть меньше 100 м, при туманах — до 1 км, при дымке — более 1 км, но менее 10 км, при ливне — может увеличиваться до 2 км. Снегопады в 10—15 раз менее прозрачны, чем дожди такой же интенсивности.

В Пензе основной причиной ухудшения видимости являются дымки (табл. 65).

Таблица 65

Повторяемость (%) ухудшения видимости до 4 км и менее в зависимости от атмосферных явлений

Период	Туман	Дымка	Метель	Осадки	Дым от промышленных предприятий	Мгла
Холодный	6	68	13	10	3	0
Теплый	9	72	2	13	2	2

В теплый период отмечается 72 % случаев ухудшения видимости до 4 км и менее от дымки, в холодный период 68 %. Летом часто ухудшение видимости происходит во время интенсивных дождей (13 % случаев) и туманов (9 %), зимой — при метелях (13 %) и снегопадах (10 %). Плохая видимость также может являться результатом скопления в нижнем слое воздуха продуктов сгорания жидкого или твердого топлива. Понижение видимости затрудняет работу всех видов транспорта, а также сказывается на работе промышленных предприятий и строек, связанных с транспортом.

Хорошая видимость (более 10 км) чаще всего бывает с мая по август, в среднем ее повторяемость составляет 80—86 %; зимой такая видимость отмечается в 40—60 % случаев (табл. 66).

Таблица 66
Повторяемость (%) различных градаций дальности видимости

Дальность видимости, км	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
0—1	4	3	5	3	0,2	0,1	0,3	1	1	3	7	6	3
2—10	55	52	41	25	18	14	16	19	21	31	39	48	31
>10	41	45	54	72	82	86	84	80	78	66	54	46	66

В холодное время года видимость резко понижена по сравнению с теплым. Так, в январе видимость от 2 до 10 км наблюдается в 55 % случаев, от 0 до 1 км — в 4 % случаев, а в июле такая видимость отмечается соответственно лишь в 16 и 0,3 % случаев. Ухудшение видимости менее 1 км наблюдается в течение всего года (табл. 66). Наибольшая повторяемость этой градации (7 %) отмечается в ноябре, что согласуется с максимумом числа дней туманом (табл. 68). Малая видимость сопровождается в большинстве случаев слабыми ветрами (1—5 м/с) южного направления в холодное время года и северо-западного направления в теплое время года. Поздней осенью, зимой и ранней весной ухудшение видимости может наблюдаться при сильных ветрах более 12 м/с (табл. 22, 23 приложения).

6.3. Туманы и дымки

Туман — это скопление взвешенных в приземном слое воздуха капель воды или кристалликов льда, ухудшающих видимость (менее 1 км). Туманы существенно осложняют работу автомобильного, железнодорожного и воздушного транспорта, увеличивая опасность столкновения и снижая скорость движения. При слабом ветре и тихой погоде туманы зачастую способствуют увеличению загрязнения атмосферы.

Туманы подразделяются на адвективные, когда теплый воздух натекает на холодную поверхность, и радиационные, когда понижение температуры связано с радиационным ночным охлаждением приземного слоя воздуха при малооблачной и тихой погоде. Смешанные, или адвективно-радиационные, туманы возникают при совместном действии адвективного и радиационного факторов, например при ночных прояснениях в перемещающемся теплом воздухе. Особый вид тумана образуют городские туманы. Они ограничиваются городом и его ближайшими окрестностями, образуются за счет наличия в воздухе большого числа ядер конденсации от промышленных предприятий и транспорта.

В городе туманы наблюдаются в течение всего года. Наиболее часто (в 22 % всех лет) число дней с туманом за год составляет 41—45 (табл. 67).

Таблица 67

Повторяемость (%) различного числа дней с туманом за год

Число дней								
26—30	31—35	36—40	41—45	46—50	51—55	56—60	61—65	66—70
6	9	15	22	9	18	9	6	6

В среднем в году наблюдается 47 дней с туманом, а в 1947 г. был отмечен максимум 69 дней (табл. 68).

В большинстве случаев (76 %) туманы наблюдаются в холодное время года (с октября по март). Максимум приходится на ноябрь (8 дней). С января число дней с туманом уменьшается, но в марте вновь отмечается небольшой скачок (6 дней), что связано с повышением средней месячной температуры воздуха, увеличением испарения и числа дней с оттепелью (11 дней) при сохранении снежного покрова. С апреля по сентябрь в среднем наблюдается 1—4 дня с туманом, только в июне они бывают не ежегодно: в среднем 3 дня в 5 лет. В отдельные годы в теплый период число дней с туманом за месяц увеличивается до 5—11. С мая по июль в 40—70 % лет туманы вообще не отмечаются (табл. 24 приложения).

Средняя непрерывная продолжительность тумана около 5 ч, наиболее часто (52 %) отмечаются туманы длительностью менее 3 ч (табл. 69). В теплое время года туманы не продолжительны. Так, в мае—июле в 70—80 % случаев продолжительность их не превышает 3 ч. Туманы продолжительностью более 12 ч с мая по сентябрь вообще не наблюдаются (табл. 25 приложения). Средняя суммарная продолжительность туманов в теплое время года составляет 35 ч (табл. 26 приложения).

В холодное время года наблюдаются самые продолжительные туманы. Радиационные туманы чаще возникают осенью и зимой,

Таблица 68

Среднее и наибольшее число дней с туманом и дымкой

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Число дней с туманом													
среднее	5,2	4,4	5,9	4,1	1,3	0,6	1,0	1,9	2,2	5,3	8,0	6,7	46,7
σ	2,95	3,07	3,31	2,64	1,42	1,09	1,25	1,94	1,42	2,57	3,47	3,48	10,44
наибольшее	11	12	12	11	7	5	5	9	5	12	14	13	69
год	1948	1960	1937, 1961	1941	1938	1937	1937	1937	1936, 1968, 1969	1938	1938, 1944, 1968	1965	1947
Число дней с дымкой													
среднее	15,3	13,9	15,3	9,8	4,5	3,8	4,9	6,1	7,5	12,6	14,4	15,1	123,2
σ	4,40	5,68	3,87	3,90	2,84	2,36	3,10	4,28	4,17	3,62	4,25	3,69	17,70
наибольшее	23	22	23	20	9	9	11	14	17	19	22	22	152
год	1960	1954	1959	1964	1955, 1956, 1965	1966	1962	1964	1961	1964	1962	1960	1960, 1962

когда бывает сравнительно высокая относительная влажность воздуха, а также значительная продолжительность ночи. В сравнительно устойчивом воздухе радиационный туман, возникший вечером или ночью, может удерживаться в течение всего дня. В это время года, когда теплые и влажные воздушные массы, приходящие с Атлантики и Средиземного моря, поступают на холодную подстилающую поверхность, создаются благоприятные условия и для адвективных туманов. Суммарная продолжительность

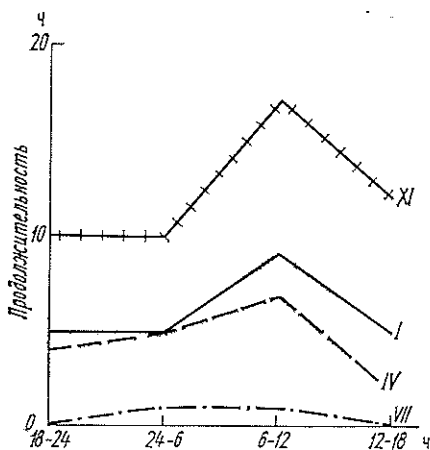


Рис. 33. Суточный ход продолжительности (ч) туманов в различные месяцы.

туманов с октября по март составляет 190 ч (табл. 26 приложения). Туман, длящийся сутки и более, в этот период можно ожидать почти ежегодно (9 раз в 10 лет). Так, в декабре 1961 г. отмечена максимальная непрерывная продолжительность тумана 48,2 ч (табл. 69).

В холодную половину года туманы возможны в любое время суток, но чаще они отмечаются перед восходом солнца в 6—8 ч. Летом больше встречаются туманы в 4—6 ч (табл. 27 приложения и рис. 33).

Гораздо чаще, чем туманы, в Пензе бывают дымки — сильно разреженный туман; видимость при дымке более 1 км, но менее

10 км. Среднее число дней с дымкой за год составляет 123 (табл. 68). В годовом ходе максимум числа дней отмечается в январе и марте (15), минимум — в июне (4). В соответствии с распределением числа дней с дымкой изменяется и продолжительность дымки. Наиболее продолжительные дымки отмечаются в холодное время года с максимумом в феврале (155 ч). С октября по март суммарная продолжительность дымки составляет в среднем 743 ч (табл. 26 приложения).

Таблица 69

Повторяемость (%) туманов различной продолжительности. Год

Средняя продолжительность одного тумана, ч	σ	Продолжительность одного тумана, ч							Максимальная продолжительность одного тумана, ч	Дата
		3	3-6	6-12	12-18	18-24	24-48	>48		
4,7	5,77	52	25	16	5	1,1	0,8	0,1	48,2	6-8 XII 1961

В теплое время года продолжительность дымки уменьшается, минимум наблюдается в июне (19 ч). В это время года суммарная продолжительность дымки в среднем составляет 192 ч, но в 1962 г. она была 308 ч. В целом за год суммарная продолжительность дымки 935 ч.

6.4. Гололедно-изморозевые отложения

Различие в видах отложившегося льда зависит от метеорологических условий (температуры, ветра, влажности и др.), сложившихся вблизи поверхности земли и в более высоких слоях атмосферы. В зависимости от структуры отложения различают следующие виды обледенения: гололед, налипание мокрого снега, более плотные отложения и менее плотные — зернистую и кристаллическую изморозь. При резком изменении метеорологических условий один вид отложения может откладываться на другой, так образуется сложное отложение.

Наблюдения за обледенением проводятся на проводах специального гололедного станка. Гололедно-изморозевые явления в Пензе отмечаются ежегодно, в среднем за сезон 42 дня, а зимой 1976-77 г. наблюдался максимум 64 дня (табл. 70). Характерные явления — изморозь (в среднем за сезон 27 дней) и гололед (13 дней). Но в отдельные годы число дней с явлением может почти в два раза превышать среднюю характеристику (табл. 70).

Таблица 70

Число дней с гололедом, изморозью и мокрым снегом

Вид отложения	Среднее								Максимальное за сезон	Год
	X	XI	XII	I	II	III	IV	X—IV		
Гололед	0,4	2	4	3	2	1	0,6	13	26	1978-79
Изморозь	1	1	5	7	8	5	0	27	46	1976-77
Мокрый снег	0	1	0,3	0	0	0,1	0	1,4	4	1972-73
Сложное отложение	0	0,1	0,3	0,4	0,2	0	0	1,0	5	1974-75
Все виды	1,4	4,1	9,6	10,4	10,2	6,1	0,6	42	64	1976-77

Гололедно-изморозевые явления наблюдаются со второй половины октября по первую половину апреля. Наиболее гололедоопасными являются декабрь, январь, февраль, когда отмечаются наиболее низкие температуры воздуха; в декабре наблюдается максимальное число дней с гололедом (4), а в январе и феврале — с изморозью (7—8). Реже отмечаются мокрый снег (в среднем за сезон 1,4 дня) и сложные отложения (в среднем 1 день).

В октябре и апреле гололедно-изморозевые явления наблюдаются в среднем 1,4 и 0,6 дня (табл. 70).

Точное определение размеров и массы гололедно-изморозевых образований имеет большое практическое значение, так как именно эти характеристики определяют расчетные нагрузки на провода и тросы воздушных линий связи, электропередачи и других сооружений. Максимальная масса отложения льда на проводах за 10 лет (1970—1979 гг.) наблюдалась: для гололеда 88 г, для изморози зернистой 56 г, кристаллической 24 г, для мокрого снега 56 г (табл. 28 приложения).

Продолжительность обледенения зависит от погодных условий и может изменяться в больших пределах: от нескольких минут до нескольких суток. Средняя годовая суммарная продолжительность обледенения проводов, включая все виды отложения льда (гололед, изморозь, мокрый снег и сложное отложение), составляет 470 ч (табл. 71). В отдельные годы продолжительность обледенения существенно отличается от средней. Максимальная продолжительность гололедно-изморозевых отложений (903 ч) наблюдалась зимой 1976-77 г. По видам наибольшая продолжительность обледенения отмечается при отложениях изморози (331 ч), наименьшая (26 ч) — при сложном отложении и мокром снеге (табл. 71), а бывают годы, когда сложные отложения и мокрый снег совсем не наблюдаются.

Обледенение проводов продолжается обычно менее суток, в среднем 10—14 ч, но встречаются случаи, когда обледенение длится до двух (гололед, сложное отложение и мокрый снег), пяти—шести суток (изморозь) (табл. 72).

Важное значение для практики имеют данные о повторяемости различной продолжительности обледенения проводов, которые приводятся ниже:

Продолжительность, ч	≤6	7—12	13—24	25—48	>48
Повторяемость, % при нарастании . . .	51	29	9	9	2
при обледенении	9	22	35	18	16

Обледенение проводов в большинстве случаев (35 %) продолжается от 13 до 24 ч; довольно часто (22 %) продолжительность обледенения колеблется от 7 до 12 ч. Стадия нарастания льда на проводах в 80 % случаев не превышает 12 ч, из них в 51 % случаев продолжительность нарастания не превышает 6 ч.

Большую опасность при гололедно-изморозевых явлениях представляет ветер. При этом опасность ветровой нагрузки на покрытые льдом провода возрастает с увеличением размеров отложения. Наибольшая повторяемость гололедно-изморозевых явлений наблюдается при скорости ветра 2—5 м/с (табл. 73). Но кристаллическая изморозь часто отмечается и при скорости менее 1 м/с (38 %). Лишь один раз в 5 лет (22 %) скорость ветра

Таблица 71

Суммарная продолжительность (ч) гололедно-изморозевых отложений

Продолжительность	X	XI	XII	I	II	III	IV	Год
-------------------	---	----	-----	---	----	-----	----	-----

Гололед

Наибольшая	11	52	69	82	59	40	17	213
Год	1974-75	1972-73	1976-77	1978-79	1973-74	1978-79	1978-79	1978-79
Средняя	2	17	36	27	15	9	4	110
Наименьшая	0	0	14	3	0	0	0	70
Год или число лет	5	2	1977-78	1976-77	3	4	6	1977-78

Изморозь

Наибольшая	99	80	121	242	165	296	0	769
Год или число лет	1976-77	1975-76	1970-71	1976-77	1975-76	1976-77	9	1976-77
Средняя	11	11	63	93	90	63	0	331
Наименьшая	0	0	12	17	0	14	0	159
Год или число лет	8	5	1978-79	1970-71	1973-74	1974-75	9	1973-74

Сложное отложение и мокрый снег

Наибольшая	0	22	28	76	29	10	0	107
Год или число лет	9	1971-72	1974-75	1974-75	1975-76	1976-77	9	1974-75
Средняя	0	7	7	8	3	1	0	26

Таблица 72

Непрерывная продолжительность (ч) гололедно-изморозевых отложений

Продолжительность	X	XI	XII	I	II	III	IV	Год
Гололед								
Средняя	6	9	14	11	9	6	12	10
Наибольшая	11	49	45	33	27	14	17	49
Год	1974	1972	1976	1979	1974	1979	1979	1972
Изморозь								
Средняя	12	13	14	14	12	17	0	14
Наибольшая	20	35	41	44	20	140	0	140
Год или число лет	1976	1975	1977	1977	1975	1977	9	1977
Сложное отложение и мокрый снег								
Средняя	0	9	10	38	29	10	0	14
Наибольшая	0	22	20	40	29	10	0	40
Год или число лет	9	1971	1975	1975	1976	1977	9	1975

может достигать 10—13 м/с при гололеде, сложных отложениях и мокром снеге.

Гололедно-изморозевые отложения чаще всего наблюдаются при юго-западных направлениях ветра (26—44 %), несколько реже (22 %) гололед отмечается и при южном ветре (табл. 29 приложения).

В процессах формирования гололедно-изморозевых отложений большую роль играет температура воздуха. В табл. 30 приложения представлена повторяемость температуры воздуха в момент образования гололедно-изморозевых отложений. Так, чаще всего (87 %) образование гололеда происходит при температуре от 0

Таблица 73

Повторяемость (%) различной скорости ветра при гололедно-изморозевых отложениях

Вид отложения	Скорость ветра, м/с			
	0—1	2—5	6—9	10—13
Гололед	5	51	28	16
Изморозь				
зернистая	17	78	5	
кристаллическая	38	59	3	
Сложное отложение и мокрый снег	18	47	29	6

до -5°C . В отдельных случаях (2 %) гололед может наблюдаться и при положительной температуре до 1°C , и при низкой отрицательной — от 10 до 20°C мороза. Зернистая изморозь наиболее часто (50 %) образуется при температуре от -5 до -10°C . При отложениях кристаллической изморози наблюдаются наиболее низкие температуры, 90 % всех случаев отмечены при температуре -10°C , из них 35 % — при температуре -20°C . Мокрый снег и сложное отложение встречаются в основном при температуре от 0 до -5°C (76 %).

По степени гололедности [40] Пенза относится ко II району (IV и особый район — наиболее опасны). Обледенение считается особо опасным метеорологическим явлением, если большой диаметр отложения при гололеде равен 20 мм и более, при сложном отложении и мокром снеге 35 мм и более, изморози 50 мм и более. В пределах Пензы за десятилетний период (1970—1979 гг.) такие случаи обледенения не наблюдались. Следует иметь в виду, что десятилетний период наблюдений за гололедно-изморозевыми явлениями недостаточен. Поэтому все выводы, помещенные в этом разделе, следует считать ориентировочными.

6.5. Метели и поземки

Метель — явление переноса снега над земной поверхностью под влиянием сильного ветра. Различают общую, низовую метель и поземок. Общая метель отмечается при сильном ветре с выпадением снега. Низовая метель — перенос сухого, ранее выпавшего снега, который под воздействием сильного ветра поднимается с поверхности земли до высоты нескольких метров. В данном разделе рассмотрены общие и низовые метели совместно. Поземок — явление переноса ранее выпавшего сухого снега в слое, непосредственно прилегающем к земной поверхности. При усилении ветра поземок может переходить в низовую метель.

Метели являются причиной аварий и нарушений ритмичной деятельности различных отраслей народного хозяйства. При метелях образуются снежные заносы на дорогах, происходит ухудшение видимости.

В среднем за год в городе бывает 29 дней с метелями (табл. 74). В 1957 г. отмечен максимум 51 день. Показателем изменчивости числа дней с метелями является среднее квадратическое отклонение σ , которое в целом для года составляет 10 дней.

Первые метели в городе отмечаются в октябре, но бывают они не ежегодно, в среднем 0,5 дня. Наибольшее их число регистрируется в январе и феврале (7—8 дней). В марте метели тоже часты (6 дней). Число дней с метелью в отдельные годы может значительно отклоняться от среднего многолетнего. Например, в январе 1964 г. было 19 дней с метелями.

Поземки отмечаются значительно реже, чем метели, в среднем за год 3 дня. Наибольшее среднее число дней с поземками наблюдается в январе (1,0) и феврале (0,8).

Таблица 74
Число дней с метелями и поземками

Число дней	X	XI	XII	I	II	III	IV	Год
Метели								
Среднее	0,5	2	5	8	7	6	0,6	29
Наибольшее	4	12	16	19	15	14	4	51
Год	1939	1956	1968	1964	1958	1957	1965	1957
σ	0,31	3,21	4,24	4,52	3,95	3,32	1,00	10,02
Поземки								
Среднее	0,06	0,03	0,4	1,0	0,8	0,5	0,0	2,8

В течение зимы средняя суммарная продолжительность метелей в городе составляет 245 ч (табл. 75). Однако зимой 1967-68 г.

Таблица 75
Суммарная продолжительность метелей (ч)

Продолжительность	X	XI	XII	I	II	III	IV	Год
Средняя	8	32	42	59	50	47	7	245
Наибольшая	16	126	148	160	126	120	31	418
Год	1939	1956	1967	1964	1965	1957	1965	1967, 1968

общая продолжительность метелей была почти в два раза больше и составила 418 ч. Средняя продолжительность одной метели составляет 8 ч (табл. 76). В 81 % случаев метели продол-

Таблица 76
Повторяемость (%) метелей различной продолжительности. Год

Средняя продолжительность одной метели, ч	σ	Продолжительность одной метели, ч								Максимальная продолжительность одной метели, ч	Дата
		≤ 3	3-6	6-12	12-18	18-24	24-36	36-48	≥ 48		
8,0	7,97	29	26	26	10	5	3	0,5	0,5	72,5	9-12 II 1942

жаются не более 12 ч, но могут длиться сутки и более (4 %). Так, 9-12 февраля 1942 г. была отмечена максимальная продолжительность одной метели 72,5 ч. Эта метель ухудшила видимость до 500 м, скорость ветра достигала 7-14 м/с, температура воз-

духа $-10...-14^{\circ}\text{C}$. Повторяемость метелей различной непрерывной продолжительности по месяцам представлена в табл. 31 приложения.

Чаще всего (86 %) метели наблюдаются при температуре от 0 до -15°C (табл. 77). В 13 % случаев метели могут быть при температуре воздуха ниже -15°C . Крайне редко (0,2 %) они отмечаются при -30°C и ниже. Метели при низкой температуре наиболее опасны, так как снег в это время легко переносится на значительные расстояния. Также редко (0,4 %) наблюдаются метели при положительной температуре воздуха, так как при оттепелях снег уплотняется и теряет свою подвижность.

Метели отмечаются при любых направлениях ветра, но чаще всего (46 %) при южных и юго-восточных (табл. 77). Это объясняется тем, что в большинстве случаев метели возникают при циклонах, проходящих с юго-запада и юга. На рис. 34 представлена многолетняя роза ветров за зиму и роза ветров при метелях. Повторяемость преобладающих направлений ветра при метелях (южное, юго-восточное, юго-западное и северо-западное) превышает общую их повторяемость за зиму.

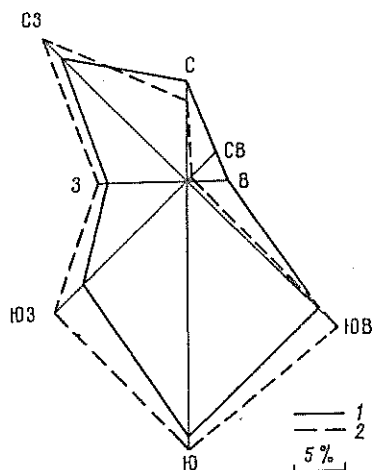


Рис. 34. Розы ветров.

1 — общая за зиму, 2 — при метелях.

Особо опасными являются метели продолжительностью более 12 ч при скорости ветра 15 м/с и более. Их повторяемость в среднем за год составляет 0,8 % случаев, число дней с такими метелями в среднем за год 1,4, что составляет 3 % общего числа дней с метелями. В 48 % случаев особо опасные метели наблю-

Таблица 77

Повторяемость P (%) температуры воздуха и направления ветра при метелях

Температура, $^{\circ}\text{C}$		P %	Направление ветра	P %
от	до			
$\leq -30,0$		0,2	СЗ	8
$-29,9$	$-25,0$	1	СВ	0,4
$-24,9$	$-20,0$	2	В	0,6
$-19,9$	$-15,0$	10	ЮВ	20
$-14,9$	$-10,0$	26	Ю	26
$-9,9$	$-5,0$	34	ЮЗ	17
$-4,9$	0,0	26	З	8
$>0,0$		0,4	СЗ	20

даются в марте, по 20 % — в январе и феврале. Наименьшее их число (4 %) отмечается в декабре. Эти метели наносят наибольший ущерб народному хозяйству, поскольку ухудшают видимость до опасных значений. Так, из всех случаев в 53 % видимость была 500 м и менее (табл. 78).

Таблица 78

Повторяемость (%) различных градаций видимости при особо опасных метелях

≤ 50 м	200—500 м	1 км	≥ 4 км
5	48	33	14

Преобладающими направлениями ветра при особо опасных метелях являются северо-западное (44 %), юго-восточное и южное (36 %). В табл. 79 представлено распределение направлений ветра при особо опасных метелях.

Таблица 79

Повторяемость (%) направления ветра при особо опасных метелях

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
20	0	0	24	12	0	0	44

При метелях переносится значительный объем снега. Объемом снегопереноса называется то количество снега ($\text{м}^3/\text{м}$), которое за одну метель или в целом за зиму переносится через площадку высотой 2 м и шириной 1 м, перпендикулярную ветровому потоку. Средний многолетний объем переносимого за зиму снега при метелях всех видов (с поземком) в городе составляет $157 \text{ м}^3/\text{м}$. Снегоперенос обуславливает степень угрозы, которой подвергаются подъездные пути, улицы города, промышленные площадки и другие объекты. Размер снегопереносов определяют в зависимости от направления ветра, что дает возможность правильно размещать защитные сооружения. В табл. 80 приведены объемы снегопереносов различной обеспеченности с учетом направления ветра. Максимальные снегопереносы отмечаются при ветрах северных и северо-западных. Так, один раз в 10 лет (10-процентная обеспеченность) при этих ветрах снегопереносы составляют $182 \text{ м}^3/\text{м}$, один раз в 20 лет (5 процентная обеспеченность) $215 \text{ м}^3/\text{м}$. Аналогичная обеспеченность при ветрах южной четверти соответственно составляет 154 и $201 \text{ м}^3/\text{м}$.

Не менее важной характеристикой метелевой деятельности является отложение снега у препятствий (снегозаносы). Максимальный объем снегоотложения за зиму, возможный в городе

Таблица 80

Объемы снегопереноса ($\text{м}^3/\text{м}$) различной обеспеченности (%) при разном направлении ветра

Обеспеченность, %	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	За зиму
10	70	2	1	55	44	55	30	112	315
7	85	4	2	66	48	68	36	117	350
5	95	7	3	73	50	78	40	120	370

один раз в 10 лет, составляет $230 \text{ м}^3/\text{м}$, один раз в 15 и 20 лет — соответственно 250 и $260 \text{ м}^3/\text{м}$.

