

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

БЕЛОРУССКОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

БЕЛОРУССКИЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

КЛИМАТ Могилева

Под редакцией
канд. техн. наук И. А. САВИКОВСКОГО



Ленинград Гидрометеонздат
1982

В книге описывается климатический режим Могилева по данным многолетних метеорологических наблюдений. Описание включает как краткую характеристику сезонов в целом, так и подробные данные по каждому метеорологическому элементу (температура и влажность воздуха, атмосферное давление, ветер, облачность, осадки, атмосферные явления). Рассмотрены месячные, сезонные и годовые аномалии температуры воздуха и осадков. Расчетным путем получен ряд характеристик радиационного и светового режима. Приведены краткие сведения об особенностях циркуляции атмосферы и ее влиянии на погоду в Могилеве, о гидрологическом режиме р. Днепр у Могилева.

Книга рассчитана на специалистов климатологов, географов, градостроителей, энергетиков, работников городского хозяйства, транспорта, медицины. Может представлять интерес и для более широкого круга читателей.

363533



К 1903040000-153 4-80(1)
069(02)-82

© Белорусское республиканское управление
по гидрометеорологии и контролю
природной среды (Белорусское УГКС), 1982 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Чтобы удовлетворить потребности специалистов различных отраслей народного хозяйства в разносторонней информации о климате крупного города, под методическим руководством Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова (ГГО) издается серия монографий по климату городов СССР. «Климат Могилева» — одна из книг этой серии.

При описании климата Могилева последовательно рассматриваются все основные метеорологические величины, а также некоторые их сочетания. Приводятся следующие основные климатические показатели: средние значения метеорологических величин, их повторяемости или обеспеченности, экстремумы. Средние значения служат основным показателем при сравнении климата различных пунктов и рассмотрении годового хода метеорологических величин. У большинства величин значения, близкие к среднему, встречаются чаще, чем значения гораздо большие или меньшие. Однако само среднее значение может отмечаться редко или вообще не встречаться. Например, среднее число дней с тем или иным атмосферным явлением может быть и меньше единицы. Так, если среднее число дней с грозой в марте равно 0,04, то это означает, что гроза в марте в среднем бывает один раз в 25 лет.

Детальное представление о значениях, которые принимает метеорологическая величина, можно получить из таблицы ее повторяемости. Под повторяемостью понимается отношение числа случаев (дней, сроков) с данным значением величины к общему числу случаев за весь период наблюдений. Таким образом, повторяемость представляет собой эмпирическую вероятность разных значений метеорологической величины.

В ряде таблиц приведена обеспеченность — интегральная вероятность, т. е. вероятность того, что значение величины будет не больше (или не меньше) указанного в таблице. Например, в январе 2 %-ную обеспеченность имеет сумма осадков, равная 90 мм (табл. 60). Это означает, что в 2 % случаев январская сумма осадков не меньше 90 мм, а в 98 % случаев — меньше этого значения. Иначе говоря, сумма осадков 90 мм и более наблюдается в январе в среднем один раз в 50 лет.

Для многих метеорологических величин приведены их средние и абсолютные максимумы и минимумы. Средний максимум (ми-

нимум) — среднее арифметическое из суточных максимумов (минимумов). Абсолютный максимум (минимум) — это наибольшее (наименьшее) значение данной величины либо за весь период наблюдений, либо за конкретный месяц, сезон, год.

Для получения характеристик метеорологических величин в основном использованы ряды наблюдений, указанные в приложении 1. Отклонения от средних и крайние значения (наибольшие или наименьшие средние месячные значения, абсолютные максимумы и минимумы) выбирались за весь период наблюдений по 1975 г. включительно.

В качестве характеристики изменчивости метеовеличин от года к году используется среднее квадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

где x_i — значение величины в i -м году; \bar{x} — ее среднее многолетнее значение; n — число лет наблюдений.

До 1966 г. метеорологические наблюдения проводились по среднему солнечному времени (сроки наблюдений 1, 7, 13 и 19 ч). Соответственно это время использовалось в «Справочниках по климату», изданных в 60-х годах, и во многих последующих публикациях по климату. При обобщении данных регистрации радиации или солнечного сияния в большинстве случаев использовалось истинное солнечное время. В настоящей книге для удобства потребителя везде дано московское декретное время¹ (оно на 59 мин больше, чем среднее солнечное время в Могилеве).

Данные по сезонам в ряде таблиц относятся к календарным интервалам: декабрь—февраль (зима), март—май (весна), июнь—август (лето) и сентябрь—ноябрь (осень). Материал о границах климатических сезонов изложен в главе 9.

Климатическое описание Могилева подготовлено сотрудниками Минской гидрометеорологической обсерватории и Бюро погоды Белорусского территориального гидрометеорологического центра З. Х. Таутневой (пп. 1.3, 3.2, 3.3, гл. 4—6, 9), В. Р. Жумарь (гл. 7, 8), И. А. Савиковским (гл. 2), Т. А. Шадринной (п. 3.1.), Л. А. Некрасовой (п. 1.2). Параграф 1.1 написан Х. А. Метелицей. В обсуждении и редактировании книги принял участие М. А. Гольберг.

В подготовке табличного материала книги и ее оформлении участвовали техники В. Н. Евсикова, А. К. Коледа, Е. В. Кульгавая, Н. Л. Морозова, М. П. Наумова, И. Е. Николаева, В. П. Перверзева.

Научно-методическое рецензирование книги проведено в отделе прикладной климатологии Главной геофизической обсерватории Ц. А. Швер, Н. Г. Горышиной, Г. И. Прилипко и Л. Г. Васильевой.

¹ Без учета введенного с 1 апреля 1981 г. «летнего времени», т. е. перевода часов на час вперед в апреле—сентябре.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Физико-географические условия и особенности города

Город Могилев, живописно раскинувшийся на берегах Днепра, — один из древнейших городов Белоруссии. Он возник более семи веков назад. Площадь города около 90 км², население 290 тысяч человек (по переписи 1979 г.).

Сам город и его окрестности расположены на Оршанско-Могилевской возвышенной равнине, расчлененной в центральной части глубокой долиной Днепра, к востоку и западу от которой тянутся долины днепровских притоков. Поверхность равнины в основном понижается на юг. Имеется лишь два длинных склона, идущих в окрестностях Могилева с запада и востока в сторону Днепра. Они крутые, их высота падает от 200—180 до 145—140 м над уровнем моря через своеобразные высотные ступени. Первая ступень — это участки с самым низким уровнем поверхности (пойма), которые поднимаются над урезом Днепра до 6 м и тянутся по обоим берегам реки. Следующую ступень образуют участки высотой от 10 до 12 м (150—152 м абсолютной высоты). Они встречаются и на правом и на левом берегах Днепра (у деревень Польшковичи, Половинный Лог, Любуж). Выше этого второго уровня почти все правобережье занимает крутой уступ высотой 25—30 м (от Польшкович до Солтановки). На абсолютной высоте более 185—190 м расположено Оршанско-Могилевское плато, слабоволнистая поверхность которого сильно изрезана долинами мелких речек, оврагами и балками. Последних много на правом берегу Днепра на участке между деревнями Польшковичи и Буйнич. Самая крупная балка тянется на 7 км от д. Половинный Лог до д. Дубинец. На северо-востоке находятся плоские понижения — западины.

Долина Днепра в пределах города имеет ширину 3—5 км, южнее города — до 10 км. Течение реки медленное, она очень извилистая. Так, протяженность Днепра от Польшкович до Буйнич составляет 27 км, а расстояние между этими деревнями по прямой всего 15 км. От Польшкович до Любужа воды Днепра текут с северо-запада на юго-восток, затем от Любужа направление изменяется на западное, на небольшом участке от городского пляжа Днепр опять изменяет направление — теперь он течет с юга на север, и только от моста имени Шмидта река поворачивает на

юг. Ширина русла в среднем равна 90 м, в отдельных же местах колеблется от 70 до 150 м.

В пределах города в Днепр впадает две реки: Дубровенка с притоком Струшня и Дебря. Дубровенка протекает по старой, хорошо разработанной долине шириной до 150 м. Крутые склоны коренного берега этой реки поднимаются на 18—20 м; их прорезают многочисленные овраги. Струшня и Дебря в пределах города также имеют крутые склоны — у Струшни они иногда достигают высоты 25 м (при ширине долины 5—7 м).

Озера для окрестностей Могилева мало характерны. Самое большое озеро «Святое», площадью около 9 га, находится на окраине города в его юго-западной части. Начато благоустройство этого озера. В зонах отдыха устроены искусственные пруды — Пашковский и Печерский на р. Дубровенке, Любужский на речках Черная и Вильчанка. В долине Днепра имеются болота.

Растительность Могилевского района переходная — от западноевропейских видов к восточноевропейским. Это подзона смешанных лесов лесной зоны. Здесь можно встретить представителей трех типов флоры: северной (таежной), западной (широколиственной) и южной (степной). Некоторые растения имеют на территории Могилевского района естественные границы распространения. Так, севернее Могилева не встречается дрок красильный — представитель степей, а южнее не растут ольха северная и можжевельник — представители тайги. На юге района проходит граница распространения граба — представителя западной флоры. Такое местоположение района, находящегося на стыке природных зон, способствует тому, что флора Могилевщины богата и разнообразна.

Леса в Могилевском районе занимают площадь около 49 000 га (по данным 1975 г.). По всей территории района они распределены неравномерно. Наиболее крупные массивы находятся в южной ее части, на песчаных почвах, менее пригодных для распашки. Средняя лесистость Могилевского района 26 %. В далеком прошлом леса были дубово-еловыми. О широком их распространении в то время свидетельствуют сохранившиеся названия рек и деревень: Дубровенка, Дубрава, Дубинец, Дубинка. Сейчас наибольшее распространение получили сосна (42 %) и ель (36 %). Значительно реже встречаются береза (10 %), осина (5 %), дуб (3 %), ольха черная (2 %), ольха серая (1 %). Дубравы сохранились небольшими участками вдоль ручьев, иногда на водоразделах по левобережью Днепра и на правой надпойменной террасе.

Большую площадь занимают луга, образовавшиеся на месте бывших лесов. Когда-то лугов не было вообще, все пространство (в том числе и поймы рек) было занято лесной и болотной растительностью. Сейчас луга на территории Могилевского района занимают 31 тыс. га.

Издавна Могилев строился на правом высоком берегу Днепра. Здесь находится исторический центр города — у Советской пло-

щади и парка имени Горького. От Советской площади до железнодорожного вокзала протянулась центральная магистраль — Первомайская улица. Она застроена многоэтажными красивыми зданиями. В районе вокзала разместились поселки — старый железнодорожный и новый имени Чапаева. У реки Дубровенки расположен старый жилой район.

Новая магистраль — проспект Мира — тянется через весь город от Минского шоссе, вдоль микрорайонов Мир-II, Мир-I и Фестивальный, через новые мосты над Дубровенкой и Дебрёй к микрорайону Юбилейный. После того как будет построен мост над Днепром, проспект Мира соединится с шоссе Ленинград—Киев. На пересечении двух основных магистралей города (Первомайской ул. и проспекта Мира) создан новый центр — площадь Ленина с восьмиэтажным зданием Дома советов.

В последние десятилетия город шагнул своими многоэтажными корпусами на левый берег, где растут кварталы Заднепровского жилого района. Новые микрорайоны построены также и в северо-восточной части Могилева — по улицам Крупской и Гришина; растут дома новой улучшенной планировки по Витебскому проспекту.

В Могилеве много зелени. На северо-западе к Могилеву примыкает большой Печерский лесопарк (319 га) — любимое место отдыха горожан. Вблизи Днепра располагаются парк имени Горького и сквер имени 30-летия ВЛКСМ. По проспекту Мира заложен сквер «Дружба», по Пушкинскому проспекту — сквер имени 700-летия Могилева.

Согласно генеральному плану развития города непосредственно за городской чертой создается лесопарковый пояс. Ширина его в среднем 7 км, площадь — 47 тыс. га. Намечено заложить четыре лесопарка: Любужский на левом берегу Днепра, Ямницкий — в междуречье Днепра и Лахвы, западный — у пересечения р. Лахвы с автомагистралью Могилев—Минск и северный — между населенными пунктами Софиевка, Жуково, Польшковичи. Внутри города основным зеленым районом станет пойма Днепра. Здесь в районе улиц Гражданской и Никольской намечено создать общегородской парк культуры и отдыха.

Могилев является крупным индустриальным центром Белоруссии. Основные промышленные предприятия сосредоточены в южной, юго-западной, северо-восточной и восточной частях города. В южной части Могилева, за Днепром, выстроен крупнейший в Европе комбинат синтетического волокна имени В. И. Ленина. В восточной части, также за Днепром, располагается автомобильный завод имени С. М. Кирова.

На северо-востоке и востоке города, между микрорайоном Юбилейный и ул. Гришина, находится группа машиностроительных предприятий. Это — завод «Электродвигатель», завод устройств для подготовки первичной информации, лифгостроительный завод, металлургический завод имени А. Ф. Мясникова. В самом конце ул. Гришина поднимаются корпуса гиганта легкой про-

мышленности — комбината шелковых тканей имени XXV съезда КПСС.

На юго-западе города, в районе ул. Челюскинцев, расположен старый промышленный район, возникший еще в годы первой пятилетки. Здесь находятся завод искусственного волокна имени Куйбышева, кожаный завод, клеевой завод, хлебозавод, регенератный и ремонтный заводы, лентоткацкая фабрика.

В центральной части города разбросаны промышленные предприятия, построенные в годы первых пятилеток и даже до революции: завод «Строммашина» имени 50-летия Великого Октября, швейная фабрика имени Володарского и др.

1.2. Гидрологическая характеристика р. Днепра у Могилева

Город Могилев расположен на обоих берегах Днепра — первой по длине и водности реки Белоруссии. Днепр берет начало на южных отрогах Валдайской возвышенности из небольшого мохового болота, расположенного в двух километрах юго-восточнее с. Аксенино Смоленской области. До г. Орши Днепр течет в юго-западном направлении, ниже — в южном. Основные притоки реки до Могилева: левые — Вязьма и Осьма, правые — Вошь и Хмость.

Режим реки у Могилева изучается с 1877 г. Городской гидрологический пост расположен в 649 км от истока Днепра, у шоссе речного моста. Площадь водосбора до поста 20 800 км². Густота речной сети 0,44 км/км², уклон водной поверхности 0,12 ‰. Зеленность водосбора составляет 31 %, болота и заболоченные земли — 5 %.

Днепр принадлежит к типу равнинных рек с преобладанием снегового питания. Режим стока в годовом разрезе характеризуется высоким весенним половодьем и низкой летней и зимней меженью, периодическими летними, осенними и зимними паводками.

Весеннее половодье на Днепре у Могилева начинается в среднем в третьей декаде марта. За период наблюдений его самое раннее начало отмечалось 22 февраля 1961 г., а самое позднее — 16 апреля 1931 г. Благодаря значительным уклонам поверхности водосбора весеннее половодье развивается быстро. Пик половодья обычно проходит в начале второй декады апреля. Продолжительность подъема уровня воды в среднем около 20 дней. Спад уровня продолжается до конца мая. Наиболее раннее окончание весеннего половодья наблюдалось в начале мая (1945 г.), наиболее позднее — в конце второй декады июня (1958 г.). Средняя продолжительность половодья около 70 дней. Превышение наивысшего весеннего уровня над наименьшим меженным составляет около 6 м. Самое высокое половодье наблюдалось в 1931 г., превышение уровня в этом году составляло 7 м. Весеннее половодье обычно проходит одной волной, в отдельные годы при затяжном характере снеготаяния — тремя волнами.

Летне-осенняя межень устанавливается в конце мая — начале июня и обычно нарушается дождевыми паводками, продолжительность которых иногда (1962 г.) достигает трех месяцев, а по количеству их может быть семь за сезон (1953 г.). Самые низкие уровни наблюдаются в августе—сентябре. Температура воды летом в реке 19—20 °С. Максимальная температура воды наблюдается в середине июля и составляет 24 °С.

Зимняя межень более устойчивая, продолжается 3—4 месяца, в отдельные зимы затягивается до 5 месяцев. Зимние паводки наблюдаются не ежегодно, наиболее значительный сформировался в 1947 г.

Замерзание реки происходит в среднем в начале декабря. Наиболее ранний ледостав наблюдался 5 ноября 1919 г., наиболее поздний — 18 января 1961 г. Средняя продолжительность ледостава около 4 месяцев. В Могилеве на реке часто образуются полыньи.