6.6. Грозы и град

Грозой называется процесс развития в атмосфере мощных искровых разрядов (молний), обычно сопровождающихся громом и связанных в большинстве случаев с укрупнением облачных элементов, сильными шквалистыми ветрами, ливнеобразным выпадением осадков, иногда с градом. Прохождение грозы над местностью, как правило, сопровождается довольно значительными изменениями в ходе метеорологических величин (падение температуры и повышение влажности воздуха, резкие изменения атмосферного давления, силы и направления ветра). В среднем за год в Пензе отмечается 29 дней с грозой (табл. 81). В 1967 г. заре-

Таблица 81

Число дней с грозой и градом

Число дней	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XII	Год
Гроза										
Среднее	0,02	0,6	4	7	10	5	2	0,06	0,02	29
Наибольшее	1	8	11	19	16	14	8	2	1	49
Год	1968	1967	1966	1952	1966	1967	1968	1966	1962	1967
σ	0,2	1,4	2,6	3,4	3,1	2,6	1,7	0,3	0,2	6,5
Град										
Среднее		0,1	0,6	0,5	0,4	0,2	0,2	0,02		2,0
Наибольшее		2	4	3	2	2	3	2		6
Год или число лет		1944	1965	1945, 1955, 1969	7	1925, 1977	1973	1954		1945
σ		0,33	0,83	0,80	0,65	0,46	0,55	0,22		1,58

гистрировано 49 дней с грозой. Грозовая деятельность начинается в основном в мае и заканчивается в сентябре. В этот период наблюдается 97 % всех гроз. Однако в отдельные годы грозы отмечаются в марте, апреле и октябре; в 1962 г. была отмечена гроза в декабре. Известно, что зимние грозы, в отличие от летних, не представляют большой опасности, но могут наносить ущерб авиации, линиям связи и электропередачи.

Наиболее интенсивны и часты грозы в июне, и особенно в июле, когда подстилающая поверхность наиболее прогрета.

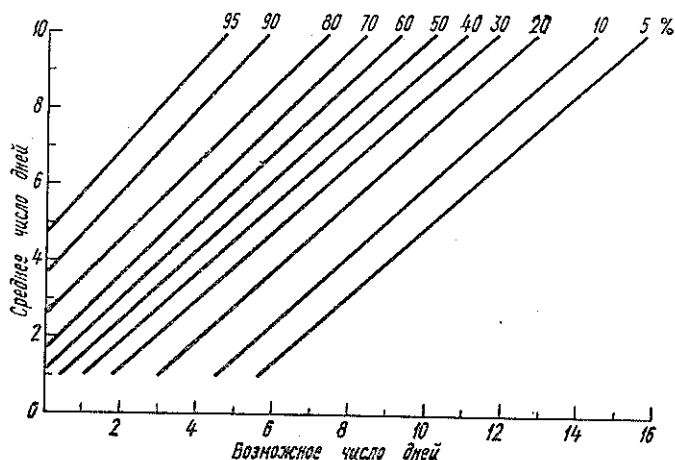


Рис. 35. Номограмма для расчета числа дней с грозой различной обеспеченности (%).

В среднем в июле отмечается 10 дней с грозой, в июне 7 дней. Повторяемость различного числа дней с грозой по месяцам представлена в табл. 32 приложения. Среднее число дней с грозой является мало показательной численной характеристикой, так как в одни годы гроз много, а в другие, наоборот, мало. В годы максимальной грозовой деятельности в июне отмечено до 19 дней с грозой, в июле до 16 дней. Рисунок 35 позволяет расшифровать среднее значение (норму), т. е. показать, из каких конкретных значений числа дней с грозой эта норма образовалась. Так, в среднем в мае отмечается 4 дня с грозой, а 1 раз в 10 лет возможно 8 дней с грозой.

Суммарная продолжительность гроз за год составляет 42,6 ч (табл. 82). В годовом ходе наибольшая продолжительность гроз, как и число дней с грозой, отмечается в июне—июле. В июне средняя суммарная продолжительность гроз составляет 10 ч, в июле 17 ч. Весенние грозы более продолжительны, чем осенние. Так, в мае они продолжаются 5,5 ч, а в сентябре лишь 1,7 ч.

Средняя непрерывная продолжительность одной грозы составляет 1,6 ч (табл. 83). Самая длительная гроза (9,25 ч) наблюда-

Таблица 82

Продолжительность (ч) гроз

Продолжительность	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Год
Средняя	0,4	5,5	10,0	17,1	7,6	1,7	0,05	42,6
Наибольшая	4,0	19,0	32,2	38,2	16,5	4,5	1,5	70,2
Год	1963	1938	1952	1943	1964	1964, 1965	1955	1964

лась 29 июня 1962 г. Наиболее часто грозы продолжаются менее часа (43 %).

Таблица 83

Повторяемость (%) гроз различной продолжительности

Средняя продолжительность одной грозы, ч	σ	Продолжительность одной грозы, ч										Максимальная продолжительность одной грозы, ч	Дата
		V	1-31	31	30	4	10	6	7	8	9-10		
1,6	1,41	43	31	14	6	2	2	0,6	0,8	0,4	0,1	9,25	29 VI 1962

Град представляет собой частички плотного льда, выпадающие в теплое время года из мощных кучево-дождевых облаков. При сильных грозах почти всегда в том или другом месте бывает град, но он никогда не выпадает одновременно на всем пространстве, где наблюдается интенсивная грозовая деятельность. В среднем в Пензе на 11 дней с грозой приходится 1 день с градом (см. табл. 81). Наблюдается град с апреля по октябрь. В среднем за год отмечается 2 дня с градом, в исключительно грозовые годы — 6 дней. В отдельные годы (18 % лет) град вообще не наблюдается (табл. 84).

Выпадение града продолжается обычно от нескольких минут до четверти часа; повторяемость такой продолжительности 95 % (табл. 85). В 4 % случаев продолжительность выпадения града

Таблица 84

Повторяемость (%) различного числа дней с градом за год

Число дней						
0	1	2	3	4	5	6
18	24	22	15	13	7	1

Таблица 85

Повторяемость (%) выпадения града различной продолжительности

Продолжительность, мин					Наибольшая продолжительность, ч	Дата
≤5	6—15	16—30	31—45	46—60		
53	42	4	0	1	1 (с перерывами)	2 IX 1948

составляет 16—30 мин. Наибольшая продолжительность выпадения града (1 ч) зафиксирована 2 сентября 1948 г.

7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ

С учетом особенностей годового хода основных метеорологических величин выделяются климатические сезоны. В качестве критериев для выделения сезонов используют термические показатели — средние даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через определенные пределы, даты наступления и прекращения заморозков и устойчивых морозов, даты образования и разрушения снежного покрова. Сроки наступления сезонов не постоянные, в отдельные годы в зависимости от режима циркуляции атмосферы и радиационного баланса они могут значительно отличаться от средних.

7.1. Зима

К зимнему периоду относится часть года с температурой воздуха 0°C и ниже. В Пензе средняя суточная температура воздуха переходит через 0°C в начале ноября (табл. 33 приложения). С этого времени наступает предзимье — период от появления первого снежного покрова до начала устойчивых морозов и образования устойчивого снежного покрова. Суточные температуры воздуха в период предзимья колеблются около 0°C , выпадение снега чередуется с дождем, снежный покров то появляется, то исчезает. Значительно возрастает число дней (около 15), когда не только минимальная, но и максимальная температура воздуха 0°C и ниже (табл. 86). Характерными спутниками предзимья являются грязевая и снеговая распутица. В это время года создаются наибольшие затруднения в проведении строительных работ, в работе всех видов транспорта, связи.

За начало зимы принимают даты образования устойчивого снежного покрова и наступления устойчивых морозов, за конец зимы — даты прекращения устойчивых морозов и разрушения устойчивого снежного покрова. С третьей декады ноября температура воздуха переходит через -5°C , наступает зима (начинается

Таблица 86

Среднее число дней без заморозков ($t_{\text{мин}} > 0^{\circ}\text{C}$), с переходом температуры воздуха через 0°C ($t_{\text{мин}} \leq 0^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{макс}} > 0^{\circ}\text{C}$) и без оттепелей ($t_{\text{макс}} \leq 0^{\circ}\text{C}$)

Характеристика	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
$t_{\text{мин}} > 0$	28,9	18,1	4,5	0,3	0,03	0,04	1,2	16,0	29,8	29,9
$t_{\text{мин}} \leq 0$, $t_{\text{макс}} > 0$	1,1	10,9	10,7	4,3	1,9	2,8	9,6	12,2	1,2	0,06
$t_{\text{макс}} \leq 0$	0,0	2,0	14,8	26,4	29,0	25,5	20,2	1,8	0,0	0,0

ледостав на Суре и других водоемах, замерзает почва), которая обычно продолжается до второй декады марта. В целом зимний период (зима вместе с предзимьем) длится пять месяцев (с ноября по март). В отдельные годы продолжительность зимы может отличаться от средней на 1—1,5 мес. Так, в 1891 г. устойчивый снежный покров образовался уже 29 октября, а разрушился только 17 апреля 1892 г., т. е. зима продолжалась 170 дней при норме 134 дня; в 1936 г. устойчивый снежный покров образовался только 22 декабря и к 21 марта 1937 г. разрушился, продолжительность зимы составила 88 дней.

Даты перехода средней суточной температуры воздуха через 0°С меняются от года к году. Самая ранняя дата отмечена 14 октября 1898 г. (табл. 87). Один раз в 20 лет переход средней суточной температуры воздуха через 0°С осенью может произойти 18 октября и ранее или 17 ноября и позднее.

Таблица 87

Даты перехода средней суточной температуры воздуха через 0°С различной обеспеченности в указанные и более ранние даты

Средняя дата	Обеспеченность, %		[Самая поздняя дата, год	Средняя дата	Самая ранняя дата, год	Обеспеченность, %	
	5	95				5	95
Весна				Осень			
4 IV	20 III	19 IV	18 IV 1929	2 XI	14 X 1898	18 X	17 XI

Переход средней суточной температуры через —5°С в сторону понижения означает начало устойчивых морозов. Продолжительность этого периода в среднем составляет 118 дней. Морозная погода в Пензе формируется в антициклонах вследствие радиационного выхолаживания воздуха или же вследствие распространения более холодного воздуха, поступающего обычно со стороны Арктического бассейна или Сибири. Температура воздуха зимой в городе составляет в среднем —8,4°С. Чаще всего сильные морозы связаны с распространением арктического воздуха и его дальнейшим охлаждением. В этих случаях средняя месячная температура воздуха может достигать —16,3°С в декабре и —20,3°С в феврале. Самые низкие средние температуры воздуха наблюдаются при ветрах северной четверти горизонта и тихой антициклональной погоде (табл. 34 приложения). Так, в январе повторяемость северных ветров при температуре —20°С составила 73 % всех случаев (табл. 88). Средняя непрерывная продолжительность морозного периода (период, когда температура по максимальному термометру 0°С и ниже) 11 дней (табл. 35 приложения). Зимой 1944-45 г. отмечена наибольшая непрерывная продолжительность морозного периода 117 дней. Наиболее часто

Таблица 88

Повторяемость (%) температуры воздуха при различном направлении ветра.
Январь

Температура, °С	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
< -20	35	10	6	7	9	9	11	28
< 0	100	100	100	97	96	94	98	99
> 0				3	4	6	2	1

(60 %) морозный период продолжается непрерывно от одного до пяти дней.

Средняя суточная температура воздуха ниже -20°C характеризует сильные морозы. Число дней с такой температурой в среднем не превышает 10 за зиму (табл. 36 приложения). Дни со средней суточной температурой ниже -30°C наблюдаются не каждую зиму; в среднем раз в 2 года. Зимой 1891-92 г. отмечено наибольшее число дней с этой температурой (5). В отдельные дни минимальная температура воздуха опускается ниже 30°C мороза, в среднем за зиму наблюдается 2 дня с такой температурой. За весь период наблюдений в Пензе было отмечено 2 дня с минимальной температурой ниже 40°C мороза (зима 1891—92 г.). В эту же зиму был зафиксирован абсолютный минимум температуры воздуха, равный $-42,6^{\circ}\text{C}$.

Отдельные зимы в Пензе бывают очень теплыми или холодными. Наиболее холодной была зима 1941-42 г. (табл. 89). Средняя температура воздуха за зиму составила $-12,8^{\circ}\text{C}$ (самая низкая за весь период наблюдений). Во все зимние месяцы отмечались отрицательные аномалии средней месячной температуры воздуха, наибольшие в январе $-7,2^{\circ}\text{C}$.

Перенос воздуха со стороны Атлантики, а также с юго-запада через Средиземное и Черное моря, приводит к резким потеплениям, нередко и к оттепелям. При этом повышение температуры обуславливается не только теплом, заключенным в воздушных массах, но и тем, что воздух переносится в циклонах в пасмурную погоду. Наиболее сильные и затяжные оттепели возникают при юго-западных и южных циклонах.

Необычно теплой по своему характеру была зима 1943-44 г. Ежемесячно отмечались оттепели и положительные аномалии температуры воздуха, в среднем за зиму они составили $3,6^{\circ}\text{C}$. Абсолютный максимум температуры был зафиксирован в январе $6,3^{\circ}\text{C}$.

Оттепель — это повышение температуры воздуха до 0°C и выше в холодный период на фоне установившихся отрицательных температур. В Пензе они бывают каждую зиму, обычно от 2 дней в январе до 10 в марте (см. табл. 86). Средняя непрерывная продолжительность периода с оттепелью за зиму около 4 дней. Зимой

Таблица 89

Сведения о температурном и ветровом режиме в наиболее теплую (1943-44 г.) и наиболее холодную (1941-42 г.) зимы

Характеристика	Теплая зима					За зиму	Холодная зима					За зиму
	XI	XII	I	II	III		XI	XII	I	II	III	
Средняя температура воздуха, °C	-2,0	-6,4	-5,4	-7,4	-2,1	-4,7	-8,2	-12,5	-19,4	-13,4	-10,6	-12,8
Отклонение температуры от нормы, °C	1,2	2,9	6,8	4,0	3,6	3,6	-5,0	-3,2	-7,2	-2,0	-4,9	-4,5
Абсолютный максимум, °C	6,3	2,2	1,1	1,4	4,3	6,3	8,5	1,6	-2,3	-1,9	1,6	8,5
Абсолютный минимум, °C	-13,3	-21,4	-23,1	-18,5	-11,2	-23,1	-23,9	-30,3	-37,7	-26,7	-24,6	-37,7
Сумма отрицательных температур нарастающим итогом на последний день месяца, °C	-70,5	-268,2	-437,2	-651,4	-726,6	—	-258,5	-642,5	-1244,8	-1618,3	-1950,8	—
Средняя скорость ветра, м/с	4,1	5,7	4,6	4,5	4,3	4,6	3,8	5,3	5,0	4,5	5,7	4,9
Отклонение скорости ветра от нормы, м/с	-0,5	0,7	-0,3	-0,3	-0,7	-0,3	-0,8	0,3	0,1	-0,3	0,7	0,0
Максимальная скорость ветра, м/с	12	14	9	20	20	20	12	20	20	14	20	20
Число дней с метелью	0	3	7	7	5	22	1	8	6	6	9	30
Продолжительность метелей, ч		26,15	41,30	50,00	37,30	155,00	1,15	52,45	64,00	104,30	83,45	306,00

1957-58 г. отмечена наибольшая непрерывная продолжительность периода с оттепелью 31 день (см. табл. 35 приложения).

При проведении различных строительных работ используют сведения о суммарной и непрерывной продолжительности периодов с температурой -10°C и ниже, поскольку низкие температуры в ряде случаев вынуждают или прекращать работу на открытом воздухе, или применять различные формы охраны людей (учащенные перерывы на обогрев и т. д.). Средняя продолжительность непрерывного периода с температурой ниже -10°C в декабре—феврале составляет 30—47 ч, ниже -30°C 7—11 ч (табл. 90). В отдельные годы низкие температуры могут держаться непрерывно в течение нескольких суток. Так, в январе 1950 г. почти в течение 10 сут. (233 ч) температура воздуха была ниже -20°C и в течение 56 ч — ниже -30°C .

Таблица 90

Средняя продолжительность (ч) непрерывного периода с температурой ниже указанных пределов

Месяц	Температура, $^{\circ}\text{C}$								
	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-22	-26	-30
Ноябрь	20	18	13	12	11	10	6	8	
Декабрь	30	24	23	22	18	17	13	12	11
Январь	47	42	33	24	22	20	19	11	9
Февраль	37	28	22	18	15	14	12	14	7
Март	15	11	10	8	8	7	6	6	

Во все зимние месяцы преобладает пасмурная погода. Больше всего пасмурных дней в ноябре, декабре и январе. В декабре повторяемость пасмурного неба наибольшая — 66 % всех случаев (по нижней облачности).

В зимние месяцы особенно часто выпадают осадки — в среднем через день. С ноября по март осадки выпадают почти исключительно в виде снега, при оттепелях — в капельно-жидком состоянии. Зимние осадки составляют 37 % годового количества осадков. При усилении ветра наблюдаются метели. Наиболее часты они в январе и феврале. Для зимнего сезона характерны также гололедно-изморозевые явления, туманы и дымки.

В годы активной циклонической деятельности зимы бывают многоснежные. Так, в зимы 1954-55, 1956-57 гг. выпало соответственно 369 мм, 342 мм осадков при норме 221 мм.

В годы с преобладанием антициклонального типа погоды осадков выпадает мало. Например, в зиму 1897-98 г. выпало только 112 мм осадков.

Зимой в основном дуют южные и юго-восточные ветры (см. рис. 34). Средняя скорость ветра от 4,8 до 5,0 м/с, в каждом

зимнем месяце можно ожидать несколько дней, когда в отдельные сроки скорость ветра возрастает до 12 м/с и более. Ежегодно в городе возможно усиление ветра до 20 м/с, один раз в 20 лет — до 25 м/с.

7.2. Весна

За начало весны принята дата перехода средней суточной температуры воздуха через 0°C к положительным значениям (4 апреля), а за конец весны — дата перехода средней суточной температуры через 10°C (1 мая). Таким образом, продолжительность весеннего сезона составляет четыре недели (см. табл. 33 приложения).

Весна характеризуется быстрым нарастанием температуры воздуха, главным образом за счет увеличения ясных, солнечных дней. Весной вероятность ясного состояния неба составляет 54 % (по нижней облачности).

Типичным весенним месяцем является апрель. Температура воздуха в апреле по сравнению с мартом резко повышается (на 10,4°C) и равна 4,7°C. Суточная амплитуда колебания температуры воздуха в этом месяце в среднем составляет 6—12°C. При распространении арктического воздуха в апреле в среднем отмечается 2 дня с морозной погодой (см. табл. 86). В 1963 г. абсолютный минимум температуры воздуха понижался до -18,7°C.

Таяние снега, начинающееся в конце марта, продолжается в среднем до середины апреля. Снег уплотняется и его мощность начинает быстро уменьшаться. К середине апреля (13 апреля) обычно снег сходит, но дата завершения этого процесса в больших пределах варьирует от года к году. В весенний период характерны, с одной стороны, выносы теплого воздуха с юга и юго-запада, с другой — арктические вторжения, вызывающие возвраты холодов и задержку в ходе весны. Практически ежегодно в апреле отмечается снег, а иногда и метель.

Во второй половине апреля завершается оттаивание почвы. Средняя месячная температура поверхности почвы достигает в апреле 5°C. В отдельные годы почва может прогреться до 45°C. Почвы, содержащие много влаги, оттаивают медленнее, так как на этот процесс требуется больше тепла. Поэтому песчаные и супесчаные почвы оттаивают раньше других.

Преобладающими ветрами при температурах воздуха выше 0°C в апреле являются ветры южной и восточной четверти (табл. 91). Низкие температуры отмечаются в большинстве случаев при ветрах северо-западной четверти горизонта.

В среднем за апрель выпадает 32 мм осадков, но по характеру выпадения они более интенсивные, чем зимой. В апреле количество дней с осадками наименьшее (11).

В середине апреля — начале мая в городе на деревьях появляются первые листочки. В это время на улицах города сажают

Таблица 91

Повторяемость (%) температуры воздуха при различном направлении ветра.
Апрель

Температура, °С	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
<0	29	15	10	10	15	19	31	38
>0	71	85	90	90	85	81	69	62
>20	0,2	0,5	1	2	2	2	1	1

деревья и кустарники. В среднем с 1 мая начинается период со средней суточной температурой воздуха выше 10 °С, или вегетационный период.

Весной увеличивается сухость воздуха. При продолжительном пребывании антициклона над Средним Поволжьем могут отмечаться суховеи и пыльные бури. В апреле суховеи наблюдаются не каждый год, в среднем 1 раз в 5 лет (табл. 93). Пыльные бури отмечаются редко, в апреле — один раз в 50 лет. В конце апреля могут наблюдаться первые грозы, очень редко — град.

7.3. Лето

Началом лета в Пензе считают прекращение заморозков в воздухе и переход средней суточной температуры воздуха через 10 °С в сторону повышения, концом лета — переход через 10 °С в сторону понижения. Продолжительность летнего сезона составляет в среднем около пяти месяцев.

Для летнего периода характерно ослабление интенсивности общей циркуляции атмосферы и циклонической деятельности. С этим связано уменьшение изменчивости условий погоды по сравнению с другими сезонами. Межсуточная изменчивость температуры воздуха летом меньше, чем в другие сезоны; в среднем она равна $\pm(1,8-2,3)$ °С, очень редко достигает ± 12 °С.

Июнь, июль, август — лучшие месяцы года. В это время тепло, иногда жарко, резкие похолодания с длительными дождями отсутствуют, воздух сух, сильные ветры случаются редко. Многолетняя средняя температура воздуха летом составляет 19,7 °С в июле и 18,1 °С в августе. Наиболее часто летом отмечаются средние суточные температуры воздуха 15—25 °С (в среднем в июне около 21, в июле 25, в августе 22 дня). Разгар лета — это период со средними суточными температурами воздуха выше 15 °С, когда не бывает даже легких заморозков на поверхности почвы. За лето число дней со средней суточной температурой воздуха выше 20 °С в среднем достигает 41 (табл. 92). Дни со средней суточной температурой воздуха выше 25 °С отмечаются довольно редко — в среднем 6 дней за лето, а с температурой 30 °С

Таблица 92

Число дней со средней суточной и максимальной температурой воздуха 20 °С и выше

Средняя суточная температура, °С			Максимальная температура, °С	
≥20	≥25	≥30	≥30	≥35
40,9	6,4	0,08	11,8	0,6

и выше — только 1 раз в 12 лет. Число дней с максимальной температурой воздуха 30 °С и выше в городе в среднем достигает 12 за лето, а дни с температурой выше 35 °С отмечаются не каждый год, в среднем 3 раза в 5 лет.

В центральные летние месяцы воздух может прогреваться в дневные часы до 37 °С, в отдельных районах города до 38,5 °С (1972 г., июль), а на поверхности почвы отмечена температура 60 °С.

Осадков летом бывает больше, чем в другие сезоны, в среднем дождь выпадает каждый второй-третий день. Максимум осадков обычно приходится на июль, в этом месяце наблюдается в среднем 66 мм осадков. Осадки вызываются главным образом циклонами и связанными с ними фронтами, некоторая часть возникает в результате тепловой конвекции — кратковременные ливни. Почти ежегодно летом выпадает ливень, дающий слой воды до 30—35 мм. Бывают годы с очень влажным летом, в которые две трети дней дождливых и месячные суммы достигают 120—150 мм и более. Так, в 1916 г. за весь летний сезон выпало 495 мм при норме 384 мм. Однако такие годы отмечаются редко — раз в 15—20 лет. Но бывают годы, когда месяц или даже два подряд дождей почти не выпадает. Например, в 1938 г. в районе Пензы в июле шел всего один дождь, он дал менее 2 мм воды, в августе выпала треть обычного количества осадков, а сентябрь был вообще бездождным. Это привело к сильной засухе. Высокая температура, особенно в сочетании с низкой влажностью, очень вредна для растительности и, кроме того, способствует возникновению лесных пожаров в пригородной зоне. Причиной засухи является устойчивая антициклоническая деятельность как над Поволжьем, так и над соседними районами. За период с 1891 по 1975 г. (85 лет) по Пензенской области отмечалось 23 засушливых года, или 27 % лет рассматриваемого периода.

За последние годы очень жарким и сухим (как и на большей части ЕЧС) было лето 1972 г. Средняя месячная температура июня и июля была на 2—3 °С, а августа — на 6 °С выше нормы; дневные температуры повышались до 34—38 °С, даже в мае и сентябре они достигали 30—31 °С. В мае 17 дней подряд максимальная температура была выше 20 °С, в остальные месяцы дневные температуры продолжительное время сохранялись выше 30 °С:

в июне 8 дней подряд, в июле 20, в августе 27. Только в июне выпала месячная норма осадков, в другие месяцы осадков было мало: в мае 19 %, в июле 25 % нормы, а в августе вообще осадков не отмечалось. Такая погода обуславливалась влиянием стационарного антициклона над востоком и юго-востоком ЕЧС и выносом очень сухого тропического воздуха из районов Казахстана и Средней Азии.

Очень холодным было лето 1976 г., во все месяцы отмечались температуры воздуха на 2—4°C ниже нормы. С мая по август выпало много осадков, в среднем на 71 % больше нормы. Холодная и дождливая погода вызывалась активной циклонической деятельностью.

Каждое лето в Пензе бывают дни с суховеями, в среднем 1—2 дня за месяц и около 8 дней за год (табл. 93). В наиболее

Таблица 93
Число дней с суховеєм

Характеристика	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Год
Среднее	0,2	2,2	1,6	1,2	1,5	0,8	7,5
σ	0,87	2,85	2,30	2,06	1,99	1,61	7,36
Наибольшее	5	12	10	12	8	7	28
Год	1950	1957	1975	1972	1972	1957	1957

засушливые годы число дней с суховеями может достигать 28 за год (1957 г.).

Суховей — это сильный ветер со скоростью 15 м/с и более, сопровождающийся высокой температурой (25°C и более) и низкой относительной влажностью воздуха (30 % и менее), оказывающий пагубное влияние на сельскохозяйственные культуры.

Летом температура воздуха характеризуется большей устойчивостью, чем зимой. Влажность, наоборот, в летнее время значительно меняется от года к году. Зимой относительная влажность в 13 ч в отдельные дни колеблется в основном от 25 до 100 %, летом же — от 10 до 100 %. Число сухих дней (относительная влажность воздуха 30 % и менее) за лето в среднем составляет 20, из них 8 дней в мае, число влажных дней (относительная влажность в 13 ч 80 % и более) — 2—4 за месяц.

По агроклиматическому районированию, в основу которого положена степень увлажнения отдельных районов области, Пенза расположена на крайнем юге района I (достаточного увлажнения), в непосредственной близости от района II с умеренным увлажнением. Показатель увлажнения ГТК (гидротермический коэффициент), т. е. отношение суммы температур выше 10° к годовому количеству осадков, с июня по август равен 1,0, в мае 1,3, в сентябре 1,7.

Летом скорость ветра уменьшается, в июле—августе наблюдается наименьшая средняя скорость ветра (3,7 м/с). В среднем за летний сезон средняя скорость ветра составляет 4 м/с. В отдельные годы ветер усиливается до 20 м/с. В жаркую погоду в июле при температуре выше 20 °С преобладают ветры восточной четверти (табл. 94).

Таблица 94

Повторяемость (%) температуры воздуха при различном направлении ветра.
Июль

Температура, °С	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
>0	100	100	100	100	100	100	100	100
>20	50	64	69	60	41	41	39	33

Иногда в Пензе отмечаются пыльные бури. Четкого общепринятого определения этого явления нет. Под пыльной бурей понимают такое явление, когда при сильном ветре в воздухе поднимается много пыли, песка, вследствие чего происходит помутнение атмосферы и значительно ухудшается видимость. Возникновение пыльных бурь определяется рядом факторов: ветер скоростью более 10 м/с, иссушенность и распыленность верхнего слоя почвы, отсутствие или слабое развитие растительности, низкая влажность воздуха [43]. С мая по август пыльные бури бывают в среднем 1 раз в 5 лет, в сентябре пыльные бури отмечаются еще реже—1 раз в 10 лет (табл. 95). В 1939 г. наблюдалось 5 дней с пыльной бурей.

Таблица 95

Среднее число дней с пыльной бурей

IV	V	VI	VII	VIII	IX	Год
0,02	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,9

В летнем сезоне развивается также грозовая деятельность. Грозы в отдельных случаях сопровождаются выпадением града.

7.4. Осень

В конце сентября температура воздуха переходит через 10 °С в сторону понижения, заканчивается вегетационный период—наступает осень. Окончание ее связано с переходом температуры

воздуха через 0°C и появлением первого снежного покрова (см. табл. 33 приложения). Продолжительность осени в Пензе составляет чуть больше месяца (с конца сентября до начала ноября).

Наступление осени характеризуется началом заморозков, значительным понижением температуры почвы и воздуха, увеличением числа дождливых дней, облачности и повышением влажности воздуха. Средняя месячная температура воздуха октября понижается почти на 8°C по сравнению с сентябрем. Но бывает еще несколько дней (иногда до недели и более) в конце сентября с сухой солнечной погодой — «бабье лето», связанные с так называемым возвратом тепла. В это время у растений наступает расцветивание и сбрасывание листьев. Возврат тепла происходит в условиях антициклонов, смещающихся по югу Европы с запада на Нижнюю и Среднюю Волгу. В зависимости от характера атмосферной циркуляции осень может быть теплой или холодной. Очень теплой была осень 1935 г., когда средняя месячная температура воздуха в октябре превышала норму на $4,8^{\circ}\text{C}$, а температура днем повышалась до 22°C ; осадков выпало 50 % нормы, в первую половину октября стояла сухая погода. Теплая осень была и в 1974 г.: средняя месячная температура октября превышала многолетнюю на $4,5^{\circ}\text{C}$, днем повышалась до 24°C , с 23 сентября по 16 октября совершенно не было осадков. Осень 1976 г. была, наоборот, холодной: средняя месячная температура октября на $6,6^{\circ}\text{C}$ оказалась ниже нормы, в отдельные дни минимальная температура понижалась до -18°C , стояла пасмурная с частыми осадками (120 % нормы) погода; а 1 октября выпал первый снег.

Октябрь — настоящий осенний месяц. Средняя температура его $4,5^{\circ}\text{C}$. В октябре еще много теплых дней с температурой выше 0°C , в среднем 18.

Тепловые условия почвы характеризуются постепенным понижением температуры. Временные понижения температуры на поверхности почвы и в воздухе до 0°C и ниже отмечаются раньше устойчивого перехода средней суточной температуры поверхности почвы и воздуха через 0°C . Эти понижения температуры и вызывают осенние заморозки. В отдельные дни в октябре наблюдается морозная погода, когда и максимальная температура воздуха ниже 0°C (в среднем 2 дня). Около 11 дней в октябре таких, когда ночные температуры отрицательные, а дневные — положительные (см. табл. 86). Иногда в первых числах октября появляется снежный покров, хотя в среднем он отмечается в конце месяца. Временное образование снежного покрова может повторяться несколько раз.

Около половины дней октября небо покрыто низкими облаками. Преобладает ненастная, пасмурная погода. Воздух становится более влажным, чем летом. В октябре средняя месячная относительная влажность воздуха составляет 79 %, что на 12—18 % больше летней относительной влажности. Преобладают северо-западные ветры. С наступлением осени ветры усиливаются: средняя месячная скорость ветра в октябре составляет 5,0 м/с.

При низких температурах воздуха преобладает северный и северо-западный перенос воздушных масс (табл. 96).

Таблица 96

Повторяемость (%) температуры воздуха при различных направлениях ветра.
Октябрь

Температура, °С	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
<0	38	25	14	10	10	15	16	30
>0	62	75	86	90	90	85	84	70
>20			1	1	0,2	0,2		

В октябре усиливается циклоническая деятельность, фронты становятся малоподвижными, и дожди принимают затяжной характер. Типичными для осени являются обложные дожди, иногда затягивающиеся с небольшими перерывами на несколько суток. Благодаря увеличению повторяемости и интенсивности циклонических процессов осенью осадки выпадают чаще, чем летом. Однако в сумме осенние осадки уступают летним. В октябре средняя сумма осадков составляет 55 мм.

С наступлением осени увеличивается число дней с туманом по сравнению с летом, возрастает их продолжительность; появляются отложения гололеда, изморози и мокрого снега.

8. ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОГО КЛИМАТА

8.1. Формирование городского климата

В каждом городе имеются факторы, создающие условия для образования своего местного климата.

Запыленность атмосферы города и ее загрязнение промышленными выбросами, которые зависят от покрытия улиц, транспорта, количества и размещения промышленных предприятий, сказывается на радиационном режиме города и отражается на основных величинах климата — температуре и влажности воздуха, ветре, осадках, облачности и др. Загрязнение воздуха вызывает уменьшение притока прямой радиации, эффективного излучения и снижение ультрафиолетовой радиации у земной поверхности. Рельеф города способствует более полному поглощению и накоплению солнечной энергии. Летом вследствие нагрева зданий и мостовых к прямой солнечной радиации добавляется радиация, отраженная от окружающих строений. В ночное время примеси, содержащиеся в воздухе, задерживают отдачу тепла нижних слоев воздуха в более высокие слои атмосферы. В городской воздух поступают дополнительные тепловыделения за счет энергопотребления, а также тепло, выделяемое различными зданиями, которые обладают большой теплоемкостью и, нагреваясь днем, медленно остывают ночью. Все это сказывается на температурном режиме города. Температура воздуха в городе выше, чем в окружающей его местности. Утепляющее влияние города наиболее сильно проявляется в ночные часы.

Уменьшенное испарение из-за быстрого стока воды с асфальтовой поверхности изменяет влажностный режим города. Кроме того, усиление в летнее время конвекции в результате более сильного прогрева воздуха над городом и большое количество ядер конденсации (за счет загрязнения) ведет к увеличению облачности, более частым грозам и большему количеству осадков. Вследствие загрязнения воздуха увеличена повторяемость и интенсивность туманов.

Особенности подстилающей поверхности (топография, высота и плотность застройки, наличие парков и близость к водоемам) вызывают изменения в циркуляции атмосферы. Температурные контрасты способствуют возникновению местных ветров. Городской рельеф приводит к ослаблению скорости ветра, но к увеличению его порывистости. Направление ветра искажается ориентировкой улиц. В зависимости от ширины улиц, характера застройки, наличия зеленых насаждений, относительной высоты места, форм рельефа изменяется и климат каждого района города.

8.2. Климатические различия отдельных районов города

Для характеристики особенностей климата различных районов Пензы были организованы временные метеорологические наблюдения в стационарных точках, проводившиеся в 1977—1978 гг. (рис. 36). Результаты наблюдений сравнивались с данными Пензенской ГМО. Описание местоположения пунктов метеорологических наблюдений приведено ниже:

Номер пункта	Название	Характеристика местоположения
1	Пенза, обсерватория	Южная окраина города
2	Арбеково	Северо-западный возвышенный район города. Пункт расположен на окраине парковой зоны
3	Центр города	Перекресток улиц Пушкина и Плеханова. Относительно пониженное местоположение
4	Ново-Западная Поляна	Западная, наиболее высокая часть города. Пункт расположен на спортплощадке школы
5	Южная Поляна	Южная, относительно пониженная часть города
6	Шуист	Северо-восточная пониженная окраина города. Пункт расположен на правом берегу Суры, в 150 м от уреза воды

Анализ температурных и влажностных особенностей различных районов города проводился по данным наблюдений в различные сезоны и часы суток. Однако следует иметь в виду, что число наблюдений очень мало, поэтому выводы можно считать лишь ориентировочными, особенно по влажности воздуха.

Температура воздуха. Зимой при ясной тихой погоде почти все внутренние районы города в любое время суток на 0,4—1,0 °С теплее окраин (пунктов 1, 6). Причем центр города самый теплый—в среднем его температура на 1,8 °С выше температуры других районов; иногда превышение составляет днем 2,5—3,5 °С, ночью 3,5—4,5 °С. Пункт 6 (Шуист) находится на северо-восточной окраине города на низменном берегу Суры, поэтому здесь температура воздуха в ночные часы в среднем несколько ниже, чем на окраине (пункт 1). Самые возвышенные районы города (пункты 2, 4) днем имеют температуру несколько ниже остальных районов.

Летом ночью, перед восходом солнца, все районы города теплее пункта 1 в среднем на 0,7—1,2 °С. Наиболее теплым является центр города, в отдельные ночи превышение составляет 4—6 °С. Значительно выше температура и на северо-восточной окраине города (пункт 6), в среднем на 1,6 °С, что объясняется отепляю-

щим влиянием Суры (табл. 97). Но в дневные часы все внутренние районы города холоднее пункта 1 на $0,1—1,0^{\circ}\text{C}$ из-за большого количества зеленых насаждений в городе по сравнению с обсерваторией. Лишь в районе Шуниста в 14 ч разница температур положительна ($0,7^{\circ}\text{C}$) вследствие сравнительно пониженного местоположения станции. Вечером все районы, за исключением

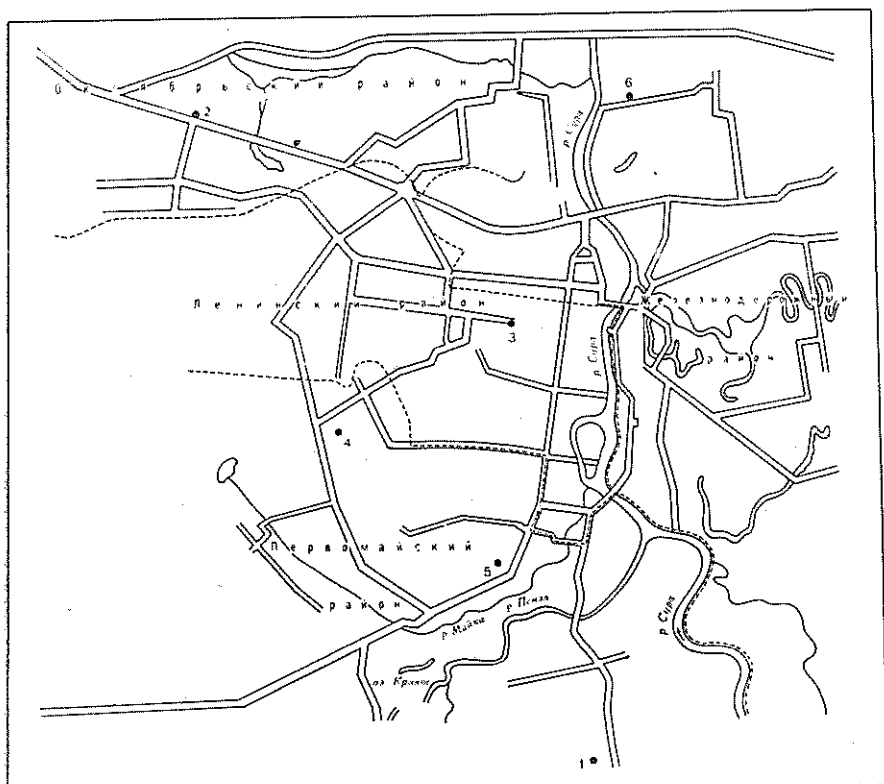


Рис. 36. Схема расположения пунктов метеорологических наблюдений в Пензе.
1 — Пенза, обсерватория; 2 — Арбеково, 3 — центр города, 4 — Ново-Западная Поляна;
5 — Южная Поляна, 6 — Шунист.

западного возвышенного района города, становятся теплее района обсерватории в среднем на $0,8—1,3^{\circ}\text{C}$. Осенью ясная тихая погода наблюдается очень редко, поэтому сделать выводы не представляется возможным.

Весной днем также редко отмечается ясная тихая погода, но в ночные и вечерние часы она бывает довольно часто. В этом случае температура воздуха ведет себя так же, как и летом: во всех районах города она выше, чем в пункте 1 (обсерватория), только вечером на Западной Поляне она ниже (на $0,6^{\circ}\text{C}$). Ночью наиболее теплым районом является центр города, где темпера-

Таблица 97

Средние разности температуры воздуха (°C) в различные часы суток при ясной тихой погоде между отдельными районами города и обсерваторией

Месяц	Номер пункта	Перед восходом солнца	Время, ч				
			11	14	15—16	17 ч 30 мин	19
Январь—февраль	2	0,8	0,0		—0,1		
	3	1,8	0,9		1,2		
	4	0,4	0,1		—0,1		
	5	0,4	0,5		1,0		
	6	—0,3	0,9		0,6		
Апрель	2	0,4				0,1	
	3	1,5				0,6	
	4	0,5				—0,6	
	5	0,7				0,6	
	6	0,8				0,7	
Июль	2	1,2	—0,5	—0,2			1,3
	3	2,6	—0,8	—0,1			1,2
	4	0,7	—1,0	—0,6			—0,8
	5	0,9	—0,7	—0,4			0,8
	6	1,6	—0,1	0,7			1,2

тура в среднем на 1,5°C выше, а в отдельных случаях разница может достигать 3,0—4,0°C.

Пасмурная тихая погода наиболее часто наблюдается зимой и осенью, реже отмечается она летом, весной — очень редко. При пасмурной погоде разница температур между различными районами города сглаживается (табл. 98). В любое время суток (кроме 11 ч летом) все районы города теплее района обсерватории, за исключением самых высоких районов: в пункте 4 (Ново-Западная Поляна) холоднее зимой на 0,3—0,4°C, летом — на 0,2—0,5°C, осенью — на 0,5—0,7°C; в пункте 2 (Арбеково) осенью днем холоднее на 0,2—0,4°C. Летом в первую половину дня все районы холоднее района обсерватории, исключение составляет Шуйст.

Ясная ветреная погода наблюдается в основном весной днем и вечером, летом и осенью — в первую половину дня, зимой — очень редко. Поэтому сделать выводы для зимы, а также для ночного времени по всем сезонам невозможно. Весной этот тип погоды отмечается в основном при северо-западных ветрах, довольно часто при северо-восточных и южных; летом — при западных, юго-западных и северо-западных; осенью — при юго-западных ветрах. В такую погоду днем все районы города холоднее района обсерватории, лишь пункт 6 несколько теплее (влияние пониженного местоположения). Наиболее холодные (температура ниже на 0,8—1,3°C) возвышенные районы города (Ново-Западная Поляна, Арбеково). В отдельные дни температура воздуха на Ново-Западной Поляне может быть ниже на 2,0—2,7°C, чем

Таблица 98

Средние разности температуры (°C) воздуха в различные часы суток при пасмурной тихой погоде между отдельными районами города и обсерваторией

Месяц	Номер пункта	Перед восходом солнца	Время, ч			
			11	14	15—16	19
Январь—февраль	2	0,2	0,1		0,0	
	3	0,6	0,4		0,4	
	4	—0,3	—0,3		—0,4	
	5	0,6	0,0		0,5	
	6	0,7	0,8		0,9	
Июль	2	0,4	—0,6	0,2		0,6
	3	1,6	—0,5	0,3		0,8
	4	—0,2	—0,9	—0,5		—0,4
	5	0,6	—0,5	0,4		0,6
	6	0,8	0,0	0,8		0,9
Октябрь	2	0,0	—0,4		—0,2	
	3	0,8	0,2		0,4	
	4	—0,5	—0,7		—0,5	
	5	0,4	0,0		0,3	
	6	0,1	0,3		0,7	

в районе обсерватории. Весной вечером внутренние районы города теплее района обсерватории, за исключением возвышенных районов.

Пасмурная ветреная погода чаще всего бывает зимой (48 % случаев), весной и осенью реже (23 и 20 % соответственно). Для лета такая погода нетипична (около 9 %) и наблюдается в основном днем. Пасмурная ветреная погода зимой и весной отмечается в большинстве случаев при юго-восточных ветрах, часто — при южных и юго-западных. Летом и осенью этот тип погоды наблюдается в основном при юго-западном ветре, но бывает и при северо-западных ветрах. Разница в температурах по районам сглажена при этом типе погоды. Зимой, весной и осенью во все часы суток лишь наиболее возвышенные районы города (пункты 2, 4) холоднее района обсерватории (в среднем на 0,1—0,5°C, 0,5—0,8°C соответственно). Все остальные внутренние районы города теплее или почти не отличаются по температуре от района обсерватории (табл. 99). Летом в первую половину дня все внутренние районы города либо не отличаются по температуре от района обсерватории, либо незначительно холоднее, лишь наиболее возвышенная часть города (пункт 4) холоднее в среднем на 0,7°C.

Влажность воздуха. Число наблюдений за влажностью воздуха недостаточно, и не всегда данные качественны. Поэтому полученные выводы не следует принимать за абсолютно точные.

В зимние месяцы при ясной и тихой погоде наблюдения за влажностью воздуха не проводились, а осенью этот тип погоды

Таблица 99

Средние разности температуры воздуха (°С) в различные часы суток при пасмурной ветреной погоде между отдельными районами города и обсерваторией

Месяц	Номер пункта	Перед восходом солнца	Время, ч			
			11	14	15—16	17 ч 30 мин
Январь—февраль	2	—0,2	—0,2		—0,2	
	3	0,6	0,5		0,4	
	4	—0,7	—0,7		—0,6	
	5	0,4	0,2		0,4	
	6	0,5	0,8		0,6	
Апрель	2	—0,5	—0,3	—0,5		—0,1
	3	0,5	0,0	0,0		0,7
	4	—0,8	—0,8	—0,6		—0,5
	5	0,2	0,0	0,0		0,4
	6	0,1	0,6	0,4		0,6
Октябрь	2	—0,2	—0,5		—0,1	
	3	0,8	0,0		0,1	
	4	—0,6	—0,6		—0,6	
	5	0,5	0,0		0,5	
	6	0,1	0,2		0,5	

встречался очень редко, поэтому выводы для этих сезонов не приводятся. В преобладающем числе случаев такая погода наблюдается летом, весной — ночью и вечером. Относительная влажность воздуха в ночные и вечерние часы во всех внутренних районах города ниже в среднем на 2—8 %, чем на окраинах. В дневные часы разница сглаживается и не превышает ± 1 —2 % (табл. 100).

Абсолютная влажность летом ночью во внутренних районах города выше, чем в окрестностях, в среднем на 0,1—0,9 гПа, что согласуется и с более высокой температурой воздуха в этих районах.

В переходное время года (апрель) ночью разности абсолютной влажности между внутренними районами и окрестностями сглажены и равны $\pm 0,1$ —0,2 гПа. Вечером весной и летом абсолютная влажность внутри города ниже на 0,2—0,8 гПа, но Шуист дает превышение на 0,6—0,8 гПа, что объясняется близостью реки.

При пасмурной и тихой погоде зимой и осенью разности относительной влажности воздуха между районами города и обсерватории невелики: в среднем они равны ± 1 —4 %, причем в пункте 5 (Южная Поляна) во все часы суток отмечается более низкая влажность, чем в районе обсерватории, а на Шуисте зимой — более высокая. Разности абсолютной влажности равны $\pm 0,0$ —0,3 гПа.

Таблица 100

Средние разности абсолютной и относительной влажности воздуха в различные часы суток при ясной и тихой погоде между отдельными районами города и обсерваторией

Месяц	Номер пункта	Относительная влажность, %				Абсолютная влажность, гПа			
		перед восходом солнца	11 ч	14 ч	вечер	перед восходом солнца	11 ч	14 ч	вечер
Апрель	2	-7			-4	-0,2			-0,6
	3	-4			-8	0,2			-0,9
	4	-5			-5	-0,2			-0,7
	5	-5			-1	-0,1			-0,8
	6	-3			4	0,3			0,8
Июль	2	-5	-2	-2	-6	0,1	-0,9	-0,9	-0,4
	3	-8	2	-1	-5	0,9	0,2	-0,2	-0,2
	4	-3	1	1	0	0,1	-0,7	-0,3	-0,5
	5	-2	-1	-2	-6	0,4	-0,9	-0,9	-0,7
	6	-5	1	-2	-1	0,5	0,5	-0,3	0,6

Летом разности несколько увеличиваются: относительной влажности от 1 до 5 %, абсолютной — до $\pm 0,8$ гПа. Влажность почти во всех внутренних районах города в любое время суток

Таблица 101

Средние разности абсолютной и относительной влажности воздуха в различные часы суток при пасмурной и тихой погоде между отдельными районами города и обсерваторией

Месяц	Номер пункта	Относительная влажность, %				Абсолютная влажность, гПа			
		перед восходом солнца	11 ч	14 ч	вечер	перед восходом солнца	11 ч	14 ч	вечер
Январь—февраль	2	2	-2		1	0,2	-0,2		0,0
	3	1	-1		-2	0,1	-0,1		-0,1
	4	1	-1		2	-0,1	-0,3		-0,1
	5	-1	-3		-3	0,2	-0,1		0,0
	6	1	2		4	0,2	0,3		0,4
Июль	2	-4	-2	-2	-4	-0,3	-0,8	-0,5	-0,4
	3	-4	0	-1	-5	0,8	-0,4	0,1	-0,3
	4	0	1	0	-1	-0,3	-0,8	-0,4	-0,6
	5	-3	-1	-3	-5	0,1	-0,5	-0,3	-0,6
	6	-2	-4	-1	-2	0,4	-0,8	0,6	0,3
Октябрь	2	-1	2		-1	-0,1	-0,1		-0,1
	3	0	1		-2	0,3	0,2		0,0
	4	1	3		2	-0,2	-0,1		0,0
	5	-3	-2		-4	0,0	-0,2		-0,1
	6	-2	1		-1	-0,1	0,1		0,2

Таблица 102

Средние разности абсолютной и относительной влажности воздуха в различные часы суток при пасмурной ветреной погоде между отдельными районами города и обсерваторией

Месяц	Номер пункта	Относительная влажность, %				Абсолютная влажность, гПа			
		перед восходом солнца	11 ч	14 ч	вечер	перед восходом солнца	11 ч	14 ч	вечер
Январь—февраль	2	—1	2		—1	—0,1	0,0		—0,2
	3	—4	—1		—3	—0,1	0,1		—0,1
	4	0	0		—1	—0,1	—0,2		—0,3
	5	—5	—5		—5	—0,1	—0,1		—0,1
	6	0	3		1	0,2	0,1		0,1
Апрель	2	0	0	—1	—4	—0,2	—0,1	—0,1	—0,6
	3	—5	—4	—3	—7	—0,2	—0,3	—0,3	—0,4
	4	—1	—1	—1	1	—0,5	—0,5	—0,4	—0,2
	5	—3	—4	—4	—7	—0,2	—0,4	—0,5	—0,6
	6	—5	—1	1	0	—0,4	0,2	0,6	0,4
Октябрь	2	3	2		—1	0,1	—0,1		—0,2
	3	3	—1		—1	0,5	—0,1		—0,1
	4	4	3		3	0,1	0,0		—0,1
	5	—2	—3		—5	0,0	—0,2		—0,3
	6	1	—1		—3	0,1	0,1		—0,1

ниже, чем в районе обсерватории, только в центре города (пункт 3) и на Шуисте (пункт 6) абсолютная влажность ночью и во вторую половину дня выше (табл. 101).

Ясная и ветреная погода наблюдается чаще весной в дневные и вечерние часы. Все внутренние районы в течение дня имеют и относительную, и абсолютную влажность ниже, чем на окраинах (Пенза, обсерватория, Шуист).

При пасмурной и ветреной погоде во все сезоны года и почти во все сроки наблюдений влажность воздуха в городе ниже, чем в районе обсерватории на 1—7 % и на 0,1—0,6 гПа (табл. 102). Исключение составляет район Шуиста, где зимой, а также днем весной влажность выше на 1—3 % и на 0,1—0,6 гПа.

9. КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛИМАТА ГОРОДА

Деятельность большинства отраслей городского хозяйства в определенной мере зависит от условий внешней среды, и в частности от погодных условий. Для решения многих практических задач важны не только данные об отдельных метеовеличинах, но и их комплексные характеристики: сильный ветер в сочетании с низкими и высокими температурами, температура — с влажностью воздуха и т. д.

9.1. Температурно-влажностный режим

Знание особенностей температурно-влажностного режима необходимо для решения многих технических, строительных и медико-гигиенических задач.