Толщина льда в среднем составляет 30—45 см, в отдельные годы достигает 70 см (1960 г.). Максимальная толщина льда наблюдается в феврале—марте.

Вскрытие реки обычно происходит в конце марта. Наиболее раннее наблюдалось в феврале 1925 г., наиболее позднее — в апреле в 1929 и 1931 гг. Вскрытие реки начинается с появлением промоин и сопровождается ледоходом, продолжительность которого в среднем составляет 7 дней. В отдельные годы с целью предотвращения затворов за несколько дней до естественного вскрытия у Могилева лед искусственно взламывают.

Верховье Днепра, в отличие от Западной Двины и Немана, характеризуется наименьшей естественной зарегулированностью стока. Сток весеннего половодья в среднем составляет 57 %, а 43 % приходится на летне-осеннюю и зимнюю межени, причем 30 % — на летне-осеннюю межень.

Наибольший расход воды, как правило, наблюдается в период весеннего половодья. Его среднее значение равно 977 м³/с, а максимальное (1931 г.) — 2360 м³/с. Наименьший расход воды наблюдается в период летней и зимней межени; для летней межени его среднее значение составляет 42 м³/с, для зимней — 37 м³/с. Минимальный расход воды 17 м³/с отмечен в ноябре 1967 г. Средние годовые расходы воды колеблются от 92 до 243 м³/с.

Средний годовой сток наносов 11 т/км². Мутность в верхней части Днепра повышенная и ее среднее годовое значение для Могилева 52 г/м³. Наибольшее значение мутности 730 г/м³ наблюдалось в 1965 г.

Вода в реке относится к гидрокарбонатно-кальциевому классу, умеренно жесткая. Минерализация у г. Могилева весной от 45 до 121 мг/л. В летний период происходит увеличение минеральных компонент.

Река используется для судоходства и промышленного водоснабжения. Средняя длительность навигационного периода 220—230 дней.

1.3. История развития метеорологических наблюдений в городе

Первые систематические метеорологические наблюдения в Могилеве относятся к 1809 г. Они проводились на станции Могилев, устроенной при мужской гимназии в северной части города, по программе станции II разряда в периоды 1809—1837, 1871—1876, 1886—1917 гг. Материалы наблюдений с 1886 г. публиковались в Летописях Главной физической обсерватории (теперь — Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова). Эти материалы использованы в настоящей книге.

Кроме того, в дореволюционный период производились наблюдения на метеостанции Могилев III разряда (1885—1915 гг.), метеостанции при древесном рассаднике Могилевского общества сельского хозяйства (1902—1917 гг.), метеостанции при реальном училище (1906—1915 гг.).

После революции метеонаблюдения в Могилеве возобновились лишь спустя восемь лет — в 1925 г., причем до 1952 г. станция относилась к железной дороге и называлась Могилев, ж. д. Она неоднократно переносилась. С июля 1932 г. по ноябрь 1939 г. метеоплощадка располагалась в районе железнодорожной станции. Ближайший дом высотой около 5 м находился от площадки на расстоянии 15—20 м, другие строения — на еще большем расстоянии (100 м). С северо-запада к площадке примыкал редкий молодой сад, а за ним в 100 м от площадки находилась березовая роща, высота деревьев которой превышала на несколько метров высоту флюгера.

В ноябре 1939 г. станция была перенесена на 1,5 км к юго-востоку от прежнего места (просуществовала до июня 1941 г.). Метеоплощадка была оборудована на огороде среди городских построек. Ближайшие дома находились на расстоянии 40 м с восточной и южной сторон и 50 м с юго-западной стороны. С западной стороны в 70 м от площадки начинался фруктовый сад.

В июле 1944 г. станция была восстановлена на северо-западной окраине Могилева. Ближайшие строения отстояли от площадки на 13 м к северо-западу и 30 м к юго-западу. В 10 м к северо-востоку росли деревья высотой до 20 м. С юга на расстоянии 2 м площадку ограничивал забор, за которым находились небольшие строения и молодой лес. Постепенно вокруг площадки поднимались дома, и к 1954 г. она оказалась застроенной со всех сторон.

В марте 1958 г. станция была перенесена в пригород Луполово на левый берег Днепра. Река Днепр протекала с севера и запада на расстоянии 1—1,5 км. На юге находилось поле.

16 июня 1958 г. метеоплощадка была вновь перенесена на 100 м к северу на возвышенное место. Подстилающая поверхность новой площадки — преимущественно желтый песок. Ближайшими строениями были сарай высотой 3 м на расстоянии 30 м и большой дом на расстоянии 60 м. Эти здания на показа-

ния приборов не влияли, так как находились в низине по отношению к метеоплощадке.

И эта метеоплощадка в октябре 1962 г. была перенесена на еще более высокое место на расстояние 150 м к западу, на бугор, который возвышался над окружающей местностью на 2 м. Здания находились в 70 м к востоку и 150 м к югу от площадки. Подстилающая поверхность — мелкий насыпной песок.

В последний раз метеостанция была перенесена 1 января 1972 г. на 17 км к западу, в район деревни Лубнице. Горизонт в основном открытый. Отдельные строения находятся на расстояниях 25—100 м в западной четверти горизонта.

Первыми крупными работами по климату, в которых дана, в частности, характеристика климата района Могилева, были исследования А. И. Кайгородова, выполненные по заданию правительства и имевшие важное значение для народного хозяйства республики. В 30-е годы были изданы такие книги, как «Климатический атлас Белоруссии», «Сравнительный климатический очерк Белоруссии», «Ветровые ресурсы БССР», «Климат Западной Белоруссии», «Очерк сельскохозяйственных климатических условий БССР» и большая двухтомная монография «Климат БССР, Западной Белоруссии и сопредельных стран». В этих работах рассмотрены основные факторы, под влиянием которых формируется климат Белоруссии, произведено климатическое районирование территории республики, дана детальная характеристика всех основных метеозаэлементов.

Позднее метеорологические наблюдения в Могилеве обобщались в ряде публикаций Минской гидрометеорологической обсерватории. В 1965—1968 гг. был опубликован «Справочник по климату СССР» (Ч. 1—5. Вып. 7. Белорусская ССР). В Справочнике обобщен весь имеющийся материал наблюдений до 1960—1965 гг. Он представлен в основном по отдельным метеозаэлементам в виде таблиц с пояснительным текстом к каждой таблице.

В 1970 г. был издан «Агроклиматический справочник» по территории БССР. В 1972 г. была опубликована работа «Гололед и заморозы на территории Белорусской ССР».

В 1973—1979 гг. в дополнение к «Справочнику по климату» изданы погодичные метеорологические данные за период 1951—1965 гг. по температуре воздуха и почвы, осадкам, ветру, влажности воздуха, атмосферным явлениям, облачности и снежному покрову.

Исследования по климату Белоруссии проводятся и на географическом факультете Белорусского университета имени В. И. Ленина. В частности, профессором А. Х. Шкляром были изданы монографии «Климат Белоруссии и сельское хозяйство» (1962 г.) и «Климатические ресурсы Белоруссии и использование их в сельском хозяйстве» (1973 г.).

2. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ

2.1. Астрономические факторы

Радиационный режим — это характеристики и особенности прихода и расхода лучистой энергии (радиации), приходящей от солнца и испускаемой земной поверхностью и атмосферой. Солнечная радиация у поверхности земли включает электромагнитные волны длиной от 0,3 до 4 мкм (ультрафиолетовые, видимые и инфракрасные лучи), а земное и атмосферное излучение — от 4 до 120 мкм (только инфракрасные лучи). Световой режим — это характеристики солнечной радиации, оцениваемой по ее восприимчивости глазом (чувствительность глаза максимальна при длине волны 0,555 мкм, а к длинам волн 0,4 мкм и 0,75 мкм она падает до нуля). Радиационный режим представляет важную часть климатических условий местности, он тесно связан с температурным режимом. Световой режим играет существенную роль в светотехнических расчетах.