Температурно-влажностный режим учитывается при проектировании зданий, сооружений; с его изменением меняются теплофизические свойства материалов. С увеличением влажности внутри конструкций возрастает их теплопроводность, ухудшаются микроклиматические условия в помещении. Долговечность сооружений тоже в значительной степени зависит от совместного воздействия на них температуры и влажности воздуха, которые во многих случаях обуславливают деформацию сооружений.

Эти же сведения представляют интерес при определении возможности в условиях эксплуатации механизмов, приборов, материалов, покрытий.

В качестве приближенного критерия, оценивающего комфортные условия для человека в помещении, принято считать сочетание относительной влажности 35—65 % при температуре воздуха 20 °C и скорости движения воздуха 0,1—0,2 м/с [5].

Важным является исследование изменений относительной влажности и перепадов температуры, вызывающих конденсацию влаги на поверхности металлических конструкций, которые подвергаются действию атмосферной коррозии. Общее увлажнение поверхности характеризуется периодом с температурой воздуха от —1 °C и выше при относительной влажности 70—100 % [6]. Продолжительность такого периода в Пензе 2970 ч в год. Но из общего увлажнения необходимо исключить влияние солнечной радиации, изменяющей температуру поверхности и препятствующей возникновению коррозии. Путем расчетов, используя табл. 38 приложения, получим продолжительность периода с температурой воздуха —1 °C и выше и влажностью 70—100 % в 13 ч: она равна 460 ч. Таким образом, для Пензы продолжительность общего увлажнения составляет 2510 ч в год, сюда входит продолжительность жидких и смешанных осадков (705 ч) и продолжительность росы (1220 ч). Пленка влаги, образующаяся при увлажнении

поверхности осадками и росой, называется фазовой пленкой. Продолжительность ее равна 1925 ч в год.

Все расчеты по увлажнению получены по методике, использованной при разработке ГОСТа 9.039—74 [19].

Повторяемость различных сочетаний температуры воздуха и относительной влажности представлены в табл. 37 приложения. Наиболее часто (35 %) в Пензе наблюдается температура воздуха в пределах $-10,0 \dots 5^\circ\text{C}$ при относительной влажности 70—100 %. Высокая относительная влажность 91—100 % отмечается при температурах от -25 до 25°C с повторяемостью 25 %. При температурах выше 25°C относительная влажность не бывает высокой, а при температуре ниже -25°C она не опускается ниже 50 %.

9.2. Температурно-ветровой режим

Температурно-ветровой режим определяет теплотопотери зданий и сооружений, затраты тепла на отопление, режим выполнения работ на открытом воздухе и т. д. В табл. 39 приложения представлены различные сочетания скоростей ветра и температуры воздуха за холодный период. В холодный период в Пензе при отрицательных температурах до -20°C наиболее часто наблюдается скорость ветра 2—5 м/с, при понижении температуры воздуха скорость ветра уменьшается.

В зависимости от значений отрицательных температур воздуха и скорости ветра введено понятие «суровая погода» (температура -15°C и ниже при ветре 10 м/с и более, температура -20°C и ниже при ветре 4—9 м/с и т. д.).

Таблица 103

Продолжительность (ч) периода различных сочетаний температуры воздуха t ($^\circ\text{C}$) и скорости ветра v (м/с)

$t \leq -15$ $v \geq 10$	$t \leq -20$ $v = 1 \dots 9$	$t \leq -25$ $v = 0 \dots 3$	$t \leq -25$ $v \geq 4$	$t \leq -30$ $v = 0 \dots 3$
40	100	43	38	9

По данным табл. 103 можно оценить вклад каждого сочетания низкой температуры воздуха и скорости ветра в общую продолжительность с суровыми условиями погоды. В среднем в Пензе наблюдается около 8 сут за зиму с ухудшенными условиями для производства работ на открытом воздухе и 2 сут с условиями для полного прекращения работ.

Для дополнительной оплаты зимних работ в нормативных документах учитывается число дней со скоростью ветра 8 м/с и более (4 балла и более) за период с температурой воздуха 0°C и ниже. Такой период в Пензе длится с ноября по март.

Среднее число дней с ветром скоростью 8 м/с и более 49, что составляет 32 % от числа дней за зиму. Но так как в метеорологическом дневнике с явлением принято считать день, в течение которого хотя бы в один из сроков наблюдений отмечалось явление (в данном случае ветер скоростью 8 м/с и более), то наибольший интерес представляет не число дней, а суммарная продолжительность (в часах) действия ветра со скоростью 8 м/с и более. По метеорологическим данным для Пензы суммарная продолжительность действия ветра скоростью 8 м/с и более за период с ноября по март в среднем составляет 530 ч.

9.3. Метеорологические факторы теплового режима зданий

На тепловой режим зданий влияет комплекс метеорологических факторов, основными из которых являются температура воздуха, скорость ветра и солнечная радиация.

На основании комплексного подхода выполнено климатическое районирование территории СССР. На карте-схеме районирования территории СССР по тепловому режиму зданий, приведенной в работе [4, рис. 15.1], Пенза относится к району IIа. Основные климатические параметры теплопотерь зданий для данного района приведены в табл. 15.1 работы [4]. Согласно данным таблицы, в Пензе потери тепла от действия ветра компенсируются количеством поступающей солнечной радиации. В этой же работе [4, рис. 14.1] приводится карта-схема распределения сумм дефицитов тепла, т. е. количества тепла, необходимого для поддержания в помещении требуемой температуры воздуха при определенных значениях температуры наружного воздуха, ветра и солнечной радиации. Часть дефицита тепла, обусловленная действием ветра, зависит как от скорости ветра, так и от температуры воздуха, при которой этот ветер наблюдается. Ветровые потери за год в Пензе составляют 20—21 °С за 1 мес. Следовательно, город относится к ветроопасному району, где необходимо предусматривать защиту от действия зимних ветров.

Одной из характеристик, позволяющих полнее учитывать характер и степень комплексного воздействия внешней среды на отопительные системы, является эффективная температура. Эффективная температура наружного воздуха представляет собой такую температуру, при которой теплопотери при отсутствии воздухообмена были бы такими же, как и при реальных температуре и скорости ветра. Эффективная температура обуславливает максимальные теплопотери зданий и определяет мощность отопительной системы.

В действующих нормативных документах для расчетов максимальных теплопотерь зданий используются данные средней многолетней температуры воздуха самой холодной пятидневки или наиболее холодных суток. Влияние скорости ветра на потери

тепла учитывается введением поправок, а влияние солнечной радиации в расчетах практически не учитывается.

В Пензе по данным, полученным за длительный период наблюдений, средняя температура самой холодной пятидневки в возвышенной части города (Пенза, город) составляет -27°C , в низменной (Пенза, ГМС) -29°C . Расчетная температура наиболее холодных суток -34°C .

При теплотехнических расчетах используется также вентиляционная температура и средняя температура отопительного периода. Расчетная зимняя вентиляционная температура (средняя температура наиболее холодной части отопительного периода, составляющей 15 % его продолжительности) в Пензе равна в возвышенной части города $-16,6^{\circ}\text{C}$, а в низменной — на $0,5^{\circ}\text{C}$ ниже; средняя продолжительность отопительного периода (число дней со средней суточной температурой воздуха ниже 8°C) 206 и 211 дней соответственно. Отопительный период в Пензе обычно начинается в среднем 1 октября и заканчивается 25 апреля.

9.4. Метеорологические нагрузки на сооружения

Те метеорологические величины, которые входят в расчетные формулы для определения прочностных свойств различных сооружений, называют метеорологическими нагрузками.

Ветровые нагрузки. Согласно районированию территории СССР по расчетным скоростям ветра [3, рис. 26] лесостепная часть ЕЧС, в том числе и Пенза, относятся ко II району, который характеризуется следующими данными: скорость ветра, возможная один раз в год 20 м/с, в 5 лет 24 м/с, в 10 лет 26 м/с, в 15 лет 27 м/с и в 20 лет 28 м/с. Однако внутри района скорость ветра может отклоняться от приведенных значений на 3—4 м/с в зависимости от особенностей рельефа, растительности и др.

Снеговые нагрузки. Пенза, согласно [39], расположена на границе III и IV районов по классификации снеговых нагрузок, для которых один раз в 5 лет возможны нагрузки соответственно 100 и 150 кг на 1 м². Расчет снеговой нагрузки производится или по средним значениям, или по вероятностным. Но бывают случаи, когда редкий и сильный снегопад при соответствующих метеорологических условиях способен создать значительные нагрузки.

Были рассмотрены случаи сильных снегопадов (прирост высоты снежного покрова не менее 10 см за сутки) и метеорологические условия при их возникновении. За 29 зим (с 1936-37 по 1964-65 г.) в Пензе наблюдался 61 день с такими снегопадами, или в среднем 2 дня за зиму; в отдельные зимы отмечается по 5 дней (1947-48, 1951-52 гг.). Наибольшее число случаев со значительными снегопадами бывает в декабре и январе (соответственно 22 % и 19 %); иногда они наблюдаются в первой декаде октября (1936 г.) и в апреле (29 апреля 1940 г. и 12 апреля 1961 г.). Максимальный прирост высоты снежного покрова за

рассматриваемый период составил 27—29 см за сутки, а за один снегопад, который продолжался 45,5 ч, 35 см (16—17 декабря 1955 г.). Наибольшую повторяемость имеют снегопады продолжительностью от 16 до 24 ч (54 % всех случаев); менее 6 ч снегопады не наблюдались. В 7 % случаев отмечены снегопады продолжительностью более 24 ч; в 1957 г. с 30 ноября по 1 декабря снегопад продолжался 47 ч. Снегопады наблюдаются только при средних суточных температурах воздуха от 1,0 до $-18,0^{\circ}\text{C}$: чаще всего (33 %) — при температурах от 0 до -2°C , в 32 % случаев — от $-2,1$ до $-8,0^{\circ}\text{C}$, в 5 % случаев — при положительных температурах. Обычно снегопады начинаются при скорости ветра менее 10 м/с, преобладающая скорость 3—8 м/с (71 %), в 17 % скорость ветра не превышает 2 м/с (табл. 104).

Таблица 104

Повторяемость (%) различных градаций скорости ветра во время снегопадов

Скорость ветра, м/с					Число случаев
0—2	3—4	5—6	7—8	9—10	
17	21	29	21	12	58

Направление ветра при снегопадах различное, но преобладающее — юго-восточное и южное (36 и 30 % соответственно), реже — северное (17 %).

Интенсивность значительных снегопадов в общем невелика и составляет в преобладающем числе случаев (71 %) 0,5—1,0 см/ч. Интенсивность более 1,9 см/ч не наблюдалась.

Число дней с сильными снегопадами по сравнению с числом дней с твердыми осадками мало. Однако снеговые нагрузки, возникающие вследствие сильных снегопадов, значительны. Они оказывают влияние на различные виды оборудования, эксплуатируемые на открытом воздухе, покрытия и т. д. В Пензе максимальная за сутки снеговая нагрузка составляет 41 кг на 1 м², за один снегопад 49 кг на 1 м², а в целом за зиму 260 кг на 1 м². Сильные снегопады нарушают безопасность движения, приводят к уменьшению объема перевозок и требуют дополнительных затрат на снегоочистительные работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Пензенской области.— Л.: Гидрометеоздат, 1972.— 130 с.
2. Алисов Б. П., Дроздов О. А., Рубинштейн Е. С. Курс климатологии.— Л.: Гидрометеоздат, 1952.— 488 с.
3. Анапольская Л. Е. Режим скоростей ветра на территории СССР.— Л.: Гидрометеоздат, 1961.— 200 с.
4. Анапольская Л. Е., Гадин Л. С. Метеорологические факторы теплового режима зданий.— Л.: Гидрометеоздат, 1973.— 240 с.
5. Анапольская Л. Е., Мандель Д. Г. Методика оценки температурно-влажностного режима наружного воздуха.— Труды ГГО, 1969, вып. 250, с. 105—122.
6. Анапольская Л. Е., Пашина О. Б. О метеорологических условиях, определяющих длительность атмосферной коррозии.— Труды ГГО, 1974, вып. 337, с. 115—136.
7. Бартенева О. Д., Полякова Е. А., Русин Н. П. Режим естественной освещенности на территории СССР.— Л.: Гидрометеоздат 1971.— 240 с.
8. Гаврилов В. А. Прозрачность атмосферы и видимость.— Л.: Гидрометеоздат, 1958.— 167 с.
9. Голубова Т. А. Прямая солнечная радиация, поступающая на восточные и западные склоны.— Труды ГГО, 1976, вып. 351, с. 134—145.
10. Ефимова Н. А. Радиационные факторы продуктивности растительного покрова.— Л.: Гидрометеоздат, 1977, с. 71—85.
11. Желтиков Ю. Т. Очерк о Приволжском УГМС.— Куйбышев: ФОЛ Приволжского УГМС, 1967.— 88 с.
12. Заварина М. В. Строительная климатология.— Л.: Гидрометеоздат, 1976.— 312 с.
13. Зайцев В. А., Ледохович А. А., Никандрова Г. Т. Влажность воздуха и ее измерение.— Л.: Гидрометеоздат, 1974.— 112 с.
14. Карпенко В. Н. Роса.— Л.: Гидрометеоздат, 1974.— 101 с.
15. Климат города Казани/Под ред. Н. В. Колобова.— Казань: изд-во Казанского университета, 1976.— 210 с.
16. Климат Ленинграда/Под ред. Ц. А. Швер, Е. В. Алтыкиса, Л. С. Евтеевой.— Л.: Гидрометеоздат, 1982, с. 150—171.
17. Климат Минска/Под ред. М. А. Гольберга.— Минск: Высшая школа, 1976.— 288 с.
18. Климат Москвы/Под ред. А. А. Дмитриева, Н. П. Бессонова.— Л.: Гидрометеоздат, 1969.— 324 с.
19. Климатические параметры зоны освоения Байкало-Амурской магистрали/Под ред. Л. Е. Анапольской, И. Д. Копанева.— Л.: Гидрометеоздат, 1977.— 133 с.
20. Кошеленко И. В. Туманы/Под ред. Н. М. Волеваха.— М.: Гидрометеоздат, 1977.— 156 с.— (Труды УкрНИГМИ, вып. 155).
21. Лебедев А. Н., Кадырова А. Г. Методика расчета обеспеченности метеозлементов при климатическом описании городов. Информационное письмо ГУГМС № 20.— М.: Гидрометеоздат, 1976, с. 172—181.
22. Лебедев А. Н., Носова А. М. Продолжительность гроз на территории СССР.— Труды ГГО, 1980, вып. 441, с. 127—137.
23. Литвинов И. В. Осадки в атмосфере и на поверхности земли.— Л.: Гидрометеоздат, 1980.— 280 с.
24. Микроклимат СССР/Под ред. И. А. Гольцберг.— Л.: Гидрометеоздат, 1967.— 286 с.
25. Михель В. М., Руднева А. В., Липовская В. И. Переносы снега при метелях и снегопадах на территории СССР.— Л.: Гидрометеоздат, 1969.— 203 с.
26. Мытарев М. Н. К расчету гололедных нагрузок на высотные сооружения.— Труды ГГО, 1981, вып. 460, с. 44—48.
27. Опасные явления погоды на Украине/Под ред. К. Т. Логвинова.— Л.: Гидрометеоздат, 1972.— 236 с.— (Труды УкрНИГМИ, вып. 110).

28. Пивоварова З. И. Облучение стен зданий солнечной радиацией в различных географических районах.—Труды ГГО, 1969, вып. 250, с. 23—49.
29. Пивоварова З. И. Оценка суммарного прихода коротковолновой радиации на стены зданий.—Труды ГГО, 1967, вып. 209, с. 22—43.
30. Пивоварова З. И. Прямая солнечная радиация, поступающая на стены зданий.—Труды ГГО, 1967, вып. 193, с. 73—118.
31. Пивоварова З. И. Радиационные характеристики климата СССР.—Л.: Гидрометеониздат, 1977.—336 с.
32. Пивоварова З. И. Характеристика радиационного режима на территории СССР применительно к запросам строительства.—Труды ГГО, 1973, вып. 321.—128 с.
33. Положение о сборе сведений и порядке предупреждений об особо опасных гидрометеорологических явлениях.—Л.: Гидрометеониздат, 1972.—18 с.
34. Природа Пензенской области/Под ред. С. И. Жакова.—Приволжское книжное изд-во. Пензенское отд., 1970.—228 с.
35. Радиационные характеристики атмосферы и земной поверхности/Под ред. К. Я. Кондратьева.—Л.: Гидрометеониздат, 1969.—564 с.
36. Руднева А. В. Гололед и обледенение проводов на территории СССР.—Л.: Гидрометеониздат, 1961.—169 с.
37. Сперанский А. А. Климат Пензенской губернии. Вып. 1.—М.: товарищество «Печатня С. П. Яковлева», 1915.—235 с.
38. Справочник по климату СССР. Вып. 12. Ч. 1—5.—Л.: Гидрометеониздат, 1966—1968.
39. Строительные нормы и правила, П-6-74. Нормы проектирования. Нагрузки и воздействия.—М.: Стройиздат, 1976.—29 с.
40. Указания по определению гололедных нагрузок, СН 318—65.—М.: Стройиздат, 1966.—20 с.
41. Физика облаков/Под ред. А. Х. Хргиана.—Л.: Гидрометеониздат, 1961, с. 5—78, 146—154.
42. Хромов С. П., Мамонтова Л. И. Метеорологический словарь.—Л.: Гидрометеониздат, 1974.—268 с.
43. Чирков Ю. И. Основы сельскохозяйственной метеорологии.—Л.: Гидрометеониздат, 1975, с. 153—155.
44. Швер Ц. А. Атмосферные осадки на территории СССР.—Л.: Гидрометеониздат, 1976.—302 с.
45. Швер Ц. А. Об оценке увлажнения стен при косых дождях.—Труды ГГО, 1969, вып. 246, с. 122—129.
46. Швер Ц. А. О скорости равновесного падения капель дождя в прибрежных районах СССР.—Труды ГГО, 1973, вып. 303, с. 138—146.

Таблицы климатических данных
РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ

Таблица 1

Суммарная и рассеянная освещенность (10^3 лк) горизонтальной поверхности при различных высотах солнца по прогностическим градам облачности

$h_{\odot}$	Ясно		Небольшая облачность		Переменная облачность		Резко меняющаяся облачность		Облачность с просветами		Значительная облачность		Пасмурно	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Суммарная освещенность														
5	4—5	5	4—5	5	4—4	4	4—4	Быстро и	4—5	5	2—4	4	2—5	3
10	9—10	10	9—11	13	6—10	10	6—9	несколько	6—11	11	3—10	6	3—11	4
15	15—16	17	15—18	20	10—17	17	10—16	раз в те-	10—17	17	4—17	10	4—17	5
20	23—26	27	23—28	31	16—27	27	16—24	чение дня	16—27	27	6—27	16	6—27	18
25	31—35	37	31—37	43	23—37	37	23—32	колеблется	23—37	37	9—37	23	8—37	10
30	39—44	46	39—46	54	28—47	46	28—41	в указан-	28—47	47	10—46	28	9—47	13
35	48—54	66	48—57	65	34—56	56	34—52	ных пре-	34—57	57	12—56	34	11—57	14
40	58—64	66	58—67	76	41—67	67	41—60	делах	41—68	68	14—66	41	12—68	17
45	67—74	76	67—76	86	48—77	77	48—69		48—78	78	16—76	48	14—78	29
50	76—84	85	76—86	97	54—86	86	54—78		54—87	87	18—85	54	15—87	21
55	85—92	94	85—95	105	58—95	95	58—88		58—96	96	19—94	58	16—96	22
Рассеянная освещенность														
5	3—3	4	3—4	4	3—4	4	3—3	Быстро и	3—3	3	2—3	2	2—4	2
10	4—4	6	4—6	9	4—6	6	4—5	несколько	4—5	5	3—5	2	3—6	3
15	8—6	10	6—10	15	6—8	8	5—7	раз в те-	6—7	7	4—8	4	4—8	4
20	10—7	14	7—14	20	8—11	11	8—10	чение дня	8—10	10	6—11	6	6—11	6
25	12—8	17	8—17	28	9—14	14	9—12	колеблется	9—12	12	9—14	9	8—14	8
30	14—9	20	9—20	35	11—16	16	11—15	в указан-	11—15	15	10—16	10	9—17	9
35	16—10	24	10—24	42	12—20	20	12—17	ных пре-	12—17	17	12—18	12	11—19	11
40	18—12	28	12—28	48	14—21	21	14—20	делах	14—20	20	14—20	14	12—22	12
45	20—13	32	13—32	55	15—23	23	15—22		15—22	22	16—22	16	14—24	14
50	21—14	34	14—34	59	16—24	24	16—24		16—24	24	13—23	18	15—25	15
55	22—15	38	15—38	64	17—25	25	17—25		17—25	25	19—24	19	16—26	16

Примечание. В 1-й графе — пределы колебаний, во 2-й — возможное увеличение.

ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Таблица 2

Повторяемость (%) направления ветра на разных высотах

Направление ветра	Высота, м							
	100	200	500	1000	100	200	500	1000
Январь					Февраль			
С	11	11	13	13	8	10	10	11
СВ	7	8	9	10	6	6	6	6
В	6	8	8	6	5	7	7	6
ЮВ	12	11	9	8	17	16	12	11
Ю	16	17	14	13	18	18	17	16
ЮЗ	21	18	18	19	19	17	19	19
З	18	15	16	16	17	15	16	17
СЗ	9	12	13	15	10	11	13	14
Штиль	0	0	0	0	0	0	0	0

Направление ветра	Высота, м							
	100	200	500	1000	100	200	500	1000
Март					Апрель			
С	9	10	10	10	11	10	10	9
СВ	6	6	7	6	6	7	7	6
В	5	7	8	8	6	7	6	6
ЮВ	14	14	11	10	14	14	13	12
Ю	16	17	15	16	19	18	20	18
ЮЗ	23	20	20	20	21	20	20	21
З	19	16	17	17	15	14	14	17
СЗ	8	10	12	13	8	10	10	11
Штиль	0	0	0	0	0	0	0	0

Направление ветра	Высота, м							
	100	200	500	1000	100	200	500	1000
	Май				Июнь			
С	14	15	13	12	18	19	18	19
СВ	9	10	11	10	12	15	16	14
В	7	8	9	8	4	8	9	8
ЮВ	11	11	10	8	8	7	7	7
Ю	13	13	14	15	7	9	9	9
ЮЗ	18	16	15	17	16	12	11	13
З	16	16	15	16	20	16	15	13
СЗ	12	11	13	14	15	14	15	17
Штиль	0	0	0	0	0	0	0	0

Направление ветра	Высота, м							
	100	200	500	1000	100	200	500	1000
	Июль				Август			
С	15	18	16	18	15	14	13	14
СВ	9	11	12	11	9	11	12	10
В	6	9	9	7	8	11	10	9
ЮВ	9	9	9	9	10	10	11	10
Ю	8	9	9	10	11	12	12	14
ЮЗ	13	11	12	12	15	12	12	11
З	21	17	16	16	19	16	14	16
СЗ	19	16	17	17	13	14	16	16
Штиль	0	0	0	0	0	0	0	0

Направление ветра	Высота, м							
	100	200	500	1000	100	200	500	1000
Сентябрь					Октябрь			
С	12	11	12	10	6	7	10	10
СВ	7	10	9	10	3	4	4	3
В	4	6	7	6	2	2	2	2
ЮВ	9	9	8	7	9	9	6	5
Ю	13	13	12	12	17	16	16	14
ЮЗ	21	19	18	18	27	25	22	24
З	22	18	20	20	22	21	23	23
СЗ	12	14	14	17	14	16	17	19
Штиль	0	0	0	0	0	0	0	0

Направление ветра	Высота, м											
	100	200	500	1000	100	200	500	1000	100	200	500	1000
Ноябрь					Декабрь				Год			
С	6	7	7	6	6	8	10	8	11	11	12	12
СВ	4	5	4	3	3	3	4	5	7	8	8	8
В	3	5	4	4	5	6	3	2	5	7	7	6
ЮВ	13	12	10	7	19	18	13	10	12	12	10	9
Ю	18	18	16	15	15	16	18	19	14	15	14	14
ЮЗ	30	26	24	25	25	22	21	22	21	18	18	18
З	20	20	25	26	18	17	18	18	19	17	17	18
СЗ	6	7	10	14	9	10	13	16	11	12	14	15
Штиль	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

Таблица 3

Число дней со средней суточной температурой воздуха в различных пределах

Температура, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
-39,9	-35,0	0,05											
-34,9	-30,0	0,3	0,1									0,01	0,06
-29,9	-25,0	1,1	0,5									0,03	0,5
-24,9	-20,0	3,2	2,3	0,1								0,1	1,5
-19,9	-15,0	6,2	5,3	1,4								0,7	3,6
-14,9	-10,0	7,1	7,7	5,5	0,08						0,09	2,7	7,0
-9,9	-5,0	7,4	7,2	9,4	0,9						0,7	6,0	8,9
-4,9	0,0	5,2	4,4	10,1	5,0	0,09				0,03	4,9	11,8	7,8
0,1	5,0	0,5	0,6	4,3	10,4	1,3	0,06			1,5	11,3	7,2	1,6
5,1	10,0			0,2	7,5	6,6	1,3			9,3	10,2	1,4	
10,1	15,0				5,1	9,8	6,4	2,8	6,7	11,5	3,4	0,04	
15,1	20,0				1,0	9,7	11,3	13,3	13,8	6,3	0,4		
20,1	25,0				0,04	3,5	9,3	11,9	8,4	1,3			
25,1	30,0					0,03	1,6	3,0	1,7	0,05			
30,1	35,0						0,03	0,05					

Таблица 4

Суточный ход температуры воздуха (°C)

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	-12,5	-12,8	-7,1	2,2	10,4	14,1	16,6	15,3	9,6	3,3	-3,8	-9,6
2	-12,5	-12,5	-7,3	2,0	10,0	13,6	16,2	14,9	9,3	3,1	-3,9	-9,7
3	-12,6	-12,6	-7,6	1,7	9,6	13,2	15,9	14,5	9,0	2,9	-4,0	-9,7
4	-12,7	-12,8	-7,7	1,5	9,3	12,9	15,5	14,2	8,7	2,7	-4,1	-9,7
5	-12,7	-12,9	-7,9	1,2	9,2	13,1	15,5	14,0	8,4	2,6	-4,2	-9,7
6	-12,8	-13,0	-8,1	1,3	9,8	14,1	16,4	14,2	8,3	2,4	-4,3	-9,8
7	-12,8	-13,1	-8,1	2,0	11,1	15,6	17,7	15,3	8,8	2,3	-4,5	-9,8
8	-12,6	-12,9	-7,5	3,0	12,3	17,1	19,0	16,6	9,8	2,8	-4,4	-9,7
9	-12,4	-12,4	-6,6	4,4	14,0	18,5	20,4	18,2	11,3	3,5	-4,1	-9,7
10	-12,1	-11,7	-5,7	5,6	15,2	19,7	21,6	19,7	13,0	4,4	-3,5	-9,4
11	-11,6	-10,9	-4,7	6,5	16,0	20,5	22,5	20,8	14,3	5,4	-2,9	-9,0
12	-11,2	-10,2	-3,8	7,2	16,7	21,1	23,2	21,7	15,1	6,2	-2,4	-8,7
13	-11,0	-9,6	-3,3	7,8	17,2	21,6	23,8	22,2	15,7	6,7	-1,9	-8,5
14	-10,9	-9,4	-3,1	7,9	17,3	21,6	23,7	22,4	15,8	6,9	-1,8	-8,4
15	-11,0	-9,5	-3,0	7,9	17,4	21,6	23,8	22,5	15,8	6,8	-2,0	-8,6
16	-11,3	-9,9	-3,3	7,7	17,2	21,4	23,7	22,3	15,6	6,5	-2,3	-8,9
17	-11,6	-10,5	-3,9	7,4	16,8	21,2	23,3	21,8	14,9	5,7	-2,6	-9,0
18	-11,8	-10,9	-4,8	6,7	16,1	20,4	22,8	20,8	13,6	5,1	-2,9	-9,2
19	-12,0	-11,2	-5,2	5,6	15,1	19,5	21,7	19,3	12,4	4,7	-3,1	-9,3
20	-12,2	-11,5	-5,6	4,8	13,7	18,1	20,2	18,0	11,6	4,4	-3,3	-9,4
21	-12,1	-11,7	-5,9	4,2	12,7	16,7	18,9	17,1	11,0	4,1	-3,4	-9,5
22	-12,3	-11,9	-6,2	3,7	11,9	15,9	18,2	16,5	10,6	3,9	-3,6	-9,6
23	-12,4	-12,1	-6,4	3,2	11,3	15,3	17,6	16,0	10,1	3,6	-3,7	-9,6
24	-12,4	-12,2	-6,7	2,8	10,8	14,6	17,1	15,6	9,9	3,5	-3,7	-9,5

Таблица 5

Число дней с минимальной температурой воздуха в различных пределах

Температура, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
-44,9	-40,0	0,03											
-39,9	-35,0	0,2	0,05										
-34,9	-30,0	0,7	0,4										0,2
-29,9	-25,0	2,7	2,3	0,2								0,1	1,3
-24,9	-20,0	5,5	4,4	1,3								0,4	3,0
-19,9	-15,0	7,0	7,1	4,5	0,1						0,05	2,0	5,5
-14,9	-10,0	6,9	6,6	8,9	0,7						0,4	4,2	7,9
-9,9	-5,0	5,5	4,6	7,5	2,8	0,03					2,1	8,1	7,8
-4,9	0,0	2,5	2,6	7,3	10,1	1,1	0,08			1,0	10,3	10,6	4,9
0,1	5,0	0,04	0,05	1,3	10,5	7,3	1,1	0,03	0,2	7,0	12,4	4,2	0,4
5,1	10,0				5,2	11,6	7,2	2,6	5,5	13,7	5,3	0,4	
10,1	15,0				0,6	9,5	13,3	14,7	16,3	7,3	0,5	0,01	
15,1	20,0				0,01	1,5	7,8	12,6	8,5	1,0			
20,1	25,0						0,5	1,1	0,5	0,01			

Таблица 6

Число дней с максимальной температурой воздуха в различных пределах

Температура, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
-34,9	-30,0	0,09											
-29,9	-25,0	0,4	0,2										0,1
-24,9	-20,0	1,5	0,8									0,06	0,7
-19,9	-15,0	3,5	2,8	0,1								0,1	1,9
-14,9	-10,0	7,2	6,2	1,4								1,0	4,6
-9,9	-5,0	8,6	8,2	6,0	0,2						0,09	3,9	9,3
-4,9	0,0	7,7	7,3	12,0	1,5						2,0	9,2	9,5
0,1	5,0	2,0	2,7	10,0	7,5	0,2				0,2	6,2	10,7	4,9
5,1	10,0			1,3	7,0	1,2	0,1	0,02	0,02	2,0	10,9	4,2	0,06
10,1	15,0			0,2	6,2	5,7	1,5	0,5	0,8	8,2	8,2	0,8	
15,1	20,0				5,5	8,6	6,1	3,3	5,5	9,3	2,9		
20,1	25,0				1,9	9,7	9,9	11,6	11,7	7,2	0,7		
25,1	30,0				0,2	5,1	9,5	11,4	9,0	2,9			
30,1	35,0					0,5	2,7	4,0	3,8	0,2			
35,1	40,0						0,2	0,2	0,2				

Таблица 7

Средняя суточная, минимальная и максимальная температура воздуха (°C)

Число месяца	Средняя суточная						Максимальная						Минимальная					
	наиболее высокая	год	средняя	σ	наиболее низкая	год	наиболее высокая	год	средняя	σ	наиболее низкая	год	наиболее высокая	год	средняя	σ	наиболее низкая	год
Январь																		
1	1,3	1903	-11,6	7,08	-27,2	1928	1,7	1932	-8,1	6,39	-21,7	1941	0,0	1932	-14,9	7,68	-29,8	1928
2	0,4	1965	-12,1	7,72	-28,4	1928	0,8	1965	-9,5	7,58	-25,2	1928	-0,8	1965	-15,4	8,20	-31,5	1928
3	1,0	1965	-11,9	8,28	-32,8	1941	1,5	1965	-9,6	8,24	-30,1	1941	0,4	1965	-15,0	8,60	-34,9	1941
4	0,9	1902	-11,6	7,14	-28,1	1901	1,4	1925	-9,0	6,24	-22,3	1950	0,0	1902	-15,1	8,36	-32,2	1901
5	0,1	1944	-11,9	6,65	-27,0	1950	2,0	1925	-8,4	6,09	-22,7	1935	-1,3	1965	-15,2	7,11	-30,8	1950
6	0,6	1902	-11,5	7,37	-29,4	1912	1,5	1925	-8,0	6,17	-24,0	1935	-1,0	1902	-15,4	7,68	-31,3	1912
7	-0,5	1914	-11,1	6,89	-31,1	1910	1,0	1948	-7,7	6,52	-22,4	1950	-1,9	1914	-15,0	7,71	-35,2	1910
8	-0,4	1930	-10,5	6,56	-32,0	1940	1,0	1930	-7,7	6,45	-26,8	1940	-2,6	1946	-14,5	7,38	-35,2	1910
9	0,0	1948	-10,6	6,84	-33,7	1940	0,8	1948	-8,2	6,81	-32,1	1940	-2,0	1930	-14,6	6,96	-35,5	1940
10	1,6	1948	-10,2	6,94	-32,3	1950	2,7	1948	-7,9	6,78	-29,8	1950	0,3	1948	-13,7	7,28	-34,9	1940
11	0,5	1902	-11,4	7,16	-29,8	1950	0,8	1957	-8,8	6,79	-27,0	1940	-0,5	1902	-14,7	7,58	-35,7	1940
12	0,5	1903	-12,6	7,27	-31,3	1940	1,0	1955	-10,0	6,73	-28,2	1940	-0,3	1903	-15,5	7,64	-33,7	1940
13	1,0	1955	-12,5	7,07	-30,3	1907	1,6	1955	-9,6	6,29	-24,8	1963	-0,1	1955	-15,9	7,79	-32,1	1907
14	0,3	1955	-12,1	6,81	-26,3	1940	4,0	1955	-8,8	6,30	-22,2	1941	-3,4	1917	-15,2	7,45	-34,1	1907
15	-1,4	1925	-12,5	6,27	-27,9	1943	1,7	1955	-9,2	5,60	-23,9	1943	-2,5	1961	-15,4	6,70	-29,8	1902
16	-2,2	1962	-12,4	6,44	-27,9	1943	2,0	1955	-8,6	6,08	-24,3	1927	-3,4	1961	-15,5	6,73	-32,2	1943
17	-0,4	1952	-12,0	6,34	-28,7	1927	1,3	1925	-8,4	5,84	-23,8	1927	-2,4	1952	-15,2	6,49	-28,5	1943
18	0,9	1931	-12,1	6,91	-27,1	1927	1,5	1931	-7,4	5,98	-21,1	1943	-1,3	1915	-15,1	6,98	-30,0	1914
19	0,4	1939	-11,7	6,67	-28,2	1942	3,0	1955	-7,8	6,39	-24,1	1942	-2,6	1939	-14,9	7,31	-32,1	1942
20	-1,3	1962	-11,4	7,12	-33,4	1942	2,0	1955	-6,9	6,29	-29,0	1942	-3,2	1962	-15,0	7,76	-37,7	1942
21	0,0	1958	-11,2	7,05	-35,2	1942	1,5	1932	-7,5	6,26	-32,2	1942	-0,8	1958	-14,3	7,73	-37,5	1942
22	0,8	1948	-11,2	6,98	-33,1	1942	1,8	1957	-7,6	6,44	-26,6	1942	-0,1	1948	-14,0	7,35	-36,4	1942
23	-0,1	1959	-11,5	6,95	-32,7	1942	1,2	1959	-8,6	6,45	-30,1	1942	-1,6	1959	-14,6	7,47	-36,6	1942
24	-0,6	1959	-11,4	6,32	-27,0	1942	0,5	1959	-8,8	5,89	-22,4	1942	-1,8	1918	-15,0	6,70	-31,7	1942
25	0,0	1944	-12,0	6,45	-24,8	1942	1,3	1956	-9,0	6,04	-21,9	1942	-1,5	1944	-15,4	6,73	-28,9	1943

26	0,0	1944	-11,3	7,12	-28,2	1942	0,6	1944	-8,7	6,35	-24,8	1942	-0,5	1941	-15,2	7,64	-30,9	1942
27	0,9	1915	-11,5	7,14	-27,6	1942	1,7	1935	-8,6	6,29	-25,1	1942	-0,3	1915	-14,8	7,52	-32,3	1917
28	0,5	1915	-11,4	6,86	-25,6	1942	0,0	1944	-9,2	5,92	-20,9	1942	-0,4	1915	-15,0	7,56	-30,3	1942
29	0,3	1918	-12,1	6,28	-29,0	1956	0,3	1944	-9,5	5,99	-25,1	1956	0,0	1925	-15,4	6,91	-30,7	1956
30	0,0	1938	-12,9	7,26	-31,4	1956	1,6	1938	-10,6	7,06	-29,1	1956	-2,0	1938	-16,5	7,53	-34,0	1956
31	0,8	1915	-13,4	7,15	-31,1	1917	2,3	1938	-10,5	6,62	-27,9	1956	-0,8	1915	-17,0	7,34	-34,0	1917

Февраль

1	-1,6	1915	-13,3	6,90	-29,1	1917	1,4	1955	-10,7	6,36	-27,1	1956	-4,3	1915	-17,4	7,42	-34,4	1917
2	1,1	1914	-12,8	6,75	-28,0	1941	0,1	1961	-10,6	6,11	-24,6	1956	-3,1	1914	-17,0	6,76	-31,2	1941
3	0,4	1914	-12,9	7,04	-31,2	1956	0,2	1925	-10,4	6,00	-26,6	1956	-2,8	1914	-16,1	7,40	-35,9	1956
4	-0,2	1948	-12,7	7,81	-30,0	1953	1,2	1948	-11,0	6,69	-25,3	1953	-2,3	1903	-16,4	8,14	-35,2	1956
5	0,4	1948	-11,6	6,93	-28,4	1953	1,1	1948	-9,8	6,75	-24,8	1953	-0,3	1948	-15,4	7,90	-30,9	1953
6	1,2	1914	-12,3	6,75	-29,5	1956	1,0	1946	-9,7	6,15	-21,9	1956	0,2	1914	-15,5	7,54	-32,0	1956
7	0,2	1938	-11,5	7,10	-31,7	1929	1,4	1944	-8,9	7,19	-28,4	1929	-0,7	1938	-15,2	7,50	-34,9	1929
8	0,0	1937	-11,1	6,66	-33,0	1929	0,5	1937	-8,5	6,39	-27,6	1929	-0,5	1937	-14,4	7,53	-38,9	1929
9	0,4	1955	-11,4	6,20	-26,2	1949	2,0	1955	-8,5	5,57	-22,0	1949	-0,9	1955	-14,8	6,61	-29,8	1949
10	0,4	1902	-11,2	6,69	-27,8	1949	2,5	1955	-7,8	6,21	-24,6	1949	-0,3	1957	-15,0	7,51	-32,8	1949
11	1,3	1902	-11,3	7,38	-31,6	1930	0,6	1957	-8,8	6,66	-27,8	1930	-0,3	1957	-14,6	8,38	-35,4	1930
12	1,4	1904	-11,0	7,33	-27,3	1930	0,2	1934	-8,6	6,58	-25,2	1930	0,0	1902	-14,4	7,98	-31,2	1936
13	0,8	1902	-11,6	6,52	-24,6	1930	1,8	1928	-7,6	6,10	-19,8	1932	0,0	1928	-15,0	7,15	-30,6	1930
14	1,0	1962	-11,2	6,53	-23,7	1911	1,6	1962	-6,7	5,48	-20,8	1932	-0,3	1962	-14,9	7,15	-26,1	1940
15	0,8	1962	-10,9	6,32	-24,6	1913	2,5	1962	-7,0	5,49	-17,4	1940	-0,2	1960	-14,6	7,26	-29,1	1940
16	0,8	1960	-10,9	5,92	-22,6	1913	2,9	1962	-6,9	4,96	-15,7	1956	-0,5	1960	-14,5	6,61	-30,6	1951
17	1,3	1914	-11,2	6,61	-28,4	1951	4,2	1960	-7,3	5,78	-22,8	1951	-0,2	1914	-14,4	7,48	-32,2	1951
18	0,1	1935	-10,8	6,51	-26,5	1954	2,3	1957	-6,7	6,30	-21,8	1954	-1,5	1939	-14,4	7,12	-28,9	1954
19	1,8	1955	-11,4	7,46	-26,6	1954	2,7	1955	-7,0	6,54	-22,2	1954	0,2	1955	-14,9	8,15	-31,3	1954
20	1,7	1955	-11,5	7,23	-25,8	1917	4,2	1958	-7,0	6,59	-22,0	1929	0,1	1955	-15,7	7,75	-30,7	1903
21	1,8	1958	-11,1	6,38	-24,5	1912	4,3	1958	-6,8	5,42	-17,8	1929	-0,8	1955	-14,8	7,35	-28,9	1924
22	-0,8	1935	-10,6	6,12	-24,6	1945	1,2	1935	-6,7	5,24	-17,7	1945	-1,9	1935	-14,3	6,85	-29,8	1917
23	0,7	1915	-10,3	6,06	-25,7	1945	1,2	1955	-6,8	5,43	-19,8	1945	-1,0	1915	-14,0	6,58	-29,7	1945
24	0,8	1903	-9,8	6,40	-25,5	1945	2,5	1935	-6,8	5,63	-20,8	1945	-0,3	1947	-13,5	7,25	-29,0	1945
25	0,7	1915	-11,0	6,54	-25,3	1917	0,9	1947	-7,6	5,37	-20,0	1928	-2,0	1915	-14,5	7,25	-30,8	1917
26	0,2	1950	-11,2	6,02	-23,6	1912	1,7	1941	-6,6	5,02	-17,2	1945	-1,5	1915	-15,0	6,95	-28,4	1912
27	1,5	1903	-10,6	5,82	-22,9	1945	0,9	1947	-6,8	4,78	-16,0	1945	-1,6	1950	-14,6	6,89	-28,4	1945
28	-1,2	1918	-10,5	5,17	-18,8	1945	0,5	1950	-6,5	3,94	-12,7	1963	-3,8	1943	-14,6	6,08	-25,7	1933
29	-3,2	1960	-10,7	3,70	-17,8	1924	-0,9	1960	-6,7	3,45	-12,0	1924	-6,1	1960	-15,2	4,47	-23,1	1924

Число месяцев	Средняя суточная						Максимальная						Минимальная					
	наиболее высокая	год	средняя	σ	наиболее низкая	год	наиболее высокая	год	средняя	σ	наиболее низкая	год	наиболее высокая	год	средняя	σ	наиболее низкая	год
Март																		
1	0,4	1943	-9,4	4,84	-19,5	1954	1,1	1943	-6,0	4,08	-13,1	1954	-0,8	1943	-13,6	5,52	-25,5	1954
2	0,7	1906	-8,7	5,10	-18,6	1954	1,7	1944	-4,9	4,32	-14,7	1929	-0,3	1925	-12,9	5,75	-22,0	1933
3	1,2	1944	-7,8	5,00	-18,0	1919	2,2	1925	-3,4	3,88	-12,8	1954	0,5	1944	-11,9	5,66	-25,2	1929
4	1,5	1930	-7,9	5,27	-21,9	1963	2,3	1930	-3,7	4,16	-16,7	1963	0,2	1944	-11,6	5,88	-25,8	1919
5	0,7	1944	-8,6	4,85	-21,7	1963	2,5	1949	-4,6	4,74	-15,7	1928	-0,1	1926	-12,3	5,46	-28,6	1963
6	1,4	1962	-8,5	5,3	-23,6	1964	3,6	1944	-4,5	4,70	-15,6	1964	0,2	1962	-12,7	6,19	-28,4	1964
7	3,6	1962	-8,2	5,38	-19,7	1964	7,7	1962	-3,5	4,87	-14,3	1964	0,9	1962	-12,4	6,40	-28,1	1964
8	2,6	1962	-7,3	4,99	-17,3	1960	6,4	1962	-3,0	4,37	-11,4	1960	1,0	1962	-11,2	5,64	-21,7	1960
9	2,1	1906	-6,9	4,88	-18,5	1915	3,1	1930	-3,2	3,98	-12,7	1929	0,5	1906	-10,7	5,64	-23,6	1929
10	3,7	1925	-7,4	4,70	-19,8	1915	6,3	1925	-3,4	3,31	-9,6	1929	0,8	1925	-10,8	5,69	-24,7	1909
11	1,9	1925	-7,4	4,85	-20,2	1918	4,4	1925	-2,9	3,60	-11,1	1928	0,1	1937	-11,3	5,77	-25,0	1915
12	0,8	1930	-7,4	4,47	-16,0	1918	2,7	1925	-3,2	3,74	-10,5	1948	0,2	1930	-11,1	5,73	-23,5	1918
13	1,8	1919	-6,9	4,50	-19,7	1902	2,0	1930	-2,9	3,42	-11,2	1928	-0,8	1930	-10,8	5,42	-22,7	1902
14	1,8	1930	-6,5	4,46	-21,1	1902	3,5	1961	-1,8	3,36	-9,9	1932	0,2	1930	-10,4	5,56	-26,3	1902
15	2,2	1934	-6,7	4,47	-16,8	1942	3,8	1934	-2,2	3,61	-11,2	1932	0,0	1940	-10,6	5,71	-23,9	1942
16	2,4	1940	-5,6	4,16	-15,1	1928	5,5	1940	-1,7	3,57	-10,1	1941	0,4	1940	-9,7	5,22	-19,9	1928
17	1,4	1962	-6,0	4,71	-17,9	1917	3,9	1962	-2,0	3,55	-10,4	1942	-0,6	1962	-9,4	5,67	-21,9	1960
18	2,6	1962	-6,3	5,06	-20,4	1963	6,8	1962	-3,0	4,45	-13,9	1957	0,7	1962	-9,9	5,90	-23,4	1957
19	3,1	1913	-6,9	5,53	-22,2	1963	7,0	1934	-3,4	5,14	-15,2	1958	0,7	1914	-10,8	6,54	-28,6	1963
20	2,2	1913	-6,1	5,11	-18,7	1963	3,6	1965	-2,3	4,39	-13,5	1963	0,7	1961	-9,8	6,01	-24,1	1963
21	4,0	1901	-5,8	5,22	-19,5	1942	4,2	1961	-2,3	4,26	-12,8	1942	0,9	1913	-10,2	6,28	-24,6	1942
22	3,2	1913	-4,8	4,70	-16,5	1958	4,7	1951	-0,9	3,94	-11,0	1942	0,7	1913	-8,9	5,70	-23,0	1958
23	3,8	1955	-3,9	4,45	-15,3	1963	6,3	1955	-0,1	3,90	-10,0	1963	0,0	1951	-7,8	5,57	-22,8	1919
24	3,8	1955	-3,7	4,38	-14,5	1911	7,3	1955	-0,2	3,53	-9,3	1963	1,7	1955	-7,3	5,37	-19,7	1911
25	3,9	1913	-3,3	4,13	-13,6	1911	8,2	1955	0,3	3,90	-7,5	1958	0,3	1925	-7,0	5,28	-19,4	1927
26	4,7	1906	-3,0	4,22	-15,9	1918	8,6	1939	0,6	3,67	-9,2	1927	2,0	1906	-6,2	5,07	-17,7	1927
27	4,7	1951	-3,2	4,53	-15,0	1908	10,7	1951	1,0	3,76	-7,1	1934	1,1	1955	-6,6	5,65	-20,9	1927
28	5,0	1961	-2,4	4,45	-13,3	1927	10,1	1939	1,0	4,38	-7,5	1934	2,4	1955	-6,2	5,52	-19,3	1927

29	5,1	1930	-2,1	4,55	-13,7	1918	10,0	1937	1,5	3,83	-6,2	1944	3,4	1901	-5,5	5,56	-18,8	1918
30	7,4	1906	-1,6	4,41	-11,5	1952	14,1	1937	1,7	4,34	-8,2	1952	4,0	1901	-5,1	5,46	-19,2	1918
31	7,2	1951	-1,4	4,20	-12,0	1963	13,8	1951	2,0	4,37	-6,4	1963	3,6	1930	-4,9	5,04	-17,6	1952

Апрель

1	8,1	1951	-1,3	4,14	-12,8	1963	15,5	1951	2,0	4,45	-7,5	1963	3,9	1947	-4,4	4,75	-18,7	1963
2	9,2	1951	-0,9	3,85	-10,7	1963	17,5	1951	2,4	4,39	-6,4	1963	3,9	1951	-4,3	4,11	-14,6	1963
3	10,5	1947	-0,2	3,66	-7,9	1939	19,0	1951	3,1	4,39	-2,3	1939	6,8	1947	-3,4	4,12	-12,8	1904
4	10,5	1951	0,0	3,84	-9,2	1904	19,0	1951	3,5	5,14	-4,8	1931	4,0	1951	-3,5	4,16	-15,2	1904
5	11,5	1951	0,4	3,57	-9,4	1904	19,3	1951	3,9	4,71	-5,3	1931	4,8	1951	-3,0	3,92	-16,6	1904
6	10,7	1951	0,8	3,50	-9,9	1904	17,2	1951	4,8	4,40	-2,1	1931	5,8	1951	-2,7	3,81	-16,6	1904
7	12,6	1951	1,3	4,15	-10,2	1904	20,3	1951	5,6	5,25	-1,3	1936	6,6	1951	-2,3	4,10	-16,6	1904
8	13,0	1961	1,5	4,38	-10,6	1926	23,0	1961	5,9	5,28	-7,0	1926	6,4	1961	-2,0	4,49	-16,1	1904
9	13,4	1961	1,7	4,02	-8,4	1926	19,4	1961	6,0	4,70	-5,4	1926	9,1	1961	-1,5	3,93	-12,1	1926
10	11,8	1962	2,0	4,08	-9,9	1926	17,3	1951	6,2	5,45	-5,4	1926	7,7	1913	-1,5	3,76	-14,0	1926
11	12,3	1962	2,0	4,09	-9,1	1928	18,9	1962	6,1	5,33	-5,5	1928	5,6	1962	-1,8	3,92	-13,0	1926
12	13,6	1959	2,6	3,99	-6,2	1928	19,5	1962	6,7	5,47	-2,2	1928	8,2	1959	-0,8	3,56	-10,7	1928
13	13,6	1962	2,8	3,77	-5,6	1923	21,1	1962	7,0	4,69	-1,0	1928	8,5	1951	-0,5	3,66	-12,0	1928
14	14,0	1962	3,4	3,95	-5,5	1923	21,0	1935	7,7	5,37	0,5	1928	8,6	1962	-0,2	3,11	-7,6	1941
15	15,0	1962	4,2	4,06	-3,4	1902	21,7	1962	8,4	5,31	1,5	1926	8,2	1959	0,3	3,37	-7,0	1941
16	13,4	1917	5,0	4,11	-4,4	1902	19,9	1951	9,4	5,30	0,4	1949	8,7	1917	1,1	3,35	-8,2	1902
17	17,3	1925	5,9	4,44	-6,7	1929	20,1	1951	10,3	5,49	-3,0	1929	9,9	1906	1,6	3,87	-10,5	1929
18	15,3	1917	6,6	4,37	-6,2	1929	20,7	1924	11,5	5,44	-1,1	1929	9,2	1917	2,1	3,55	-11,8	1929
19	14,5	1950	7,2	4,08	-0,6	1945	22,5	1935	12,3	5,43	2,6	1952	9,6	1956	2,8	3,36	-8,7	1929
20	16,6	1901	7,6	4,27	-1,0	1945	22,3	1950	12,6	5,54	1,4	1952	10,8	1956	3,1	3,47	-3,6	1945
21	16,9	1901	7,9	4,17	1,0	1945	22,5	1930	12,8	5,09	3,1	1929	10,2	1950	3,3	3,47	-3,1	1944
22	17,4	1901	7,8	4,13	-0,9	1948	23,5	1930	12,9	5,03	1,2	1948	9,9	1906	3,5	3,43	-3,7	1961
23	17,5	1901	8,1	4,15	-3,5	1912	21,9	1938	13,5	4,92	1,4	1948	10,6	1901	3,3	3,62	-5,3	1912
24	18,3	1901	8,7	4,26	0,1	1929	25,6	1950	14,1	5,08	3,6	1929	12,7	1901	3,4	3,55	-4,3	1929
25	17,6	1950	9,3	4,57	-2,4	1948	24,0	1950	14,4	5,53	0,8	1948	12,5	1906	4,1	3,64	-4,5	1929
26	18,2	1950	9,4	4,56	-1,0	1948	25,8	1950	14,4	5,76	2,2	1935	11,1	1950	4,5	3,77	-4,7	1948
27	19,0	1950	9,3	4,67	0,6	1930	26,0	1950	14,7	5,15	4,7	1924	10,4	1906	4,4	3,78	-3,0	1930
28	20,4	1950	10,0	4,49	-1,3	1930	27,6	1950	14,8	6,06	1,2	1942	11,5	1906	4,6	3,95	-5,3	1930
29	20,4	1950	10,6	4,30	0,2	1940	28,7	1950	16,1	5,19	3,0	1960	14,6	1938	5,4	3,85	-3,9	1930
30	21,6	1950	10,6	4,69	-0,4	1961	29,7	1950	15,9	5,68	3,0	1940	14,5	1950	5,1	3,88	-5,2	1961