Радиационный и световой режимы определяются в первую очередь астрономическими факторами — положением солнца на небосводе в различное время суток и года и временем восхода и захода солнца. Количество энергии, которая поступает от прямых солнечных лучей за секунду на площадку заданной ориентации, зависит при данной прозрачности атмосферы только от угла падения лучей и поэтому для горизонтальной площадки определяется высотой солнца, а для наклонной или вертикальной — высотой и азимутом солнца. Высота солнца — это угол между направлением на солнце и горизонтальной плоскостью, азимут — угол между плоскостью меридиана и вертикальной плоскостью, проходящей через солнце (обычно отсчитывается от направления на юг).

Для определения высоты и азимута солнца можно воспользоваться рис. 1 и 2. На них выпуклыми кривыми изображен путь солнца по небу 15-го числа каждого месяца. Азимут отложен по окружности влево и вправо от направления на юг, высота — по радиусам к центру. Линиями, обозначенными цифрами 7, 8 и т. д., соединены точки, соответствующие одному и тому же целому часу. Высоту и азимут солнца в любой момент времени и в любой день находят интерполяцией. Например, 15 марта в 9 ч высота солнца равна 15° , а азимут — 66° ; 25 сентября в 14 ч 20 мин высота и азимут солнца равны соответственно 30° и 27° .

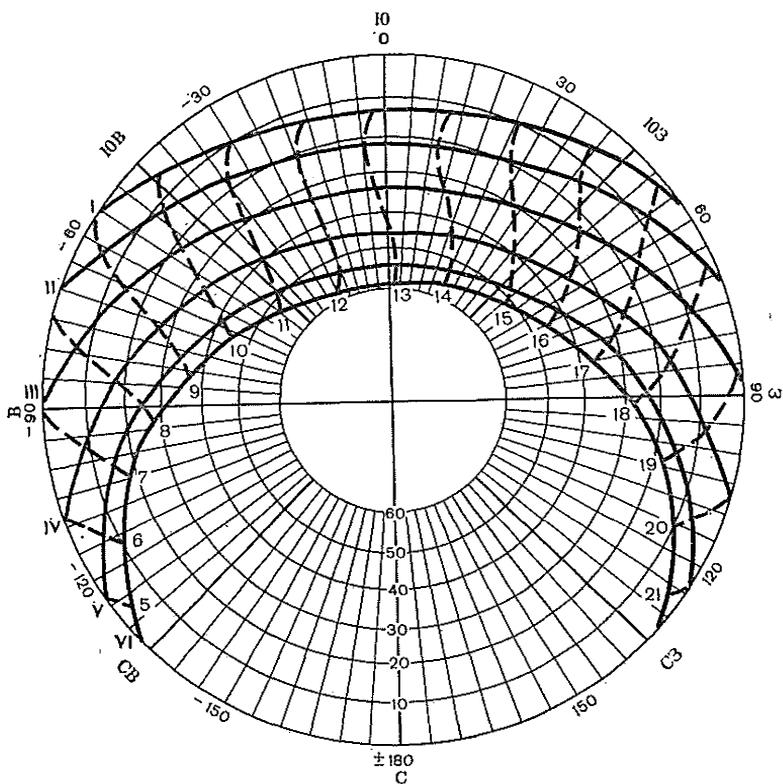


Рис. 1. Высота и азимут солнца в Могилеве в январе—июне.

Время восхода и захода солнца и продолжительность дня в Могилеве приведены в табл. 1. За время восхода или захода принимается момент, когда верхний край солнечного диска пересекает так называемый истинный горизонт, т. е. его угловая высота по отношению к наблюдателю равна нулю. Если горизонт закрыт строениями или деревьями, то восход солнца наступает позже, а заход раньше. Поправка (в мин) к времени восхода или захода солнца при закрытости горизонта, равной 4° , в различные месяцы составляет:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
40	33	30	31	35	39	37	32	31	31	37	43

При меньшей закрытости горизонта поправка пропорционально изменяется.

В табл. 1 указано также время начала и конца гражданских сумерек. Гражданскими сумерками называют промежуток времени перед восходом или после захода солнца, когда еще настолько светло, что на открытом месте можно выполнять разные работы. Граница гражданских сумерек со стороны ночи характеризуется настолько значительным ослаблением освещения, что ста-

Начало и конец дня и сумерек (ч мин)

Число, месяц	Начало сумерек			Восход солнца
	ясное небо	просвечиваю- щая облач- ность	плотная облачность	
5 I	8 33	8 41	8 44	9 16
15 I	8 27	8 35	8 37	9 09
25 I	8 16	8 24	8 26	8 57
5 II	8 00	8 07	8 10	8 39
15 II	7 42	7 49	7 52	8 19
25 II	7 20	7 27	7 30	7 57
5 III	7 03	7 10	7 13	7 39
15 III	6 39	6 46	6 49	7 14
25 III	6 14	6 21	6 24	6 50
5 IV	5 46	5 54	5 58	6 23
15 IV	5 21	5 29	5 35	5 59
25 IV	4 55	5 04	5 10	5 36
5 V	4 32	4 41	4 48	5 15
15 V	4 11	4 21	4 28	4 57
25 V	3 52	4 04	4 10	4 42

Таблица 1

в Могилеве (время московское декретное)

Продолжительность дня	Заход солнца	Конец сумерек		
		ясное небо	просвечивающая облачность	плотная облачность
7 36	16 52	17 35	17 27	17 24
7 58	17 07	17 49	17 41	17 39
8 28	17 25	18 06	17 58	17 56
9 08	17 47	18 26	18 19	18 16
9 48	18 07	18 44	18 37	18 34
10 30	18 27	19 04	18 57	18 54
11 04	18 43	19 19	19 12	19 09
11 48	19 02	19 37	19 30	19 27
12 30	19 20	19 56	19 49	19 46
13 18	19 41	20 18	20 10	20 06
14 00	19 59	20 37	20 29	20 23
14 42	20 18	20 59	20 50	20 44
15 22	20 37	21 20	21 11	21 04
15 56	20 53	21 39	21 29	21 22
16 28	21 10	22 00	21 48	21 42

5 VI	3 39	3 52	3 59	4 31
15 VI	3 31	3 45	3 53	4 26
25 VI	3 32	3 45	3 53	4 27
5 VII	3 41	3 53	4 01	4 34
15 VII	3 55	4 07	4 15	4 46
25 VII	4 13	4 24	4 31	5 00
5 VIII	4 35	4 45	4 51	5 18
15 VIII	4 55	5 04	5 10	5 36
25 VIII	5 16	5 24	5 31	5 54
5 IX	5 38	5 45	5 52	6 14
15 IX	5 56	6 03	6 09	6 31
25 IX	6 15	6 22	6 28	6 49
5 X	6 33	6 40	6 47	7 07
15 X	6 50	6 57	6 04	7 25
25 X	7 09	7 16	7 23	7 45
5 XI	7 30	7 38	7 43	8 07
15 XI	7 46	7 54	7 59	8 25
25 XI	8 03	8 12	8 16	8 44
5 XII	8 16	8 25	8 28	8 58
15 XII	8 28	8 37	8 40	9 11
25 XII	8 33	8 42	8 44	9 17

16 52	21 23	22 15	22 02	21 55
17 06	21 32	22 27	22 13	22 05
17 08	21 35	22 30	22 17	22 09
16 58	21 32	22 25	22 13	22 05
16 38	21 24	22 15	22 03	21 55
16 10	21 10	21 57	21 46	21 39
15 34	20 52	21 35	21 25	21 19
14 56	20 32	21 13	21 04	20 58
14 14	20 08	20 46	20 38	20 31
13 28	19 42	20 18	20 11	20 04
12 46	19 17	19 52	19 45	19 39
12 04	18 53	19 27	19 20	19 14
11 22	18 29	19 03	18 56	18 49
10 40	18 05	18 40	18 33	18 26
9 56	17 41	18 17	18 10	18 03
9 12	17 19	17 56	17 48	17 43
8 36	17 01	17 40	17 32	17 27
8 04	16 48	17 29	17 20	17 16
7 42	16 40	17 22	17 13	17 10
7 26	16 37	17 20	17 11	17 08
7 24	16 41	17 25	17 16	17 14

Месяц	I	II	III	IV	V	VI
Время, ч мин	13 08	13 13	13 08	12 59	12 55	12 59
Месяц	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Время, ч мин	13 05	13 04	12 54	12 45	12 43	12 54

Начало и конец облучения прямыми солнечными лучами северных и южных, западных и восточных стен приведены в табл. 2. Такие же данные для стен других ориентаций можно получить по рис. 1 или 2. Для этого достаточно найти точки пересечения кривой данного месяца с диаметром, соответствующим расположению стены. Например, если азимут нормали к стене $+20^\circ$ (от юга к западу), то солнечные лучи освещают ее в июле с 9,8 до 19,7 ч.