Число ме- сяца	Средняя суточная						Максимальная						Минимальная					
	наиболее высокая	год	средняя	σ	наиболее низкая	год	наиболее высокая	год	средняя	σ	наиболее низкая	год	наиболее высокая	год	средняя	σ	наиболее низкая	год

Май

1	18,0	1925	11,2	4,31	—2,0	1913	25,8	1949	16,7	4,87	6,2	1940	11,5	1907	5,6	3,82	—3,8	1913
2	20,4	1911	11,1	4,96	—1,3	1913	25,0	1925	16,1	5,52	4,8	1940	11,9	1931	6,2	3,70	—4,8	1913
3	20,0	1911	10,7	4,58	—0,4	1928	24,3	1948	16,1	5,55	1,1	1928	12,4	1948	5,3	3,95	—2,6	1913
4	19,4	1910	10,4	5,10	—3,1	1918	25,4	1939	16,8	5,56	3,8	1928	12,8	1906	5,3	4,05	—4,7	1918
5	19,8	1925	10,5	5,22	—3,5	1918	26,3	1925	16,3	5,34	4,0	1928	13,7	1954	5,6	4,33	—8,0	1918
6	19,7	1925	10,7	5,56	—0,2	1908	26,0	1957	16,6	6,12	4,5	1965	13,8	1925	5,3	4,39	—3,6	1919
7	20,7	1957	11,4	4,97	2,0	1908	27,8	1957	17,1	5,72	4,2	1926	13,3	1906	6,1	4,15	—1,7	1908
8	22,6	1957	11,5	4,62	0,7	1952	27,1	1963	17,5	5,30	4,0	1926	19,4	1957	6,4	4,41	—2,5	1918
9	22,4	1957	11,2	5,23	—0,3	1952	28,5	1957	17,2	5,71	3,0	1952	19,7	1957	6,0	4,64	—4,5	1952
10	24,2	1957	11,5	5,36	—0,3	1918	30,2	1957	17,3	5,84	4,0	1939	17,6	1957	6,3	4,92	—6,7	1918
11	22,9	1957	12,1	5,06	1,6	1939	29,6	1957	18,0	5,44	5,4	1939	15,1	1957	6,8	4,50	—2,1	1912
12	21,8	1957	12,4	4,62	2,6	1939	28,5	1957	18,4	4,69	8,0	1939	16,7	1943	6,8	3,95	—2,4	1939
13	21,9	1957	13,3	4,77	4,4	1939	29,6	1959	18,9	5,50	7,5	1941	15,6	1932	7,2	4,35	—1,8	1939
14	23,4	1925	13,6	5,05	0,9	1913	30,5	1957	19,9	5,70	8,0	1927	16,0	1959	8,0	4,25	—0,7	1917
15	23,0	1957	13,8	4,72	2,7	1913	28,2	1957	20,2	4,68	11,0	1954	17,0	1957	8,0	3,69	—2,3	1913
16	22,0	1955	14,5	4,61	2,8	1936	29,3	1935	20,9	5,11	7,4	1936	15,4	1934	8,4	4,15	—3,7	1936
17	23,7	1955	14,5	4,73	2,7	1911	30,9	1955	20,9	5,08	11,7	1945	15,4	1955	8,7	3,80	—1,4	1936
18	23,9	1923	14,2	4,69	6,0	1911	29,6	1953	21,1	5,50	9,5	1932	16,1	1929	8,5	4,19	—2,3	1911
19	22,8	1953	14,6	4,61	5,0	1917	31,0	1953	21,1	5,09	11,0	1952	18,1	1953	9,0	4,05	1,2	1933
20	23,4	1923	14,8	4,32	6,4	1961	29,5	1957	21,1	4,90	9,9	1961	14,9	1942	8,9	3,86	—0,4	1933
21	22,9	1923	15,0	4,45	7,1	1907	29,6	1946	21,3	4,53	12,3	1924	15,9	1939	9,2	3,99	0,7	1961
22	24,0	1906	14,8	4,76	3,5	1917	30,1	1957	21,0	5,12	7,7	1924	17,6	1950	8,8	3,96	1,6	1960
23	23,0	1906	14,6	4,89	3,4	1917	29,4	1957	20,8	5,08	10,5	1924	17,3	1939	9,2	4,31	—0,2	1909
24	23,2	1939	14,8	5,17	4,2	1918	30,4	1939	20,9	5,50	10,1	1959	16,1	1957	8,8	4,38	—0,3	1959
25	23,4	1905	15,3	4,56	7,1	1956	29,4	1957	21,2	5,16	9,3	1956	16,4	1957	9,1	4,10	0,1	1940
26	24,6	1905	14,9	4,25	5,8	1945	30,4	1957	21,3	4,38	11,3	1945	17,5	1905	8,9	3,88	1,3	1940
27	25,1	1924	15,6	4,33	4,5	1916	30,7	1924	21,9	4,68	12,6	1941	17,2	1931	9,9	3,77	0,6	1953
28	24,3	1905	15,7	4,54	3,6	1916	31,2	1958	21,3	5,45	9,5	1940	18,0	1958	10,0	3,57	1,2	1916

29	24,1	1958	15,9	4,13	6,3	1916	30,4	1958	21,2	4,34	14,7	1941	17,4	1958	10,2	3,68	0,8	1940
30	24,3	1958	15,5	4,40	4,4	1907	29,6	1936	21,4	4,74	13,6	1963	18,9	1906	10,6	3,63	2,0	1907
31	22,9	1933	15,2	4,30	6,5	1908	29,4	1948	20,8	4,69	11,3	1947	17,0	1958	9,6	4,02	1,6	1917

Июнь

1	24,6	1948	15,3	4,63	2,3	1916	30,8	1948	21,0	4,94	9,5	1947	18,9	1948	9,7	4,39	-0,6	1916
2	24,0	1936	15,3	4,56	2,0	1916	32,4	1936	21,4	4,71	10,9	1930	17,3	1908	9,6	4,34	-0,4	1916
3	24,5	1906	15,6	4,61	6,6	1941	31,0	1948	21,5	5,38	11,8	1941	16,8	1946	9,7	3,87	1,4	1930
4	25,4	1901	15,7	4,84	5,6	1941	30,8	1948	21,3	5,60	10,5	1930	20,8	1901	10,6	4,28	0,9	1941
5	25,1	1948	16,0	4,48	4,0	1947	32,0	1948	21,5	5,31	8,4	1947	18,1	1962	10,3	4,41	0,7	1908
6	26,3	1948	16,7	3,97	8,4	1941	34,3	1948	22,1	4,78	11,9	1941	19,4	1948	10,8	3,54	3,5	1930
7	25,9	1948	17,0	4,41	6,5	1962	32,8	1948	22,1	5,58	9,5	1941	20,4	1948	11,2	3,63	2,5	1941
8	26,0	1948	17,5	4,30	7,8	1928	32,0	1948	22,3	5,04	11,1	1931	19,9	1948	11,8	3,99	2,4	1950
9	26,0	1948	17,6	4,11	8,2	1963	32,5	1948	22,8	4,74	12,4	1962	18,7	1948	11,9	3,63	2,9	1928
10	24,9	1948	17,5	4,26	6,3	1963	31,2	1948	22,7	4,65	11,9	1963	20,0	1949	11,6	3,80	1,5	1963
11	26,9	1924	17,9	4,18	7,3	1926	34,5	1924	23,6	4,84	9,7	1926	20,1	1912	12,1	4,03	2,2	1963
12	29,4	1924	19,0	3,97	11,2	1926	36,2	1924	24,5	4,93	15,0	1926	21,6	1924	12,5	3,54	3,5	1926
13	28,0	1924	19,4	4,21	10,9	1950	33,4	1924	25,0	5,08	11,7	1929	19,2	1951	13,4	3,29	4,7	1926
14	29,2	1924	19,2	4,50	8,6	1950	35,4	1924	24,7	5,41	11,3	1926	20,4	1924	13,5	3,73	5,1	1950
15	30,1	1924	18,8	4,52	7,8	1937	37,4	1924	24,0	5,89	10,5	1937	21,1	1912	13,0	3,81	6,1	1917
16	29,7	1924	19,2	4,39	8,1	1937	37,5	1924	24,9	5,37	9,4	1937	21,0	1924	13,2	3,40	6,6	1900
17	30,9	1924	19,1	4,81	8,1	1937	37,0	1924	23,9	5,75	11,3	1958	20,1	1912	13,2	3,82	6,2	1903
18	28,6	1901	18,8	4,59	9,4	1930	35,8	1924	23,5	5,30	12,2	1937	23,9	1924	13,6	3,91	5,5	1930
19	27,9	1912	18,3	3,95	10,8	1959	30,5	1956	23,4	4,19	13,9	1959	21,1	1912	12,7	3,40	5,5	1930
20	26,5	1901	18,3	4,18	10,2	1930	30,3	1949	23,6	4,45	13,5	1930	19,2	1902	12,3	3,34	5,5	1934
21	26,4	1901	19,2	4,03	8,2	1906	32,4	1923	25,0	4,05	14,5	1942	19,8	1923	13,0	3,12	6,8	1906
22	28,9	1901	19,3	4,58	9,7	1910	34,0	1948	24,3	4,78	11,9	1942	21,1	1948	13,4	3,69	6,4	1942
23	27,1	1948	19,3	4,50	9,6	1910	33,3	1948	24,8	4,87	13,7	1942	20,8	1918	14,0	3,93	5,1	1910
24	28,3	1918	19,3	4,20	6,9	1910	34,5	1948	24,7	4,47	13,8	1959	22,5	1948	13,6	3,61	4,1	1910
25	28,4	1948	19,4	4,16	10,8	1959	34,5	1948	24,5	4,77	12,6	1959	21,8	1918	13,4	3,74	5,1	1951
26	27,3	1948	20,0	4,02	10,8	1941	34,7	1948	25,2	5,20	13,6	1941	20,6	1948	14,1	3,21	7,0	1935
27	27,2	1957	19,5	3,82	12,4	1941	35,1	1957	25,0	4,53	15,7	1934	20,3	1911	14,1	3,00	6,9	1915
28	28,0	1911	19,5	3,99	9,7	1941	34,2	1939	24,7	4,96	13,0	1941	20,3	1911	14,1	3,03	7,3	1941
29	29,0	1954	19,8	3,76	10,4	1944	36,3	1954	24,7	4,19	13,0	1944	21,8	1911	14,4	3,04	7,0	1941
30	28,4	1911	19,4	3,66	12,0	1944	34,6	1954	24,2	4,58	14,4	1944	21,8	1911	14,2	2,97	9,2	1953

Число ме- сяца	Средняя суточная						Максимальная						Минимальная					
	наиболее высокая	год	средняя	σ	наиболее низкая	год	наиболее высокая	год	средняя	σ	наиболее низкая	год	наиболее высокая	год	средняя	σ	наиболее низкая	год

Июль

1	28,4	1911	19,2	3,89	11,2	1947	34,7	1954	24,4	4,25	14,5	1944	21,3	1911	14,0	3,38	5,2	1947
2	28,3	1906	19,0	3,80	11,1	1957	33,0	1931	23,8	3,98	15,2	1957	22,8	1911	13,6	3,29	8,4	1947
3	28,2	1906	19,1	3,84	12,3	1963	32,8	1959	23,9	4,47	15,2	1951	19,9	1906	13,6	3,07	6,4	1947
4	29,8	1906	19,7	4,21	12,6	1963	35,0	1938	24,5	4,18	16,6	1946	21,9	1906	14,0	3,54	7,7	1963
5	29,8	1906	20,2	4,01	10,3	1912	36,9	1938	25,5	4,34	13,2	1946	21,9	1906	14,5	3,31	5,9	1905
6	29,0	1938	20,3	3,93	12,2	1926	34,9	1938	25,7	4,63	15,7	1926	21,9	1906	14,6	3,12	7,6	1912
7	29,6	1911	20,2	4,01	10,8	1952	35,4	1938	25,2	4,40	15,8	1948	22,8	1911	14,6	3,52	5,2	1926
8	27,8	1931	20,0	3,91	11,3	1912	34,6	1931	25,3	4,20	16,6	1957	21,8	1911	14,6	3,19	9,1	1952
9	26,7	1954	19,6	3,72	11,9	1952	34,7	1931	25,1	4,40	16,0	1957	21,6	1954	14,3	2,95	7,6	1952
10	28,4	1954	20,2	3,93	12,0	1935	35,3	1954	25,4	4,56	14,1	1935	20,6	1954	14,5	3,14	6,8	1926
11	29,1	1954	20,9	3,83	13,2	1905	37,2	1954	26,4	4,07	17,2	1930	23,1	1954	14,9	3,50	8,0	1926
12	28,8	1903	21,1	3,82	13,2	1955	34,0	1947	26,0	4,46	15,8	1928	21,4	1943	15,5	3,02	9,6	1912
13	28,1	1917	20,8	3,28	14,4	1955	34,1	1931	26,2	3,73	19,0	1948	21,5	1947	15,4	2,75	9,3	1955
14	28,5	1917	20,8	3,27	11,3	1912	33,5	1929	26,7	3,67	17,2	1935	21,2	1917	15,2	2,60	6,1	1912
15	30,2	1917	20,9	3,50	12,8	1945	34,4	1936	27,0	3,57	18,5	1945	20,9	1917	15,3	2,96	7,7	1901
16	26,9	1936	20,6	3,01	13,2	1945	35,6	1936	26,0	3,90	18,3	1924	21,1	1936	15,3	2,65	7,4	1945
17	27,3	1951	20,2	3,16	14,2	1923	34,7	1936	25,6	4,08	17,1	1923	20,3	1934	14,7	2,65	7,6	1914
18	27,3	1933	19,8	3,03	12,8	1950	31,4	1931	25,1	3,72	14,8	1950	21,3	1951	14,7	2,36	9,4	1923
19	27,5	1933	19,8	3,42	10,9	1965	32,8	1939	25,1	4,09	14,6	1965	20,6	1933	14,5	2,81	7,2	1926
20	26,7	1903	19,8	3,52	10,9	1965	33,5	1960	25,1	4,37	13,9	1929	20,8	1933	14,5	2,92	7,7	1914
21	27,0	1960	19,7	3,25	11,9	1901	32,4	1960	24,9	3,81	18,2	1929	20,2	1962	14,5	2,70	6,9	1949
22	27,0	1960	19,9	3,08	13,4	1964	32,4	1960	25,0	3,38	19,0	1924	20,1	1960	14,3	2,69	7,7	1901
23	28,1	1931	20,1	3,44	11,9	1964	35,1	1931	25,6	4,14	16,5	1964	20,6	1960	14,6	2,88	7,0	1964
24	28,0	1931	20,5	3,35	13,5	1901	34,7	1957	25,9	4,14	16,9	1951	20,9	1931	14,9	2,80	8,4	1900
25	28,0	1957	20,4	3,19	13,6	1951	35,0	1957	26,1	3,79	16,8	1951	20,7	1957	14,8	2,70	9,7	1964
26	26,6	1957	20,2	3,18	12,5	1951	33,5	1957	25,4	4,13	15,3	1951	21,6	1957	14,8	2,77	7,1	1947
27	26,8	1958	19,9	3,25	12,4	1951	34,7	1936	25,6	4,16	15,2	1951	20,2	1936	14,6	2,60	8,1	1912
28	27,4	1960	19,4	3,22	12,9	1948	34,1	1960	25,1	3,70	17,5	1948	21,5	1931	14,6	2,62	8,8	1948

29	28,0	1914	19,3	3,48	11,3	1900	34,2	1960	25,0	3,57	18,1	1935	21,4	1931	13,8	2,84	8,4	1948
30	28,6	1910	19,5	3,56	10,8	1916	34,6	1938	25,2	3,88	18,2	1948	21,2	1910	14,1	2,73	7,5	1941
31	30,1	1936	19,5	3,51	11,9	1962	36,6	1936	25,1	4,21	16,4	1948	21,7	1936	14,1	3,03	7,5	1962

Август

1	29,7	1936	19,7	3,61	11,4	1948	36,1	1936	25,1	4,35	15,0	1948	23,0	1936	14,2	3,03	7,4	1906
2	29,4	1936	19,7	3,81	13,0	1948	36,6	1936	25,7	4,47	16,5	1962	22,7	1936	14,3	3,02	7,9	1948
3	29,6	1936	19,7	3,82	13,1	1962	36,7	1936	26,0	4,85	16,1	1928	23,3	1936	14,1	3,24	8,8	1959
4	28,2	1936	19,6	3,64	13,1	1907	34,5	1936	25,8	4,52	15,2	1923	21,2	1936	14,3	3,05	7,6	1963
5	28,1	1936	19,1	3,55	10,8	1944	36,5	1936	25,4	3,99	17,4	1928	22,0	1936	14,0	3,02	6,2	1923
6	28,6	1936	19,0	4,15	9,1	1944	36,7	1936	24,2	5,24	11,5	1944	22,0	1936	13,9	3,24	6,5	1944
7	27,1	1930	18,7	4,23	9,4	1944	34,9	1940	24,0	5,14	11,9	1944	20,5	1936	13,7	3,35	4,5	1963
8	28,5	1901	18,6	3,62	11,2	1935	33,1	1940	23,9	4,23	16,8	1935	20,5	1930	13,6	3,17	6,9	1907
9	24,9	1932	18,7	3,40	12,5	1907	31,6	1962	24,4	3,71	17,2	1957	18,3	1943	13,6	2,87	7,4	1918
10	25,6	1962	18,8	3,79	10,6	1957	31,6	1962	24,6	4,19	16,0	1957	19,1	1932	13,4	3,02	7,7	1915
11	27,0	1901	19,0	3,97	11,1	1956	33,5	1965	24,7	4,55	13,6	1926	20,5	1963	13,6	3,42	5,0	1939
12	27,3	1901	19,0	3,86	11,8	1916	32,4	1930	24,2	4,59	14,7	1926	19,7	1901	13,9	3,06	7,4	1916
13	27,3	1900	18,5	3,99	11,6	1959	32,1	1951	24,2	4,76	14,7	1926	19,6	1932	13,9	3,15	7,2	1916
14	26,4	1929	18,2	3,96	10,2	1918	33,8	1929	24,2	5,05	14,6	1958	20,7	1948	13,3	3,09	7,1	1923
15	28,0	1948	18,0	3,91	8,0	1933	35,2	1948	23,9	5,18	14,4	1933	20,6	1946	13,3	3,32	6,1	1955
16	26,3	1951	18,1	3,83	10,3	1933	34,2	1948	25,1	4,86	14,8	1965	21,3	1951	13,0	3,24	4,6	1933
17	27,5	1930	18,1	3,78	10,7	1910	35,5	1930	24,7	5,03	14,7	1964	20,7	1930	13,4	3,24	6,0	1900
18	27,5	1930	17,9	3,67	10,6	1944	39,8	1930	24,2	5,34	15,5	1944	21,1	1935	13,2	3,20	4,5	1944
19	27,3	1930	18,2	3,47	12,6	1965	34,5	1951	24,7	4,78	17,4	1965	20,0	1930	13,0	2,99	7,9	1943
20	27,9	1930	18,5	3,49	12,1	1912	34,4	1920	24,9	4,32	17,8	1928	20,8	1946	13,5	2,92	5,8	1939
21	27,4	1946	18,2	3,70	12,2	1928	35,1	1951	24,4	4,53	16,9	1928	19,7	1949	13,2	3,02	6,2	1911
22	24,6	1930	17,8	3,92	8,1	1914	33,4	1930	24,1	4,68	14,7	1931	19,3	1941	12,9	2,85	6,1	1908
23	26,0	1930	17,8	3,88	9,0	1912	33,3	1930	23,6	4,71	13,1	1943	19,4	1940	12,6	3,51	3,6	1912
24	26,2	1930	17,5	3,60	9,8	1912	34,4	1940	23,6	4,57	14,6	1943	19,3	1932	12,3	2,99	6,3	1962
25	26,0	1938	17,1	3,69	9,3	1944	34,6	1938	23,0	5,36	12,5	1923	19,8	1930	12,3	3,02	5,7	1936
26	26,0	1938	16,8	4,10	8,2	1949	33,6	1929	22,5	5,44	10,5	1949	20,3	1946	12,0	3,16	4,6	1944
27	24,9	1938	16,4	3,68	7,6	1950	33,1	1938	21,8	4,52	12,8	1950	18,8	1910	11,2	3,41	3,5	1950
28	26,2	1938	16,6	3,66	9,4	1950	34,5	1938	22,2	4,27	15,0	1950	18,9	1957	11,3	3,46	4,6	1932
29	23,9	1938	16,6	3,48	8,8	1906	31,7	1938	22,3	4,31	14,0	1935	18,0	1946	11,7	3,02	5,5	1950
30	24,2	1909	16,2	4,09	6,6	1900	32,4	1953	21,9	4,76	14,3	1935	18,4	1956	11,5	3,43	2,1	1900
31	23,5	1957	15,8	4,03	8,2	1900	31,1	1956	21,4	4,79	10,7	1935	18,9	1951	11,2	3,63	3,9	1906

Число ме- сца	Средняя суточная						Максимальная						Минимальная					
	наиболее высокая	год	средняя	σ	наиболее низкая	год	наиболее высокая	год	средняя	σ	наиболее низкая	год	наиболее высокая	год	средняя	σ	наиболее низкая	год

Ноябрь

1	9,3	1932	0,7	4,50	-9,4	1908	12,9	1929	4,5	4,96	-7,1	1956	6,3	1924	-2,2	4,44	-13,2	1908
2	11,6	1932	0,4	4,97	-14,9	1914	14,5	1926	4,6	4,85	-5,7	1940	10,6	1932	-2,6	5,22	-16,8	1914
3	10,6	1938	-0,0	4,72	-16,2	1914	12,5	1932	3,7	4,29	-3,7	1956	8,9	1938	-2,8	5,28	-19,2	1914
4	11,0	1938	-0,1	4,19	-12,6	1907	12,5	1938	3,4	3,98	-4,8	1956	9,9	1938	-2,8	5,01	-17,1	1914
5	6,5	1957	-0,3	3,60	-14,1	1907	10,3	1938	3,1	3,55	-5,5	1956	5,7	1957	-3,0	4,33	-20,0	1907
6	5,8	1954	-0,9	3,87	-12,4	1907	9,3	1962	2,2	3,30	-5,6	1942	5,2	1913	-3,4	4,15	-14,0	1902
7	9,0	1910	-0,8	4,41	-14,1	1907	8,1	1962	2,2	3,69	-8,7	1942	4,5	1948	-3,5	4,67	-16,7	1907
8	9,6	1910	-1,0	4,60	-13,0	1942	10,7	1927	2,4	3,88	-7,7	1942	7,7	1910	-3,6	5,11	-17,2	1942
9	10,8	1925	-0,5	4,36	-11,4	1942	13,0	1925	2,5	4,65	-5,8	1964	7,3	1927	-3,5	4,83	-16,5	1942
10	10,8	1927	-1,1	4,63	-10,8	1942	12,8	1925	1,9	4,33	-7,5	1924	8,2	1927	-3,6	4,86	-15,4	1942
11	12,0	1927	-1,5	5,20	-13,0	1908	15,0	1927	1,7	4,87	-9,2	1924	8,8	1927	-4,1	5,67	-15,9	1908
12	7,2	1917	-2,3	4,67	-15,8	1951	12,8	1927	1,1	5,05	-10,5	1951	5,5	1936	-5,2	5,55	-20,5	1951
13	7,1	1917	-2,5	4,69	-17,1	1941	9,0	1927	0,1	4,37	-13,5	1941	5,3	1954	-5,2	5,20	-19,1	1951
14	6,5	1923	-2,7	5,10	-18,3	1908	10,9	1923	0,4	4,55	-11,4	1941	4,0	1954	-5,4	5,79	-23,0	1941
15	6,0	1950	-2,6	4,74	-15,2	1965	8,0	1950	0,0	4,43	-11,4	1965	4,4	1950	-5,1	5,79	-22,7	1908
16	6,4	1950	-2,3	5,11	-15,8	1965	11,4	1954	0,5	4,40	-12,5	1965	4,6	1950	-4,8	5,75	-20,6	1951
17	7,8	1923	-2,6	6,01	-22,9	1951	8,8	1923	0,3	4,73	-19,5	1951	5,5	1923	-5,0	6,39	-26,8	1951
18	6,1	1928	-3,7	5,55	-18,5	1951	7,7	1923	-0,9	5,04	-14,0	1960	3,5	1928	-6,0	6,52	-26,2	1902
19	5,8	1928	-4,0	4,91	-14,8	1965	7,1	1928	-1,8	4,82	-10,8	1965	3,8	1928	-6,6	5,32	-18,3	1965
20	7,8	1940	-4,3	4,89	-14,4	1965	9,7	1940	-2,4	5,23	-11,7	1932	5,1	1940	-6,9	5,46	-17,8	1965
21	7,6	1963	-4,4	4,92	-17,2	1941	9,5	1963	-2,4	4,80	-12,7	1941	6,0	1963	-7,3	5,57	-20,3	1941
22	4,6	1923	-5,2	5,26	-17,8	1941	9,5	1963	-2,9	4,95	-14,9	1941	2,2	1911	-8,1	5,52	-20,1	1941
23	4,5	1923	-5,6	5,29	-19,0	1902	6,6	1923	-3,4	4,29	-12,6	1941	1,8	1913	-8,3	5,98	-24,7	1902
24	5,3	1926	-5,4	4,55	-17,1	1907	7,7	1926	-3,6	4,35	-11,7	1941	2,6	1926	-8,1	5,17	-20,2	1930
25	3,1	1917	-5,4	4,85	-20,0	1953	6,5	1926	-3,6	4,57	-16,4	1953	0,9	1917	-8,2	5,36	-22,1	1953
26	5,3	1917	-5,5	5,12	-19,1	1961	3,7	1938	-3,5	4,40	-16,1	1961	3,7	1917	-7,8	5,91	-23,2	1961
27	3,3	1940	-6,4	5,62	-24,4	1961	6,6	1940	-3,7	5,09	-21,0	1961	0,6	1947	-9,1	6,28	-28,4	1961
28	4,1	1940	-6,6	5,83	-20,9	1931	6,1	1940	-3,8	5,07	-16,8	1931	1,3	1940	-9,6	6,63	-25,7	1931

29	2,8	1949	-6,3	6,10	-25,5	1931	4,5	1949	-3,8	5,94	-23,8	1931	0,5	1949	-9,3	6,65	-28,1	1931
30	3,8	1949	-5,6	5,25	-23,4	1931	5,3	1949	-3,4	5,13	-21,1	1931	1,8	1949	-8,6	6,18	-25,9	1931

Декабрь

1	1,6	1964	-5,5	4,62	-20,3	1931	2,8	1949	-2,7	4,03	-17,5	1931	0,6	1964	-8,3	5,47	-25,0	1931
2	2,9	1947	-5,7	5,28	-24,5	1933	4,7	1947	-3,2	4,85	-17,7	1931	0,7	1947	-8,4	5,74	-27,2	1933
3	4,1	1917	-6,0	5,72	-27,6	1933	5,1	1947	-3,3	5,33	-26,9	1933	1,0	1947	-8,8	6,32	-28,6	1933
4	1,6	1953	-5,9	4,81	-17,4	1958	2,1	1953	-3,1	4,17	-12,4	1958	1,0	1953	-8,9	6,06	-27,1	1933
5	3,9	1937	-6,1	5,90	-22,8	1959	5,5	1937	-3,2	4,99	-14,9	1959	0,0	1960	-9,3	6,52	-28,2	1941
6	4,7	1937	-7,1	6,95	-28,2	1959	6,7	1937	-4,3	6,73	-25,6	1959	1,4	1960	-9,7	7,16	-30,3	1941
7	3,2	1960	-7,4	6,41	-28,9	1959	4,3	1960	-4,7	6,26	-26,9	1959	2,1	1960	-10,2	7,11	-31,0	1959
8	2,8	1960	-7,2	5,34	-25,5	1959	4,2	1960	-4,3	5,44	-22,0	1959	0,9	1960	-10,5	6,32	-28,8	1959
9	1,4	1914	-6,9	4,89	-18,8	1933	2,8	1965	-4,8	4,49	-16,8	1933	-0,2	1965	-9,7	6,15	-27,2	1933
10	5,6	1935	-7,1	5,54	-24,6	1955	1,5	1951	-5,4	4,82	-21,1	1955	-1,1	1907	-9,7	5,79	-27,6	1955
11	0,4	1907	-7,4	4,68	-17,9	1946	1,2	1965	-4,9	3,92	-14,9	1946	-0,1	1907	-10,4	5,60	-26,6	1955
12	1,0	1965	-7,5	4,87	-22,5	1963	2,2	1965	-4,7	4,41	-19,0	1963	-0,5	1965	-10,3	5,28	-24,3	1963
13	0,0	1958	-8,5	5,78	-22,8	1929	2,1	1958	-6,1	5,56	-20,2	1963	-1,6	1965	-11,3	6,12	-24,8	1929
14	0,5	1915	-9,1	5,95	-24,0	1963	3,0	1957	-6,6	6,17	-21,0	1963	-1,7	1965	-12,4	6,36	-27,8	1963
15	1,9	1907	-10,2	6,33	-25,4	1902	3,4	1957	-6,8	5,68	-16,8	1955	-0,2	1910	-13,4	6,42	-27,7	1902
16	1,4	1907	-10,0	5,83	-24,2	1938	1,2	1925	-6,9	5,19	-22,0	1938	-0,6	1907	-13,7	6,08	-27,7	1902
17	0,6	1962	-9,4	6,13	-28,0	1946	1,5	1952	-6,8	5,33	-24,9	1946	-2,6	1952	-12,7	6,51	-29,9	1938
18	-0,7	1937	-9,7	6,14	-25,1	1946	2,7	1962	-6,6	5,70	-20,7	1938	-2,0	1937	-12,4	6,46	-28,6	1946
19	0,6	1937	-9,7	6,21	-24,0	1948	2,4	1958	-7,2	5,75	-20,5	1948	-0,1	1937	-12,4	6,88	-26,9	1948
20	0,3	1932	-9,3	6,22	-22,6	1938	1,4	1924	-6,6	5,93	-20,2	1938	-0,3	1958	-12,1	6,85	-26,1	1938
21	0,5	1909	-9,4	6,12	-22,1	1938	1,2	1932	-6,7	6,10	-20,1	1962	0,2	1910	-12,4	6,77	-26,4	1938
22	0,7	1957	-9,7	6,23	-22,5	1938	1,9	1932	-6,9	5,97	-18,9	1930	-0,1	1954	-12,4	6,82	-25,5	1938
23	0,1	1936	-9,8	6,53	-24,8	1955	1,0	1936	-7,4	6,08	-21,7	1955	-0,6	1954	-12,6	6,92	-28,1	1955
24	0,4	1925	-10,6	6,72	-26,8	1915	1,0	1960	-7,7	5,69	-20,1	1938	-0,3	1945	-13,4	7,47	-29,0	1907
25	-0,5	1960	-11,3	6,80	-27,1	1924	1,1	1925	-8,2	6,19	-25,9	1924	-1,7	1960	-14,6	7,30	-30,9	1915
26	-0,6	1910	-11,6	6,64	-29,8	1958	0,5	1936	-8,8	6,24	-23,2	1958	-1,2	1910	-14,6	7,14	-31,7	1958
27	0,1	1912	-10,6	6,07	-27,6	1958	0,9	1947	-7,5	5,33	-23,6	1958	-0,8	1910	-14,3	6,62	-32,2	1958
28	0,9	1910	-10,9	6,96	-26,0	1933	1,7	1959	-7,6	6,16	-21,5	1933	0,3	1910	-14,1	7,61	-27,7	1933
29	0,8	1931	-10,7	7,97	-30,5	1900	1,5	1931	-8,3	7,19	-25,5	1933	-0,2	1964	-13,7	8,23	-33,4	1900
30	0,9	1906	-11,3	7,61	-32,1	1900	1,4	1931	-8,1	6,73	-22,6	1929	-0,1	1906	-14,4	8,11	-33,5	1900
31	0,9	1913	-10,8	6,68	-24,5	1929	3,0	1947	-7,8	5,97	-22,4	1929	-0,1	1931	-14,2	7,82	-32,7	1900

Таблица 8

Даты наступления средних суточных температур воздуха выше 0, 5, 10, 15 °С (в период повышения температуры) и ниже 0, 5, 10, 15 °С (в период понижения температуры) различной обеспеченности

Средняя дата	Самая ранняя дата	Обеспеченность (%) указанных и более ранних дат							Самая поздняя дата
		5	10	25	50	75	90	95	

Выше 0 °С

4 IV | 20 III | 25 III | 30 III | 4 IV | 9 IV | 14 IV | 19 IV | 29 IV

Ниже 0 °С

2 XI | 10 X | 18 X | 23 X | 26 X | 2 XI | 9 XI | 14 XI | 17 XI |

Выше 5 °С

17 IV | 6 IV | 8 IV | 12 IV | 16 IV | 22 IV | 26 IV | 29 IV | 7 V

Ниже 5 °С

13 X | 30 IX | 3 X | 4 X | 7 X | 12 X | 18 X | 22 X | 25 X |

Выше 10 °С

1 V | 18 IV | 22 IV | 26 IV | 30 IV | 5 V | 10 V | 15 V | 26 V

Ниже 10 °С

23 IX | 7 IX | 11 IX | 14 IX | 18 IX | 22 IX | 27 IX | 1 X | 4 X |

Выше 15 °С

24 V | 4 V | 10 V | 17 V | 22 V | 30 V | 7 VI | 13 VI | 23 VI

Ниже 15 °С

2 IX | 6 VIII | 13 VIII | 19 VIII | 26 VIII | 1 IX | 8 IX | 16 IX | 22 IX |

Таблица 9

Продолжительность периода (дни) со средними суточными температурами воздуха выше 0, 5, 10, 15 °С различной обеспеченности

Средняя	Наименьшая	Обеспеченность (%) указанной и большей продолжительности							Наибольшая
		95	90	75	50	25	10	5	

Выше 0 °С

211 | 182 | 194 | 198 | 205 | 211 | 218 | 225 | 229 | 250

Выше 5 °С

178 | 146 | 161 | 165 | 172 | 179 | 185 | 191 | 194 | 200

Выше 10 °С

144 | 115 | 127 | 132 | 138 | 144 | 151 | 158 | 164 | 177

Выше 15 °С

100 | 56 | 73 | 79 | 90 | 102 | 110 | 118 | 123 | 141

Таблица 10

Сумма температур воздуха (°С) выше 0, 5, 10, 15 °С различной обеспеченности

Средняя	Наименьшая	Обеспеченность (%) указанных и больших сумм температур						
		95	90	75	50	25	10	5

Выше 0 °С

2740 | 2240 | 2340 | 2440 | 2590 | 2760 | 2890 | 2990 | 3040

Выше 5 °С

2650 | 2050 | 2250 | 2350 | 2500 | 2670 | 2800 | 2900 | 3000

Выше 10 °С

2400 | 1800 | 2000 | 2100 | 2250 | 2420 | 2550 | 2650 | 2750

Выше 15 °С

1840 | 840 | 1240 | 1370 | 1600 | 1880 | 2060 | 2210 | 2340

Таблица 11

Средняя месячная температура почвы (°C) различной обеспеченности

Глубина, см	Обеспеченность, %						
	2	5	10	50	90	95	98
Январь							
Поверхность	-20	-19	-18	-12	-7	-6	-6
40	-6,8	-5,8	-4,8	-2,0	-0,1	0,2	0,4
80	-2,2	-1,4	-0,8	0,6	1,5	1,8	1,9
160	2,2	2,5	2,7	3,4	4,0	4,2	4,4
320	6,1	6,2	6,2	6,6	7,2	7,4	7,6
Февраль							
Поверхность	-23	-21	-19	-11	-6	-5	-4
40	-6,7	-5,8	-5,1	-2,5	-0,6	-0,3	0,1
80	-2,7	-2,2	-1,8	-0,3	0,8	1,1	1,4
160	1,3	1,5	1,7	2,4	3,1	3,2	3,4
320	5,1	5,2	5,4	5,7	6,1	6,2	6,4
Март							
Поверхность	-12	-11	-10	-6	-3	-2	-2
40	-3,9	-3,4	-3,0	-1,7	-0,5	-0,4	-0,2
80	-2,5	-1,9	-1,5	-0,3	0,6	0,8	0,9
160	1,0	1,2	1,3	1,9	2,5	2,7	3,0
320	4,4	4,6	4,7	5,0	5,3	5,5	5,8
Апрель							
Поверхность	2	3	3	6	11	12	12
40	-0,2	-0,1	0,1	1,2	3,6	4,6	5,5
80	-0,3	-0,2	-0,1	0,4	2,2	2,9	3,7
160	1,1	1,2	1,3	1,7	2,7	3,0	3,4
320	4,0	4,1	4,2	4,4	4,8	5,0	5,2
Май							
Поверхность	13	13	14	16	22	23	23
40	4,9	5,9	6,7	9,9	12,1	12,3	12,5
80	2,2	3,2	4,1	7,4	9,2	9,4	9,5
160	2,5	2,8	3,1	4,7	6,3	6,6	6,8
320	3,5	3,7	3,9	4,3	5,0	5,2	5,3
Июнь							
Поверхность	19	19	20	22	26	26	27
40	11,5	12,4	13,1	15,2	17,5	18,0	18,5
80	9,6	10,2	10,7	12,6	14,3	14,6	14,8
160	7,0	7,4	7,8	8,9	9,8	10,1	10,4
320	4,7	5,0	5,2	5,7	6,3	6,4	6,6

Глубина, см	Обеспеченность, %						
	2	5	10	50	90	95	98

Июль

Поверхность	19	20	21	24	27	27	28
40	16,6	16,8	17,0	18,0	20,6	21,9	23,4
80	14,3	14,5	14,7	15,6	17,3	18,0	19,0
160	10,8	10,9	11,0	11,7	12,5	12,6	12,8
320	6,6	6,7	6,9	7,4	7,8	7,8	7,9

Август

Поверхность	17	18	19	21	24	25	25
40	15,6	16,0	16,4	17,9	20,2	20,7	21,3
80	15,2	15,4	15,5	16,2	17,7	18,3	19,0
160	12,3	12,4	12,7	13,2	14,2	14,6	15,2
320	8,3	8,4	8,6	9,0	9,4	9,4	9,5

Сентябрь

Поверхность	8	9	10	13	16	16	17
40	12,3	12,5	12,7	13,6	15,6	16,8	18,3
80	12,6	12,8	13,0	13,8	15,2	16,0	17,2
160	11,8	12,0	12,2	13,0	13,8	14,2	15,0
320	9,2	9,3	9,4	9,9	10,2	10,3	10,5

Октябрь

Поверхность	1	1	2	4	7	7	9
40	4,0	4,7	5,3	7,4	9,8	10,6	11,4
80	6,9	7,4	7,8	9,2	11,2	11,9	12,5
160	9,5	9,7	9,9	10,5	11,8	12,4	13,2
320	9,3	9,4	9,5	9,9	10,3	10,5	10,9

Ноябрь

Поверхность	-9	-8	-7	-4	0	0	1
40	1,1	1,2	1,4	2,2	3,8	4,6	5,6
80	3,0	3,4	3,7	4,9	6,4	7,2	8,3
160	6,1	6,3	6,6	7,4	8,8	9,6	10,5
320	8,6	8,6	8,7	9,0	9,7	10,1	10,6

Декабрь

Поверхность	-15	-14	-12	-8	-5	-3	-1
40	-3,3	-2,8	-2,4	-0,6	0,9	1,3	1,6
80	0,0	0,5	1,0	2,2	2,9	3,2	3,6
160	4,2	4,3	4,4	4,9	6,0	6,5	7,0
320	7,2	7,3	7,4	7,8	8,6	9,0	9,5

РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ

Таблица 12

Характеристика влажности воздуха в различные часы суток

Месяц	Парциальное давление водяного пара, гПа				Относительная влажность, %				Дефицит насыщения, гПа				Минимальная отно- сительная влажность, %	Число дней с относи- тельной влажностью		
	1	7	13	19	1	7	13	19	1	7	13	19		в один из сроков		в 13 ч
														≤30 %	≤50 %	
I	2,5	2,4	2,6	2,5	86	87	85	86	0,3	0,3	0,4	0,3	30	0,0	0,4	23
II	2,5	2,4	2,8	2,6	85	86	78	82	0,4	0,3	0,7	0,4	23	0,1	1	14
III	3,4	3,3	3,7	3,7	84	83	73	80	0,6	0,5	1,4	0,8	23	0,3	4	12
IV	6,1	5,9	6,2	6,5	78	78	57	68	1,9	1,8	5,9	3,8	6	2	13	5
V	8,9	9,1	8,7	9,2	70	68	46	54	4,2	4,6	12,1	8,9	7	8	21	3
VI	12,0	12,7	12,1	12,7	71	69	48	55	5,2	6,2	15,6	11,5	14	4	21	2
VII	14,5	15,1	14,7	15,4	77	75	52	61	4,7	5,4	15,3	11,0	18	2	17	3
VIII	13,6	13,8	13,8	14,2	77	78	52	63	4,6	4,4	14,5	9,4	17	3	16	3
IX	9,7	9,5	9,9	10,1	77	81	56	68	3,2	2,6	9,5	5,4	16	3	13	4
X	6,6	6,4	6,8	6,8	83	86	69	78	1,4	1,0	3,7	2,1	12	0,8	6	11
XI	4,4	4,3	4,6	4,5	86	88	80	84	0,6	0,5	1,1	0,8	19	0,1	2	18
XII	3,1	3,1	3,3	3,2	88	88	86	86	0,3	0,3	0,5	0,4	39	0,0	0,3	23
Год	7,3	7,3	7,4	7,6	80	81	65	72	2,3	2,3	6,7	4,6	6	23	115	121

Таблица 13

Повторяемость (%) относительной влажности воздуха в 13 ч в различных пределах

Относительная влажность, %	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0—9				0,1	0,1							
10—19				1,8	2,7	0,7	0,3	1,4	2,0	0,8	0,1	
20—29		0,2	0,8	5,3	18,7	12,1	6,3	7,2	6,5	1,6	0,3	
30—39	0,3	0,6	2,0	13,4	25,0	29,6	17,0	17,4	12,3	5,3	2,3	0,1
40—49	0,5	2,5	6,1	18,6	18,2	23,5	26,9	22,1	21,2	10,1	3,6	0,4
50—59	2,0	6,6	11,2	17,5	12,0	12,9	21,2	20,6	18,6	13,4	9,4	2,3
60—69	3,8	12,1	22,6	16,1	5,6	9,0	11,6	12,7	14,5	18,0	10,8	6,3
70—79	21,3	29,7	21,0	9,9	7,3	6,5	8,5	9,0	10,7	15,2	16,0	15,1
80—89	39,4	29,5	18,1	7,6	6,1	2,8	5,4	6,0	8,3	16,0	24,1	33,7
90—100	32,7	18,8	18,2	9,7	4,3	2,9	2,8	3,6	5,9	19,6	33,4	42,1

Таблица 14

Наибольшее и наименьшее месячное и годовое количество осадков (мм) различной обеспеченности

Месяц	Наблюденный максимум		Обеспеченность, %						Наблюденный минимум	
	мм	год	2	5	10	80	90	95	мм	год
I	103	1962	100	90	73	23	17	13	7	1891
II	132	1955	115	88	72	15	10	8	5	1916, 1969
III	98	1957	95	85	74	17	11	7	2	1903
IV	71	1901	69	62	55	14	9	6	2	1894
V	138	1928	128	104	88	23	12	7	4	1911
VI	131	1969	126	116	105	30	18	12	2	1951
VII	188	1916	158	124	104	36	26	19	11	1914
VIII	157	1914	139	120	104	24	13	8	3	1968
IX	124	1897	118	97	83	31	23	17	7	1892
X	129	1905	129	111	96	20	11	6	2	1961
XI	104	1963	103	86	74	23	15	10	5	1931
XII	129	1955	122	100	86	27	19	15	10	1903
Год	781	1916	778	750	720	470	427	390	344	1911

Таблица 15

Повторяемость (%) отклонений месячных сумм осадков от средних значений

Отклонение суммы осад- ков, мм	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Выше нормы												
0—20	29	25	24	30	21	19	15	24	30	22	21	21
21—40	7	9	14	13	13	17	7	9	5	9	15	15
41—60	5	5	4	2	5	7	9	7	5	6	4	2
61—80	2		2			4	4	4	2	7	2	
81—100		2			4							2
101—120								2				
121—140							2					
Ниже нормы												
1—20	43	39	38	43	27	26	36	25	41	32	34	44
21—40	14	20		12	25	20	22	16	13	13	24	14
41—60			18		5	7	5	13	4	11		2

Таблица 16

Месячное и годовое количество осадков (мм) различной обеспеченности

Среднее количество осадков, мм	Обеспеченность, %											
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	
Январь												
40	87	70	58	48	41	35	30	25	20	15	11	
Февраль												
34	81	63	48	40	34	29	24	20	15	11	8	
Март												
36	80	66	51	42	36	31	26	21	17	12	7	
Апрель												
32	71	60	50	42	35	29	24	19	15	9	5	
Май												
52	117	94	78	68	58	48	40	33	24	16	9	
Июнь												
55	123	99	81	68	59	50	40	33	25	18	10	
Июль												
64	141	114	93	79	67	57	48	40	32	21	12	

Среднее количество осадков, мм	Обеспеченность, %										
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95

Август

56 | 123 | 104 | 84 | 71 | 61 | 51 | 41 | 32 | 21 | 13 | 7

Сентябрь

50 | 107 | 87 | 72 | 63 | 55 | 46 | 40 | 32 | 24 | 15 | 8

Октябрь

48 | 104 | 84 | 69 | 60 | 52 | 44 | 36 | 30 | 24 | 14 | 7

Ноябрь

46 | 89 | 76 | 64 | 54 | 46 | 40 | 34 | 29 | 22 | 16 | 10

Декабрь

46 | 101 | 83 | 68 | 58 | 49 | 42 | 36 | 29 | 23 | 17 | 12

Год

559 | 779 | 716 | 676 | 634 | 597 | 559 | 530 | 500 | 462 | 417 | 372

Таблица 17

Число дней с различным количеством осадков

Месяц	Количество осадков, мм								σ		
	следы	≥0,1	≥0,5	≥1,0	≥5,0	≥10,0	≥20,0	≥30,0	≥0,1	≥1,0	≥5,0
I	2,0	17,0	12,5	9,8	2,2	0,3	0,04		5,0	4,1	2,2
II	2,3	13,8	10,4	8,3	1,7	0,6	0,04		4,5	4,3	1,7
III	1,8	13,5	10,2	8,2	2,1	0,6	0,1	0,02	4,8	4,0	1,8
IV	1,2	10,2	8,1	6,5	2,2	0,8	0,1	0,01	4,1	3,3	1,5
V	1,4	11,2	9,4	7,7	3,4	1,4	0,4	0,1	4,0	3,1	2,1
VI	1,3	11,8	9,8	8,2	3,6	1,8	0,4	0,1	4,2	3,5	2,1
VII	1,4	12,7	10,7	9,2	4,1	2,0	0,5	0,2	4,2	3,3	2,2
VIII	1,9	11,7	9,8	8,2	3,7	1,5	0,4	0,2	4,4	4,0	2,3
IX	1,6	12,3	9,9	8,4	3,1	1,1	0,4	0,2	4,8	3,0	2,3
X	2,1	13,2	10,5	8,8	3,1	1,1	0,2	0,1	5,4	4,2	2,2
XI	2,2	15,9	11,3	8,8	2,7	0,8	0,1	0,02	4,9	4,0	1,8
XII	2,3	17,5	12,5	10,2	2,8	0,8	0,1		4,6	4,1	2,0
Год	21,5	161	125	102	35	13	3	1			

Таблица 18

Суточный максимум осадков (мм) различной обеспеченности

Месяц	Средний максимум, мм	Обеспеченность, %						Наблюдаемый максимум		
		63	20	10	5	2	1	мм	число	год
I	8	6	10	13	15	20	25	25	4	1962
II	9	6	12	15	18	24	28	28	17	1953
III	9	6	12	17	21	26	30	30	15	1925
IV	12	9	16	20	25	34	43	43	26	1958
V	18	12	26	34	43	57	71	71	31	1943
VI	18	13	25	33	41	54	69	69	28	1958
VII	21	14	29	38	48	63	80	100	4	1948
VIII	18	11	26	34	40	46	49	49	25	1902
IX	18	11	26	34	41	47	50	50	30	1963
X	13	9	18	25	31	38	41	41	9	1936
XI	12	9	17	21	25	32	38	38	15	1933
XII	10	7	14	18	22	27	30	33	7	1976
Год	35	29	43	51	62	82	100	100	4 VII	1948

Таблица 19

Повторяемость (%) различных высот снежного покрова по декадам по постоянной рейке

Высота, см	X			XI			XII			I			II			III			IV			V		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	94	89	75	62	33	17	6	2										2	7	33	81	100		
1—5	4	6	20	31	43	31	25	19	4									4	16	27	11			
6—10	2	5	3	5	12	15	19	20	18	10	3							1	9	8	3			
11—20			2		8	29	27	32	29	19	20	12	6			3	9	10	12	5				
21—30				2	2	4	18	16	26	31	22	19	12	15	10	13	10	12	12	6				
31—50					2	2	3	9	18	34	43	51	55	49	43	41	32	29	24	8				
51—75						2	2	2	3	4	10	16	24	28	40	37	46	35	18	6				
76—100									2	2	2	2	3	6	5	7	9	7	2					
101—125														2	2	2		1	2					

РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Таблица 20

Среднее месячное и годовое количество общей и нижней облачности в различные часы суток (баллы)

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Общая облачность													
21	6,3	5,6	6,3	4,9	5,1	5,6	5,3	4,3	4,7	6,7	8,4	8,0	5,9
0	6,6	5,9	6,7	4,7	4,2	4,0	4,0	3,6	4,5	6,8	8,4	8,1	5,6
3	6,9	6,2	6,7	4,8	4,9	4,9	4,9	3,7	4,7	7,0	8,4	8,0	5,9
6	7,0	6,5	7,3	6,6	5,5	5,3	5,4	5,0	6,0	7,7	8,5	8,1	6,6
9	7,6	6,8	7,2	6,5	5,4	5,5	5,4	4,9	6,1	7,8	8,8	8,5	6,7
12	7,0	6,4	7,1	6,7	6,4	6,6	6,8	6,0	6,3	8,0	8,6	7,9	7,0
15	7,0	6,3	7,0	6,6	6,6	6,8	6,7	6,2	6,6	8,0	8,6	8,0	7,0
18	6,4	6,2	7,0	6,4	6,0	6,4	6,0	5,5	6,1	7,6	8,3	7,8	6,7
Средняя	6,8	6,2	6,9	5,9	5,5	5,6	5,6	4,9	5,6	7,4	8,5	8,0	6,4
Нижняя облачность													
21	4,4	4,0	4,3	2,3	2,5	2,1	2,4	1,9	2,6	4,7	7,2	6,4	3,7
0	4,8	4,4	4,4	2,3	2,1	1,6	2,0	1,5	2,7	4,9	7,4	6,7	3,7
3	5,0	4,6	4,9	2,5	2,2	2,0	2,3	1,6	2,7	5,1	7,5	6,6	3,9
6	5,3	5,0	5,2	2,9	2,0	1,9	2,5	2,0	3,2	5,9	7,6	6,7	4,1
9	5,0	4,5	4,4	2,9	2,4	2,5	2,7	2,2	3,4	5,8	7,5	6,4	4,2
12	4,0	3,7	4,0	3,6	3,9	4,7	4,8	4,0	4,2	6,1	7,1	5,5	4,6
15	3,9	3,4	4,0	3,7	4,4	4,9	4,8	4,2	4,4	6,0	7,0	5,3	4,7
18	4,4	3,6	4,0	2,9	3,2	3,7	3,4	2,8	3,2	5,6	7,2	5,9	4,2
Средняя	4,6	4,2	4,4	2,9	2,8	2,9	3,1	2,5	3,3	5,5	7,3	6,2	4,1