Продолжительность облучения при безоблачном небе дана в табл. 3. Как видно из таблицы, наибольшая возможная продолжительность облучения южной стены наступает не в летние месяцы, а в марте и сентябре. Это объясняется тем, что летом солнце проходит южную половину небесного свода быстрее, чем весной и осенью. Для стен других ориентаций наибольшая продолжительность облучения приходится на июнь.

Таблица 3

Возможная суточная продолжительность (ч) облучения прямой солнечной радиацией стен различной ориентации и горизонтальной поверхности

Ориентация стен	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ю	8,0	9,8	11,8	10,9	9,9	9,3	9,5	10,4	11,7	10,7	8,6	7,4
ЮЗ и ЮВ	7,3	7,9	8,6	9,3	10,0	10,4	10,2	9,6	8,9	8,2	7,5	7,1
З и В	4,0	4,9	5,9	7,0	8,0	8,5	8,3	7,5	6,4	5,3	4,3	3,7
СЗ и СВ	0,7	1,9	3,2	4,7	6,0	6,7	6,4	5,3	3,9	2,5	1,1	0,3
С				3,1	6,1	7,8	7,1	4,5	1,1			

Горизонтальная поверхность

| 8,0 | 9,8 | 11,8 | 14,0 | 16,0 | 17,1 | 16,6 | 14,9 | 12,8 | 10,7 | 8,6 | 7,4

Все характеристики облучения и радиационного режима стен (табл. 2—5) рассчитаны для условий, когда затенением стены от находящихся вблизи зданий или деревьев можно пренебречь.

2.2. Солнечная радиация и радиационный баланс

Непосредственные измерения характеристик радиационного режима в Могилеве не проводятся, поэтому суммы радиации (энергетическое количество освещения или излучения) получены расчетным путем с использованием данных актинометрических станций Минск и Василевичи в качестве опорных. Суммы выражены в единицах СИ — в мегаджоулях на квадратный метр. До 1980 г. для сумм радиации применялись калории или килокалории на квадратный сантиметр. При сравнении данных, выражен-

ных в старых и новых единицах, надо использовать соотношения: $1 \text{ кал/см}^2 = 0,0419 \text{ МДж/м}^2$, $1 \text{ ккал/см}^2 = 41,9 \text{ МДж/м}^2$.

В табл. 4 приведены средние суточные суммы прямой, рассеянной и суммарной солнечной радиации при безоблачном небе, а в табл. 5 — средние суммы при действительных условиях облачности.

Прямая радиация поступает на земную поверхность в виде почти параллельных лучей, исходящих от диска солнца. Ее наибольшая интенсивность (т. е. создаваемая ею энергетическая освещенность) наблюдается при высоком солнце и чистой атмосфере и в условиях Могилева составляет для площадки, перпендикулярной солнечным лучам, примерно $1,1 \text{ кВт/м}^2$, а для горизонтальной площадки примерно $0,8 \text{ кВт/м}^2$ [$1 \text{ кВт/м}^2 = 1,433 \text{ кал/(см}^2 \cdot \text{мин)}$].

Рассеянная радиация возникает при рассеянии солнечных лучей молекулами воздуха и взвешенными в нем аэрозольными частичками (твердыми и жидкими) и поступает на земную поверхность со всего небесного свода. Ее наибольшая интенсивность наблюдается при тонкой облачности и составляет примерно $0,6 \text{ кВт/м}^2$.

При отсутствии облачности суммы рассеянной радиации на горизонтальную поверхность в два—четыре раза меньше, чем суммы прямой радиации (табл. 4). Напротив, при действительных условиях облачности суммы рассеянной радиации на горизонтальную поверхность меньше сумм прямой радиации только в июне—августе. Во все остальные месяцы, особенно зимой, и за год в целом суммы рассеянной радиации больше сумм прямой радиации (табл. 5).

Суммарная радиация на горизонтальную поверхность — это сумма прямой и рассеянной радиации, т. е. вся солнечная радиация, поступающая на поверхность земли. Прямая, рассеянная и суммарная радиация имеют ярко выраженный годовой ход с максимумом в июне и минимумом в декабре. Поскольку летом и высота солнца и продолжительность дня значительно больше по сравнению с зимой, к тому же еще и облачность меньше, летний приход радиации намного больше зимнего. Май, июнь и июль дают 48 % годового прихода суммарной радиации (табл. 5), напротив, ноябрь, декабрь и январь вместе — лишь 5 %.

Суммы прямой радиации $S_{ст}$ для стен рассчитаны по прямой радиации на горизонтальную поверхность S' с использованием переходных коэффициентов, вычисленных по материалам наблюдений в Минске и исправленных на широтный ход по данным З. И. Пивоваровой. Суммарная радиация на стену включает прямую, рассеянную и отраженную радиацию. Она определена по формуле

$$Q_{ст} = S_{ст} + k_D D + 0,5QA,$$

где D и Q — суммы рассеянной и суммарной радиации на горизонтальную поверхность; k_D — среднее месячное отношение рас-

Суточные суммы радиации (МДж/м²) при безоблачном небе

Радиация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Горизонтальная поверхность												
Прямая	2,6	6,0	10,9	16,3	21,2	23,4	22,4	17,8	12,6	7,8	3,6	2,2
Рассеянная	1,8	2,7	3,8	4,9	5,6	5,9	5,7	5,1	3,8	2,3	1,5	1,0
Суммарная	4,4	8,7	14,7	21,2	26,8	29,3	28,1	22,9	16,8	10,1	5,1	3,2
Южная стена												
Прямая	11,6	16,2	16,7	13,9	11,0	9,4	10,1	12,1	14,8	16,5	13,9	12,1
Суммарная	15,2	22,1	24,1	20,2	17,5	16,2	16,8	18,3	19,9	20,1	16,5	14,4
Юго-западная и юго-восточная стены												
Прямая	8,2	11,8	13,6	13,2	12,5	11,5	11,9	12,3	12,7	12,6	9,9	8,6
Суммарная	11,4	17,3	20,4	19,1	18,8	18,3	18,5	18,3	17,3	15,7	12,2	10,6
Западная и восточная стены												
Прямая	2,4	5,0	7,3	9,3	11,0	11,5	11,4	9,6	7,7	5,8	3,4	2,3
Суммарная	5,2	10,0	13,7	14,9	17,2	18,2	17,9	15,3	11,8	8,5	5,3	4,1
Северо-западная и северо-восточная стены												
Прямая	0,0	0,4	1,8	3,6	5,7	6,8	6,5	4,3	2,3	0,9	0,1	0,0
Суммарная	2,7	5,2	7,8	8,8	11,6	13,1	12,5	9,5	6,1	3,4	1,9	1,7
Северная стена												
Прямая				0,3	1,7	2,6	2,5	0,7				
Суммарная				5,1	7,1	8,6	8,1	5,6				

сеянной радиации на стену к рассеянной радиации на горизонтальную поверхность, рассчитанное по теоретическому распределению яркости по безоблачному небу при различной высоте солнца; A — среднее месячное альbedo — отношение интенсивности радиации, отраженной поверхностью земли, к интенсивности радиации, падающей на нее.

Использовано альbedo площадки, покрытой в бесснежный период травой, а часть зимы — снегом. Для Могилева альbedo (%) такой площадки в разные месяцы принято равным:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
72	71	50	22	19	20	20	20	21	23	36	63

Отметим, что приход к южной стене прямой радиации (а при отсутствии облаков — и суммарной) максимален не летом (в июне), а весной и осенью. В июне суммы суммарной радиации на южную стену меньше, чем на восточную и западную (табл. 4, 5). Причина — в наклонном падении лучей на южную стену летом при высоком солнце.

Поглощенная поверхностью земли солнечная радиация $Q_{\text{полг}}$ вычислена по суммарной радиации Q и альbedo A :

$$Q_{\text{полг}} = Q(1 - A).$$

По этой же формуле можно вычислить суммарную радиацию, поглощенную горизонтальной поверхностью с искусственным покрытием, плоской крышей или стеной. При этом Q для горизонтальной поверхности или стены заданной ориентации берется из табл. 4 или 5, а альbedo A — из табл. 6.