Таблица 21

Повторяемость (%) высоты нижней границы облаков ниже 100 м
при различном направлении ветра

Направление ветра	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
С	5	3	10	9	14	17	9	11	4	4	5	2
СВ	8	1	8	22	12	9	13	42	12	8	10	4
В	3	6	10	19	7	6	8	2	9	8	7	6
ЮВ	9	9	7	7	2	2	3	0	15	17	7	11
Ю	20	19	11	7	19	5	7	4	12	17	10	17
ЮЗ	28	32	20	13	31	26	26	9	18	22	32	43
З	4	11	10	3	5	11	11	5	6	8	16	12
СЗ	1	2	4	1	0	4	4	3	8	4	2	0
ШТИЛЬ	22	17	20	19	10	20	19	24	16	12	11	5

Таблица 22

Повторяемость (%) горизонтальной видимости менее 1 км при различных
градациях скорости ветра

Скорость ветра, м/с	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ШТИЛЬ	12	10	8	13		20	10	19	13	11	7	10
1—2	18	23	20	30	33	20	40	39	47	27	22	20
3—5	38	42	47	47	56	20	40	42	37	51	57	47
6—11	18	18	18	9	11	40	10		3	11	11	17
≥ 12	14	7	7	1							3	6

Таблица 23

Повторяемость (%) горизонтальной видимости менее 1 км при разном
направлении ветра

Направление ветра	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
СВ	3	3	3	5	4	4	3	7	4	3	3	3
В	2	4	4	3	5	3	5	3	3	2	3	3
ЮВ	20	20	19	18	17	10	9	16	13	11	20	17
Ю	26	26	27	23	15	10	14	10	12	20	25	30
ЮЗ	14	14	18	18	10	13	12	8	13	19	20	18
З	5	6	7	5	10	9	9	6	9	13	6	10
СЗ	17	16	15	14	23	31	32	30	31	20	13	12
С	13	11	7	14	16	20	16	20	15	12	10	7

Таблица 24

Повторяемость (%) различного числа дней с туманом

Число дней	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	6	9	3	3	38	71	44	27	9	3		
1—2	15	21	21	35	47	23	44	41	53	9		15
3—6	50	44	38	44	12	6	12	29	38	59	40	37
7—10	26	23	26	15	3			3		26	33	27
11—14	3	3	12	3						3	27	21

Таблица 25

Повторяемость (%) туманов различной продолжительности по месяцам

[illegible]

Таблица 26

Продолжительность τ (ч) тумана и дымки

τ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X—III	IV—XI	Год	Продолжительность явления в день с явлением		
																X—III	IV—IX	год

Туман

τ	22	22	30	17	3	1	3	5	6	25	51	40	190	35	225	5,5	3,4	5,0
$\tau_{\text{наиб}}$	93	79	77	74	9	5	12	24	22	82	119	117	317	117	375			
Год	1948	1944	1959	1941	1965	1947	1969	1937	1968	1938	1938	1960	1944	1941	1960			

Дымка

τ	143	155	120	60	21	19	23	33	36	80	110	135	743	192	935	8,6	5,3	7,6
$\tau_{\text{наиб}}$	246	293	260	189	66	47	60	72	82	122	189	239	914	308	1271			
Год	1960	1954	1959	1964	1955	1959	1962	1964	1968	1964	1962	1960	1954	1962	1960			

Таблица 27

Продолжительность (ч) тумана в разное время суток

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X—III	IV—IX	Год
18—24	5	4	7	4			0,1	0,1	0,2	2	10	10	38	4	42
24—6	5	6	10	5	2	0,4	1	3	1	6	10	10	47	12	59
6—12	9	8	11	7	1	0,2	1	2	3	12	17	12	69	14	83
12—18	5	4	5	2	0,1			0,2	0,5	4	12	11	41	3	44

Таблица 28

Максимальные размеры гололедно-изморозевых отложений на гололедном станке

Дата	Вид отложения	Продолжительность, ч		Диаметр, мм		Масса, г на 1 м	Направление ветра	Скорость ветра, м/с	Направление ветра	Скорость ветра, м/с
		нарастания	обледенения	большой	малый		при достижении отложения максимальных размеров		за период обледенения	
9—10 IV 1979	Гололед	11	17	15	15	88	В	3	ВЮВ	10
22 X 1976	Зернистая изморозь	16	20	22	15	56	Ю	2	Ю	4
23 X 1976	То же	13	14	20	20	48		0	Ю	1
15 II 1972	Кристаллическая изморозь	10	13	21	20	24	С	2	С	2
6—7 I 1977	То же	13	38	32	32	8	ЮЗ	5	ЮЗ	8
19—20 XI 1971	Мокрый снег	3	22	12	10	56	З	4	ЮЮЗ	14
4 XII 1975	Сложное отложение	7	20	11	5	—	ЮЮЗ	4	ЗЮЗ	7

Примечание. В большой и малый диаметр включен диаметр провода гололедного станка (5 мм).

Таблица 29

Повторяемость (%) различных направлений ветра и штилей
при гололедно-изморозевых отложениях

Вид отложения	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Гололед	5	5	12	14	22	26	11	4	1
Изморозь									
зернистая		11	6	6	17	44			16
кристаллическая	3	14	12	5	8	28	7	1	22
Сложное отложение и мокрый снег	6	18		6	12	29	17		12

Таблица 30

Повторяемость (%) температуры воздуха в различных пределах
при гололедно-изморозевых отложениях

Вид отложения	Температура воздуха, °С					
	5,0—1,1	1,0—0,1	0,0... —4,9	—5,0... —9,9	—10,0... —19,9	≤ —20,0
Гололед		2	87	9	2	
Изморозь						
зернистая			28	50	22	
кристаллическая			2	8	55	35
Сложное отложение и мокрый снег		18	76	6		

Таблица 31

Повторяемость (%) метелей различной продолжительности

Продолжи- тельность, ч	X	XI	XII	I	II	III	IV
≤3,0	47	26	32	24	30	27	50
3,1—6,0	29	23	23	29	26	25	28
6,1—12,0	18	30	26	28	23	29	11
12,1—18,0	6	11	12	10	10	10	11
18,1—24,0		3	4	5	6	4	
24,1—36,0		7	1	2	4	4	
36,1—48,0			1	1		1	
>48,0			1	1	1		

Таблица 32

Повторяемость (%) различного числа дней с грозой

Число дней	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	100	100	98	71	7				31	96	100	98
1—2			2	25	20	4		9	36	4		2
3—4				2	29	16	4	36	29			
5—6					22	22	15	29	2			
7—8				2	16	25	7	20	2			
9—10					4	18	42	2				
11—12					2	9	18	2				
13—14						4	7	2				
15—16							7					
17—18												
19—20						2						

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ

Таблица 33

Даты наступления различных сезонных явлений и их средняя продолжительность

Дата перехода средней суточной температуры (в период понижения) через		Снежный покров						Устойчивые морозы	
0 °C	10 °C	самая ранняя дата появления	средняя дата появления	средняя дата установления	средняя дата разрушения	средняя дата схода	самая поздняя дата схода	средняя дата наступления	средняя дата прекращения
2 XI	23 IX	1 X	31 X	22 XI	6 IV	13 IV	6 V	19 XI	16 III

Дата перехода средней суточной температуры (в период повышения) через		Заморозок в воздухе				Заморозок на почве		Средняя продолжительность, дни			
0 °C	10 °C	средняя дата последнего	самая поздняя дата последнего	самая ранняя дата первого	средняя дата первого	средняя дата последнего	средняя дата первого	безморозного периода в воздухе	безморозного периода на почве	периода со снежным покровом	периода устойчивых морозов
4 IV	1 V	3 V	4 VI	13 IX	3 X	16 V	26 IX	152	132	146	118

Таблица 34

Средняя температура воздуха (°C) в зависимости от направления ветра

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Январь	-17,1	-14,1	-12,3	-11,0	-9,9	-8,8	-8,7	-14,6	-16,2
Февраль	-13,9	-13,4	-11,9	-10,8	-9,5	-8,2	-9,2	-13,8	-14,6
Март	-7,4	-5,2	-5,5	-5,1	-4,8	-5,0	-5,6	-7,2	-6,9
Апрель	3,4	6,3	7,0	6,5	6,0	4,7	4,2	2,1	4,4
Май	11,3	13,6	15,7	15,5	14,8	14,0	13,5	11,0	12,8
Июнь	17,1	19,2	21,7	20,8	19,2	17,9	17,3	16,5	18,3
Июль	20,0	22,0	23,2	21,8	19,8	19,2	18,9	18,2	18,9
Август	17,5	18,6	20,4	20,3	19,3	17,9	17,9	16,6	17,1
Сентябрь	10,1	12,2	14,2	15,3	14,2	13,1	12,0	9,7	10,5
Октябрь	1,7	3,5	5,0	6,3	5,8	4,8	4,0	2,4	2,6
Ноябрь	-6,2	-6,1	-5,3	-2,9	-1,9	-1,8	-1,8	-4,5	-5,2
Декабрь	-12,7	-13,0	-10,1	-7,9	-5,9	-5,9	-6,0	-10,3	-11,1
Год	2,0	3,6	5,2	5,7	5,6	5,2	4,7	2,2	2,6

Таблица 35

Повторяемость (%) морозных периодов и периодов с оттепелью различной непрерывной продолжительности, средняя и наибольшая непрерывная продолжительность

Продолжительность, дни										Средняя за один случай	Наибольшая, год
1—2	3—5	6—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—70	71—100	101—150		
39,7	20,8	13,4	12,3	4,3	2,3	2,3	3,2	1,5	0,2	10,7	117 1944-45
Морозный период											
54,2	26,8	12,1	5,2	1,4	0,3					3,7	31 1957-58
Период с оттепелью											

Таблица 36

Повторяемость (%) за зиму числа дней с низкой температурой, среднее и наибольшее число таких дней

Температура, °С	Число дней							Среднее	Наибольшее, год
	1—2	3—5	6—10	11—20	21—30	31—40	41—50		
Средняя суточная температура									
≤ -20	9,2	22,4	23,7	35,5	5,3	1,3		9,9	33 1890-91
≤ -30	73,7	26,3						0,5	5 1891-92
Минимальная температура									
≤ -20		1,4	9,9	35,2	25,4	21,1	7	22,7	49 1953-54
≤ -30	58,9	23,1	15,4	2,6				1,7	11 1892-93
≤ -40	100,0							0,03	2 1891-92

КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛИМАТА

Таблица 37

Повторяемость (%) сочетаний температуры воздуха и относительной влажности.
Год

Температура, °C		Влажность, %							
от	до	100—90	89—80	79—70	69—60	59—50	49—40	39—30	≤29
—39,9	—35,0			0,02					
—34,9	—30,0			0,2	0,01				
—29,9	—25,0	0,005	0,2	0,5	0,02	0,002			
—24,9	—20,0	0,03	1,0	0,9	0,1	0,03			
—19,9	—15,0	0,2	2,4	1,2	0,4	0,1	0,03	0,01	
—14,9	—10,0	1,4	3,7	1,5	0,7	0,3	0,1	0,03	0,002
—9,9	—5,0	4,1	3,5	1,4	0,7	0,4	0,1	0,04	0,01
—4,9	—0,1	6,8	3,6	1,7	0,9	0,4	0,2	0,1	0,01
0,0	4,9	5,8	2,5	1,7	1,0	0,6	0,2	0,1	0,02
5,0	9,9	3,0	2,3	1,8	1,6	1,0	0,6	0,2	0,02
10,0	14,9	2,5	2,4	2,4	2,0	1,5	1,1	0,6	0,1
15,0	19,9	1,5	2,2	2,6	2,6	2,2	1,6	1,0	0,3
20,0	24,9	0,02	0,2	0,8	1,5	2,0	2,0	1,2	0,5
25,0	29,9			0,01	0,1	0,5	1,1	0,9	0,5
30,0	34,9						0,1	0,3	0,2
35,0	39,9								0,03

Таблица 38

Повторяемость (%) сочетаний температуры и относительной влажности
воздуха в 13 ч. Год

Температура, °C		Влажность, %							
от	до	100—90	89—80	79—70	69—60	59—50	49—40	39—30	≤29
—34,9	—30,0			0,1	0,01				
—29,9	—25,0		0,03	0,3	0,01				
—24,9	—20,0	0,02	0,5	0,7	0,1	0,02			
—19,9	—15,0	0,1	1,4	1,2	0,4	0,2	0,02		
—14,9	—10,0	0,8	2,4	1,8	1,0	0,4	0,2	0,04	0,02
—9,9	—5,0	2,6	3,2	1,8	1,3	0,8	0,3	0,1	0,01
—4,9	—0,1	4,8	3,5	1,9	1,5	0,9	0,5	0,2	0,05
0,0	4,9	4,7	1,8	1,6	1,4	1,1	0,5	0,3	0,05
5,0	9,9	1,5	1,2	1,4	1,5	1,1	1,1	0,7	0,1
10,0	14,9	0,9	1,1	1,2	1,6	1,7	1,6	1,3	0,4
15,0	19,9	0,5	1,0	1,3	1,6	2,5	2,4	2,2	0,9
20,0	24,9	0,01	0,2	0,8	1,4	2,9	3,6	2,4	1,4
25,0	29,9			0,01	0,2	1,0	2,6	2,4	1,6
30,0	34,9						0,2	0,8	0,9
35,0	39,9								0,1

Таблица 39

Повторяемость (%) сочетаний температуры воздуха и скорости ветра за холодный период (XI—III)

Скорость ветра, м/с	Температура, °C													
	14,0 12,1	12,0 10,1	10,0 8,1	8,0 6,1	6,0 4,1	4,0 2,1	2,0 0,1	0,0 -2,0	-2,1 -4,0	-4,1 -6,0	-6,1 -8,0	-8,1 -10,0	-10,1 -12,0	-12,1 -14,0
0—1		0,02	0,04	0,04	0,1	0,2	0,7	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,0
2—3	0,01	0,03	0,05	0,2	0,4	0,6	1,7	2,8	2,6	2,8	2,6	2,6	2,4	1,8
4—5	0,01	0,02	0,1	0,2	0,4	0,8	2,4	3,6	3,2	2,8	3,0	2,8	2,6	1,8
6—7		0,01	0,03	0,1	0,2	0,4	1,5	2,3	2,0	1,7	1,7	1,5	1,6	1,2
8—9			0,01	0,03	0,04	0,2	0,6	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,5
10—11				0,01	0,01	0,03	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
12—13					0,03	0,06	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
14—15			0,01				0,06	0,1	0,1	0,06	0,1	0,1	0,06	0,02
16—17						0,03	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1
18—20				0,01		0,01	0,02	0,05	0,02	0,03	0,03	0,05	0,06	0,06
21—24							0,01		0,01			0,01	0,01	
Σ	0,02	0,08	0,24	0,59	1,18	2,33	7,59	11,65	10,43	9,99	9,83	9,56	9,08	6,78

Скорость ветра, м/с	Температура, °C												Σ
	—14,1 —16,0	—16,1 —18,0	—18,1 —20,0	—20,1 —22,0	—22,1 —24,0	—24,1 —26,0	—26,1 —28,0	—28,1 —30,0	—30,1 —32,0	—32,1 —34,0	—34,1 —36,0	—36,1 —38,0	
0—1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,1	0,04	0,04	0,02		12,9
2—3	1,4	1,2	1,1	0,9	0,6	0,4	0,2	0,2	0,1	0,05	0,01	0,01	26,76
4—5	1,6	1,2	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,03	0,01		29,07
6—7	0,9	0,6	0,4	0,2	0,2	0,1	0,06	0,1	0,05	0,02	0,01		16,88
8—9	0,3	0,3	0,2	0,1	0,05	0,04	0,1	0,02		0,01			7,1
10—11	0,2	0,1	0,1	0,02	0,01	0,01							2,19
12—13	0,2	0,2	0,1	0,04	0,06	0,04	0,03	0,02		0,01			2,99
14—15	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01		0,01	0,01					0,69
16—17	0,1	0,02	0,03	0,01		0,02	0,01						1,07
18—20	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01						0,44
21—24													0,04
Σ	5,62	4,47	3,45	2,5	1,74	1,22	0,72	0,55	0,29	0,16	0,05	0,01	

Таблица 40

Период наблюдений, использованный в таблицах

Текст		Приложение	
Номер таблицы	Период наблюдений	Номер таблицы	Период наблюдений

Раднационный и световой режим

1 2—11	1951—1959 Из различных литературных источников	1	Из литературного источника [7]
-----------	---	---	--------------------------------

Особенности атмосферной циркуляции

12 13, 14 15 16	1967—1976 1972—1976 1941—1969 1936—1945, 1952— 1969 — скорость 1936—1945, 1953— 1959 — направление	2	1966—1978
17, 23 18, 19 20 21 22 24 25, 26	1936—1969 1936—1962 1966—1978 1937—1957, 1959—1960 1936—1965 1947—1975 1970—1980		

Термический режим

27	1881—1919, 1923—1969	3	1887—1919, 1923—1969
28, 29	1936—1960	4	1936—1960
30, 31	1891—1919, 1923—1969	5	1891—1919, 1923—1969
34, 35	Крайние значения по 1981 г.	6	1923—1969
32, 33	1923—1969, крайние значения по 1981 г.	7	1900—1965
36	1949—1962 температура поверхности почвы 1949—1969 — крайние величины 1931—1950 — температура почвы на глубинах	8—10 11	1887—1919, 1923—1960 1949—1970
37	1949—1960		
38	1960—1975		
39	1949—1969		
40	1931—1960		

Текст		Приложение	
Номер таблицы	Период наблюдений	Номер таблицы	Период наблюдений

Режим увлажнения

41	1936—1969	12, 13	1936—1963
42	1891—1969	14	1891—1907, 1911—1921, 1923—1931, 1951—1969
43	1891—1978		
44	1891—1908, 1911—1918, 1923—1969	15	1891—1969
45	1938, 1940, 1943, 1949—1952, 1954—1957, 1971—1977	16, 17	1891—1907, 1911—1919, 1923—1964 — теплый период
46	1940—1957, 1971—1980		1891—1907, 1911—1919, 1923—1931, 1950— 1964 — холодный период
47, 52, 53, 54	1936—1969	18	1891—1907 1911—1921, 1923—1965
48—51	1930—1978	19	1890—1899, 1901—1919, 1923—1965
55	1891—1899, 1901—1915, 1932—1969 Крайние значения по 1980 г.		
56	1891—1899, 1901—1915, 1932—1965		
57, 58	1890—1899, 1901—1919, 1923—1965 — постоянная рейка 1948—1965 — снегосъемка		

Режим облачности и атмосферные явления

59—61	1936—1956, 1958—1959 — общая облачность	20	1966—1978
	1936—1941, 1949—1951, 1953—1956, 1958— 1959 — нижняя облачность	21	1969—1980
	Крайние значения по 1978 г.		
62	1936—1978	22, 27	1936—1965
63	1938—1945, 1953—1959	23	1940—1965
64	1969—1980	24—26	1936—1969 — туман
65	1966—1978		
66, 82, 83	1936—1965		1951—1956, 1958— 1969 — дымка

Текст		Приложение	
Номер таблицы	Период наблюдений	Номер таблицы	Период наблюдений
67—69	1936—1969 — туман 1951—1956, 1958— 1969 — дымка	28—30	1970—1979
70—73	1970—1979	31	1938—1969
74	1938—1979	32	1936—1980
75, 76	1938—1969		
77	1938—1945, 1948—1960		
78, 79	1938—1945, 1948—1969		
80	1938—1945, 1948—1965		
81, 84	1936—1980 — гроза 1891—1907, 1911—1919, 1923—1980 — град		
85	1930—1980		

Климатическая характеристика сезонов

86	1923—1960		
87	1887—1919, 1923—1960, Крайние значения по 1969 г.	34	1936—1965
89, 94, 96	1936—1965	35	1923—1932, 1934—1969
91	1938—1965	36	1887—1919, 1923—1969 — средняя суточная температура
90	1936—1969		
92	1887—1919, 1923—1969		1891—1919, 1923— 1969 — минимальная температура
93	1936—1975		
95	1936—1978		

Особенности городского климата

97—102	1977—1978		
--------	-----------	--	--

Комплексные характеристики климата города

103, 104	1936—1965	37—39	1936—1965
----------	-----------	-------	-----------

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ВВЕДЕНИЕ	4
1.1. Физико-географические условия местоположения города и его окрестностей	5
1.2. Краткая история развития метеорологических наблюдений в городе	7
2. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ	9
2.1. Продолжительность солнечного сияния	9
2.2. Радиационный баланс подстилающей поверхности	10
2.3. Радиационный режим вертикальных и наклонных поверхностей	17
2.4. Естественная освещенность	23
3. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ	26
3.1. Атмосферное давление	35
3.2. Ветер	37
4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ	48
4.1. Температура воздуха	48
4.2. Температура почвы	60
5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ	66
5.1. Влажность воздуха	66
5.2. Атмосферные осадки	70
5.3. Снежный покров	82
6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ	87
6.1. Облачность	87
6.2. Видимость	94
6.3. Туманы и дымки	95
6.4. Гололедно-изморозевые отложения	99
6.5. Метели и поземки	103
6.6. Грозы и град	107
7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ	111
7.1. Зима	111
7.2. Весна	116
7.3. Лето	117
7.4. Осень	120
8. ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОГО КЛИМАТА	123
8.1. Формирование городского климата	123
8.2. Климатические различия отдельных районов города	124
9. КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛИМАТА ГОРОДА	131
9.1. Температурно-влажностный режим	131
9.2. Температурно-ветровой режим	132
9.3. Метеорологические факторы теплового режима зданий	133
9.4. Метеорологические нагрузки на сооружения	134
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	136
ПРИЛОЖЕНИЕ. ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ	138

Радиационный и световой режим

1. Суммарная и рассеянная освещенность горизонтальной поверхности при различных высотах солнца по прогностическим градациям облачности 138

Особенности атмосферной циркуляции

2. Повторяемость направления ветра на разных высотах 139

Термический режим

3. Число дней со средней суточной температурой воздуха в различных пределах 142
4. Суточный ход температуры воздуха 142
5. Число дней с минимальной температурой воздуха в различных пределах 143
6. Число дней с максимальной температурой воздуха в различных пределах 143
7. Средняя суточная, минимальная и максимальная температура воздуха 144
8. Даты наступления средних суточных температур воздуха выше 0, 5, 10, 15 °C (в период повышения температуры) и ниже 0, 5, 10, 15 °C (в период понижения температуры) различной обеспеченности 156
9. Продолжительность периода со средними суточными температурами воздуха выше 0, 5, 10, 15 °C различной обеспеченности 157
10. Сумма температур воздуха выше 0, 5, 10, 15 °C различной обеспеченности 157
11. Средняя месячная температура почвы различной обеспеченности 158

Режим увлажнения

12. Характеристика влажности воздуха в различные часы суток 160
13. Повторяемость относительной влажности воздуха в 13 ч в различных пределах 161
14. Наибольшее и наименьшее месячное и годовое количество осадков различной обеспеченности 161
15. Повторяемость отклонений месячных сумм осадков от средних значений 162
16. Месячное и годовое количество осадков различной обеспеченности 162
17. Число дней с различным количеством осадков 163
18. Суточный максимум осадков различной обеспеченности 164
19. Повторяемость различных высот снежного покрова по декадам по постоянной рейке 165

Режим облачности и атмосферные явления

20. Среднее месячное и годовое количество общей и нижней облачности в различные часы суток 166
21. Повторяемость высоты нижней границы облаков ниже 100 м при различном направлении ветра 167
22. Повторяемость горизонтальной видимости менее 1 км при различных градациях скорости ветра 167
23. Повторяемость горизонтальной видимости менее 1 км при разном направлении ветра 167
24. Повторяемость различного числа дней с туманом 168
25. Повторяемость туманов различной продолжительности по месяцам 168

26. Продолжительность тумана и дымки	169
27. Продолжительность тумана в разное время суток	169
28. Максимальные размеры гололедно-изморозевых отложений на гололедном станке	170
29. Повторяемость различных направлений ветра и штилей при гололедно-изморозевых отложениях	171
30. Повторяемость температуры воздуха в различных пределах при гололедно-изморозевых отложениях	171
31. Повторяемость метелей различной продолжительности	171
32. Повторяемость различного числа дней с грозой	172

Климатическая характеристика сезонов

33. Даты наступления различных сезонных явлений и их средняя продолжительность	172
34. Средняя температура воздуха в зависимости от направления ветра	173
35. Повторяемость морозных периодов и периодов с оттепелью различной непрерывной продолжительности, средняя и наибольшая непрерывная продолжительность	173
36. Повторяемость за зиму числа дней с низкой температурой, среднее и наибольшее число таких дней	173

Комплексные характеристики климата

37. Повторяемость сочетаний температуры воздуха и относительной влажности. Год	174
38. Повторяемость сочетаний температуры и относительной влажности воздуха в 13 ч. Год	174
39. Повторяемость сочетаний температуры воздуха и скорости ветра за холодный период	175
40. Период наблюдений, использованный в таблицах	177