В городе часть радиации, приходящей к стенам зданий, после отражения от них не возвращается в атмосферу, а попадает на землю или соседние здания, из-за чего увеличивается доля поглощенной радиации. Поэтому альbedo городской застройки меньше, чем среднее альbedo поверхностей зданий и земли между ними, и в бесснежный период составляет примерно 15—17 %.

Земная поверхность постоянно испускает в атмосферу собственное инфракрасное излучение E_z и поглощает падающее на нее инфракрасное излучение атмосферы E_d . В среднем E_a на 5—15 % меньше, чем E_z . Результирующая потеря тепла поверхностью земли вследствие излучения определяется их разностью — эффективным излучением $E_{\text{эф}} = E_z - E_a$ (табл. 5). Осенью и зимой E_z уменьшается вместе с понижением температуры поверхности земли. Напротив, E_a возрастает в результате увеличения количества облачности, поскольку облака, особенно низкие, излучают значительно больше безоблачного неба. В итоге $E_{\text{эф}}$ имеет минимум в декабре.

В табл. 5 приведены также суммы радиационного баланса B — разности между приходом и расходом лучистой энергии для земной поверхности ($B = Q_{\text{полг}} - E_{\text{эф}}$). Значения поглощенной радиации, эффективного излучения, а следовательно, и значения радиационного баланса, приведенные в табл. 5, относятся к площадке,

Месячные и годовые суммы радиации (МДж/м²) при действительных условиях облачности

Вид радиации	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Горизонтальная поверхность													
Прямая	17	38	134	193	272	335	322	260	142	63	21	8	1805
Рассеянная	54	92	163	209	281	293	293	234	164	96	42	34	1955
Суммарная	71	130	297	402	553	628	615	494	306	159	63	42	3760
Поглощенная	20	38	148	314	448	502	492	395	242	122	40	16	2777
Эффективное излучение	50	55	101	122	155	164	155	130	105	88	55	34	1214
Радиационный баланс	-30	-17	47	192	293	338	337	265	137	34	-15	-18	1563
Южная стена													
Прямая	74	98	200	164	144	134	145	182	168	128	77	41	1555
Суммарная	130	194	364	315	337	343	353	350	285	193	109	72	3045
Юго-западная стена													
Прямая	55	76	165	147	144	151	158	169	139	99	56	30	1389
Суммарная	110	171	327	295	337	360	366	335	255	163	88	61	2868

Западная стена

Прямая	16	30	87	100	116	147	145	125	82	43	19	8	918
Суммарная	70	123	246	246	309	356	353	289	196	106	50	38	2382

Северо-западная стена

Прямая	0,3	3	19	37	60	87	80	55	23	6	0,6	0	371
Суммарная	53	94	175	181	251	294	286	216	134	68	32	29	1813

Северная стена

Прямая				4	16	37	29	8					94
Суммарная	52	90	152	146	204	241	232	169	109	62	30	29	1516

Северо-восточная стена

Прямая	0	2	16	39	73	107	93	60	23	4	0,6	0	418
Суммарная	52	93	172	183	261	314	296	224	134	66	31	29	1855

Восточная стена

Прямая	13	23	78	108	150	181	167	143	84	38	16	7	1008
Суммарная	66	115	235	254	341	390	373	309	196	101	47	37	2464

Юго-восточная стена

Прямая	51	67	153	156	171	178	180	190	142	93	53	28	1462
Суммарная	106	161	313	304	364	387	388	356	258	157	84	59	2937

Среднее альbedo A различных покрытий

Поверхность	$A\%$
Асфальт темный	10—20
Асфальт 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	30
Мрамор белый	60
Кирпич	
обыкновенный красный	25—30
силикатный белый	45—55
Черепица красная	35—45
Железо кровельное оцинкованное	
новое	32
тусклое	24
Рубероид светлый	28
Рубероид черный	14
Толь	20
Дерево некрашенное желтое	40

покрытой в теплый период травой, а зимой — снегом. При положительном радиационном балансе земная поверхность больше получает тепла от солнца, чем отдает в результате излучения. Полученная теплота расходуется на нагревание почвы и воздуха, на испарение влаги. Ночью, а в зимнее время часто и днем, баланс отрицательный. При этом поверхность земли охлаждается и забирает тепло у соприкасающихся с ней воздуха и верхних слоев почвы. Месячные суммы радиационного баланса в Могилеве отрицательные с ноября по февраль.

Для расчетов теплообмена через крыши и условий работы солнечных нагревателей, а также для оценки микроклиматических условий на склонах холмов и долин требуются данные о солнечной радиации, поступающей к наклонным поверхностям (склонам). Чтобы получить суточный или месячный приход прямой радиации на такую поверхность при действительных условиях облачности, надо умножить соответствующую сумму радиации на горизонтальную поверхность (S') на коэффициент k_s из табл. 7.

Суммарную радиацию на поверхность, наклоненную под углом α к горизонту, можно вычислить по формуле

$$Q_{\text{скл}} = S'k_s + D \cos^2 \frac{\alpha}{2} + QA \sin^2 \frac{\alpha}{2}.$$

Таблица 7

Значения коэффициента $k_s = \frac{S_{\text{скл}}}{S'}$ для склонов с различным углом наклона α

α°	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Южный склон												
5	1,35	1,24	1,15	1,07	1,03	1,02	1,02	1,05	1,11	1,19	1,34	1,50
10	2,03	1,47	1,28	1,13	1,05	1,01	1,03	1,10	1,18	1,40	1,66	2,28
20	2,65	1,99	1,50	1,24	1,13	1,05	1,07	1,18	1,37	1,69	2,27	3,15
Северный склон												
5	0,56	0,76	0,85	0,92	0,96	0,98	0,97	0,94	0,89	0,81	0,67	0,52
10	0,22	0,50	0,70	0,82	0,89	0,92	0,90	0,88	0,76	0,60	0,30	0,15
15		0,07	0,37	0,64	0,77	0,82	0,81	0,71	0,51	0,21		
Западный склон												
5	1,02	1,02	1,01	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,01	1,03	1,03
10	1,03	1,03	1,01	0,98	0,98	0,97	0,98	0,98	1,00	1,01	1,04	1,06
20	1,07	1,00	0,99	0,94	0,94	0,93	0,92	0,94	0,94	0,98	1,05	1,15
Восточный склон												
5	0,99	0,99	0,98	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01	0,99	0,99	0,98	0,98
10	0,98	0,98	0,97	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,94
20	0,97	0,97	0,94	0,97	0,97	0,96	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,93

Значения прямой (S'), рассеянной (D) и суммарной (Q) радиации на горизонтальную поверхность берутся из табл. 5; A — альbedo площадки, прилегающей к склону. Для наклона 5° можно принять $\cos^2 \alpha/2 = 1,00$ и $\sin^2 \alpha/2 = 0$, для 10° — соответственно 0,99 и 0,01, для 20° — 0,97 и 0,03.

Наибольшее количество прямой радиации поступает на южный склон при следующих углах наклона α :

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
α°	77	60	56	43	25	18	20	30	50	65	75	79

Для развития растений существенное значение имеет фотосинтетически активная радиация (ФАР) — энергия солнечных лучей с длиной волны от 0,38 до 0,71 мкм. Это участок солнечного спектра, используемый листьями растений для фотосинтеза. В табл. 8 приведены месячные и годовые суммы ФАР, а также суммы за вегетационный период (средняя суточная температура выше 5°C) и период активной вегетации (средняя суточная температура выше 10°C).

Таблица 8

Суммы фотосинтетически активной радиации (МДж/м²)

Радиация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Сумма за вегетационный период	
														> 5 °C	> 10 °C
														Прямая на горизонтальную поверхность	6
Рассеянная	32	53	99	127	171	179	179	143	100	59	25	20	1189	889	747
Суммарная	38	71	157	212	291	330	321	257	162	85	34	23	1981	1559	1320

2.3. Естественная освещенность

Освещенность определяется той частью лучистой энергии, которая приходится на видимый участок спектра, и распределением энергии в этом участке. Поэтому освещенность тесно связана с интенсивностью радиации и может быть рассчитана по последней. Полученные расчетным путем средние значения освещенности открытой горизонтальной площадки приведены в табл. 9. Средняя освещенность имеет правильный годовой ход с максимумом в июне и минимумом в декабре. В дневном ходе максимум наблюдается вблизи полудня.

Суммарная освещенность при ясном небе примерно в полтора раза больше средней при действительных условиях облачности. Рассеянная освещенность с переходом от ясного неба к полуючному и затем к пасмурному сначала увеличивается, а потом уменьшается. Свет значительно сильнее рассеивается на облачных частицах, чем в чистом воздухе, поэтому максимум рассеян-

Таблица 9

Средняя освещенность (кЛ) горизонтальной поверхности

Время, ч мин	Освещенность	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
7 30	Суммарная				10	20	23	20	12	5			
	Рассеянная				7	12	13	12	8	4			
10 30	Суммарная	5	12	28	40	51	56	52	42	31	16	6	4
	Рассеянная	5	10	18	21	25	25	25	22	16	11	5	3
13 30	Суммарная	12	23	39	46	54	58	56	45	36	22	10	8
	Рассеянная	9	16	22	25	28	29	29	26	19	14	8	6
16 30	Суммарная	2	8	19	28	34	40	39	30	20	7	2	
	Рассеянная	2	7	13	17	20	22	21	18	12	6	2	
19 30	Суммарная				3	7	11	10	4				
	Рассеянная					5	8	7	4				

ной освещенности наступает при облачности 3—7 баллов. При сплошной плотной облачности большая часть света рассеивается вверх, а не к земле, и освещенность существенно уменьшается.

Фактическую освещенность при различных условиях можно приближенно определить при помощи таблиц приложений 2 и 3, заимствованных из «Таблиц для расчета природной освещенности и видимости» В. В. Шаронова. Под рубрикой «Солнце» дана суммарная освещенность при солнце вне облаков, под рубрикой «Тень» — освещенность при солнце, затененном достаточно плотным облаком (рассеянная освещенность). Для полупрозрачных форм облаков даются рубрики «Солнце чисто» и «Солнце в облаках». В последнем случае прямой солнечный свет не устраняется полностью, но значительно ослабляется.

Для пользования таблицами необходимо знать высоту солнца в данный момент. Ее можно либо измерить непосредственно ($tg h_{\odot}$ равен отношению высоты предмета к длине его тени на горизонтальной плоскости), либо определить по графикам рис. 1 и 2.

Как видно из таблиц (приложения 2 и 3), для одной и той же высоты солнца освещенность при снежном покрове больше, особенно при наличии облаков. Это вызвано увеличением альбедо и многократным отражением света от поверхности снега и от нижней поверхности облаков.

Таблица 10

Определение сумеречной освещенности по глубине или времени погружения солнца

Месяц	Глубина погружения солнца, ... °				
	0	2	4	6	8

Время после захода или перед восходом (ч мин)

I	0 09	0 26	0 41	0 56
II	0 08	0 22	0 37	0 50
III	0 08	0 21	0 35	0 49
IV	0 08	0 23	0 38	0 53
V	0 09	0 27	0 45	1 05
VI	0 11	0 31	0 53	1 19
VII	0 10	0 29	0 50	1 12
VIII	0 09	0 24	0 40	0 57
IX	0 08	0 22	0 35	0 49
X	0 08	0 22	0 35	0 49
XI	0 09	0 24	0 39	0 53
XII	0 10	0 27	0 43	0 59

Освещенность, лк

Безоблачно	610	180	23	1,9	0,23
Облачное небо					
минимум	53	11	1,4	0,2	0,03
максимум	620	200	35	3,5	0,4

Фактическая освещенность при данных условиях может существенно отличаться от вероятных значений, указанных в таблицах. Среднее квадратическое отклонение освещенности при ясном небе от чисел таблицы составляет 10 % без снежного покрова и 30 % при снеге. При слоистых облаках в $\frac{2}{3}$ случаев отклонение превышает 40 %.

Величину сумеречной освещенности можно оценить по табл. 10. Сначала при помощи табл. 1 определяют время от нужного момента до восхода (утром) или от захода до нужного момента (вечером). Затем в строке таблицы для данного месяца выбирают значения, ближайšie к полученным, а внизу в тех же столбцах находят соответствующие значения освещенности. Результат уточняется интерполяцией.

3. АТМОСФЕРНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ

3.1. Особенности циркуляции

Одним из важнейших факторов, влияющих на формирование климата, является движение воздушных масс, создающее различные типы погоды. Над районом Могилева, как и над всей территорией Белоруссии, преобладают воздушные массы, перемещающиеся с Атлантического океана. Перенос воздушных масс происходит при различных циркуляционных процессах вследствие деятельности циклонов, которые смещаются сериями, и антициклонов или гребней высокого давления, формирующихся в тылу циклонов. Циклоны, перемещающиеся с запада на восток, приносят с собой морской воздух, отличающийся большими запасами влаги. Действие атлантических воздушных масс в холодное и теплое время года различно: зимой они вызывают потепление, летом обуславливают прохладную погоду. В большинстве случаев циклоны, перемещаясь на восток, заполняются или не меняют своей интенсивности, и лишь некоторые, проходя над территорией Белоруссии, продолжают углубляться. Иногда циклоны, заполняясь, становятся малоподвижными, и тогда зимой в течение нескольких дней наблюдается пасмурная с небольшими морозами и слабыми снегопадами погода, а летом сначала стоит пасмурная дождливая погода, которая по мере прогревания воздуха сменяется неустойчивой с ливневыми дождями и грозами.

В табл. 11 указано относительное число дней за 6 лет (%), в которые погода в Могилеве определялась воздействием определенного вида циклонов или антициклонов. Во все сезоны года повторяемость циклонической формы циркуляции больше антициклонической. На погоду Могилева чаще влияют периферийные части циклонов и антициклонов. В среднем за год (с 1972 по 1977 г.) в районе Могилева циклонические процессы наблюдались 213 дней и антициклонические — 152 дня, но проходило или оформилось всего 26 циклонов различной интенсивности и 16 антициклонов.

Зимой район Могилева наиболее часто находится под влиянием северо-западных и западных циклонов. Длительное потепление осуществляется, когда север Западной Европы занят обширной областью низкого давления, а юг — областью повышенного давления или отрогом азорского антициклона (рис. 3). В этом случае преобладают западные потоки, с которыми выносятся на территорию Белоруссии теплый влажный воздух с Атлантики.

Повторяемость (%) различных барических образований

Вид барического образования	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Циклоны	54	61	62	56	58
стационарные	3	4	7	2	4
западные	18	10	11	17	14
северо-западные (скандинавские)	25	19	17	23	21
юго-западные, южные (средиземно-морские)	6	20	18	11	14
черноморские	2	8	9	3	5
Антициклоны	46	39	38	44	42
стационарные	5	7	5	4	6
отрог азорского	10	9	18	12	12
восточные	17	11	3	13	11
скандинавские	12	12	12	15	13
Ультраполярные вхождения	2	0,4	—	—	0,5

Распространение теплых воздушных масс происходит и при других атмосферных процессах. Например, если над Западной Европой развивается циклоническая деятельность, а над центральными районами Европейской части Советского Союза располагается обширная область высокого давления или отрог сибирского антициклона, то по западной периферии антициклона происходит вынос теплого воздуха с юга на территорию Белоруссии, обуславливая погоду пасмурную с морозящими осадками, туманами и гололедами (рис. 4). Наиболее интенсивное потепление с оттепелью, значительные осадки, метели и гололеды наблюдаются при выходе юго-западных и южных циклонов, в теплых секторах которых выносятся очень теплый воздух со Средиземного моря. Реже вынос тепла осуществляется при северо-западном потоке, когда по периферии антициклона, занимающего Западную Европу, циклоны с севера Атлантики «ныряют» на юго-восток Европейской части СССР. Приближение таких циклонов вызывает в районе Могилева кратковременное потепление, которое после прохождения циклона сменяется резким похолоданием. Последнее сопровождается значительным усилением ветра, снегопадами, метелями.

Вторжение наиболее холодной воздушной массы — арктического воздуха — происходит в тылу циклонов и в передней части антициклонов. С вторжением арктического воздуха погода резко меняется. С северо-запада, с районов Норвежского и Гренландского морей вторгается морской арктический воздух, который при движении над снежным покровом суши быстро охлаждается, в Белоруссию приходит уже выхоложенным и нередко сопровождается малооблачной погодой. Значительно реже в районе Могилева бывает континентальный арктический воздух. Вторгается он со стороны Карского и Баренцева морей и несет с собой ясную погоду. При этом происходит дальнейшее его выхолаживание и

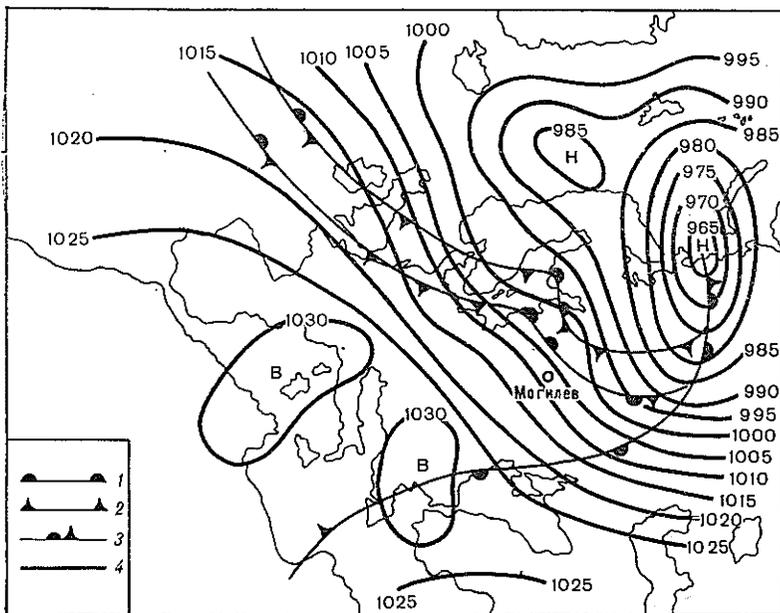


Рис. 3. Карта погоды за 29 декабря 1975 г. (вынос теплых масс воздуха с Атлантики).

1 — теплый фронт, 2 — холодный фронт, 3 — фронт окклюзии, 4 — линии одинакового давления (изобары).

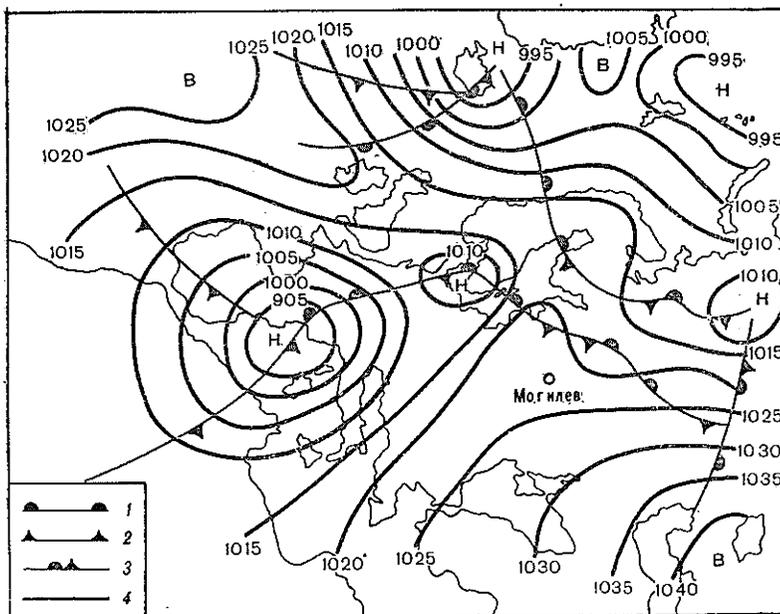


Рис. 4. Карта погоды за 25 декабря 1973 г. (вынос теплого воздуха с юга).

Усл. обозначения см. рис. 3.

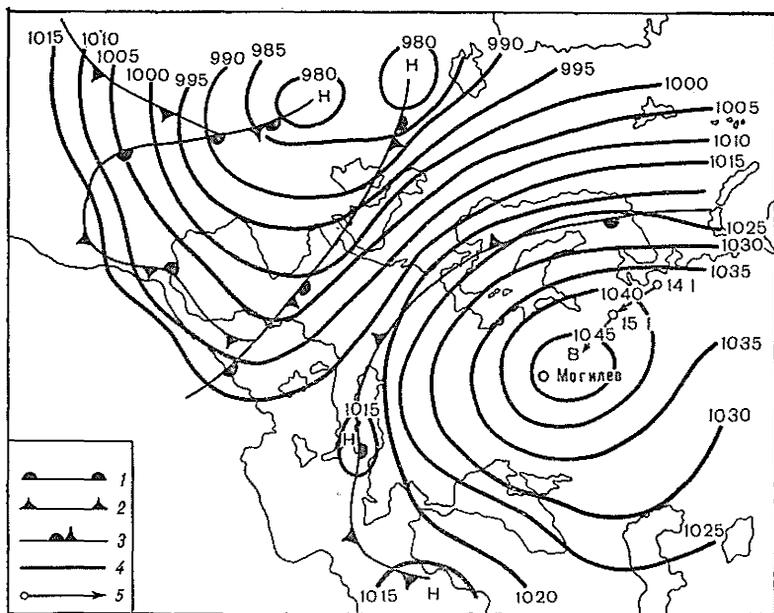


Рис. 5. Карта погоды за 16 января 1972 г. (вторжение арктического воздуха с северо-востока).

1—4 см. рис. 3, 5 — перемещение центра антициклона

поэтому наиболее сильные морозы наблюдаются не в начале вторжения арктического воздуха, а позже, особенно если образуется малоподвижный антициклон (рис. 5).

Весной происходит постепенная смена зимних процессов летними. Увеличивается повторяемость юго-западных и южных циклонов, с которыми связан мощный вынос теплого воздуха со Средиземноморья. Эти первые длительные выносы тепла являются верным признаком начала весны. Нередко в Белоруссии наблюдаются возвраты холодов, вызванные затоком с северо-запада, севера или северо-востока арктического воздуха (рис. 6). Они обуславливают резкие похолодания и заморозки.

Летом увеличивается влияние на погоду черноморских и стационарных циклонов, которые обуславливают интенсивные и продолжительные дожди. Сильные ливневые дожди, нередко сопровождающиеся грозой и градом, наблюдаются при прохождении медленно смещающихся холодных фронтов с волнами и при выходе южных циклонов (рис. 7). Осадки могут выпадать также и в однородной воздушной массе при развитии термической конвекции во второй половине дня.

В летний сезон значительное развитие получает отрог азорского антициклона, обуславливающий в районе Могилева очень теплую сухую погоду. Наиболее сухая и жаркая погода наблюдается при стационарировании антициклона над юго-востоком Евро-

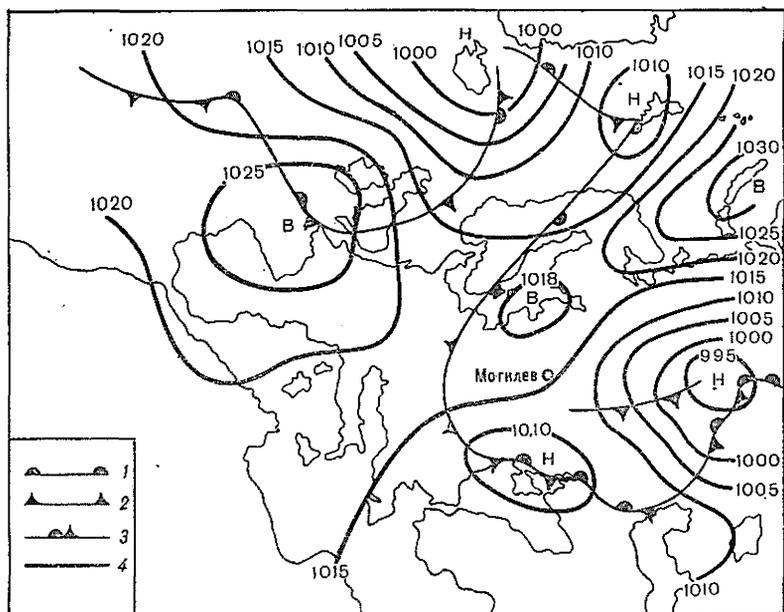


Рис. 6. Карта погоды за 21 мая 1974 г. (вторжение арктического воздуха с северо-востока, вызвавшее заморозки).
Усл. обозначения см. рис. 3.

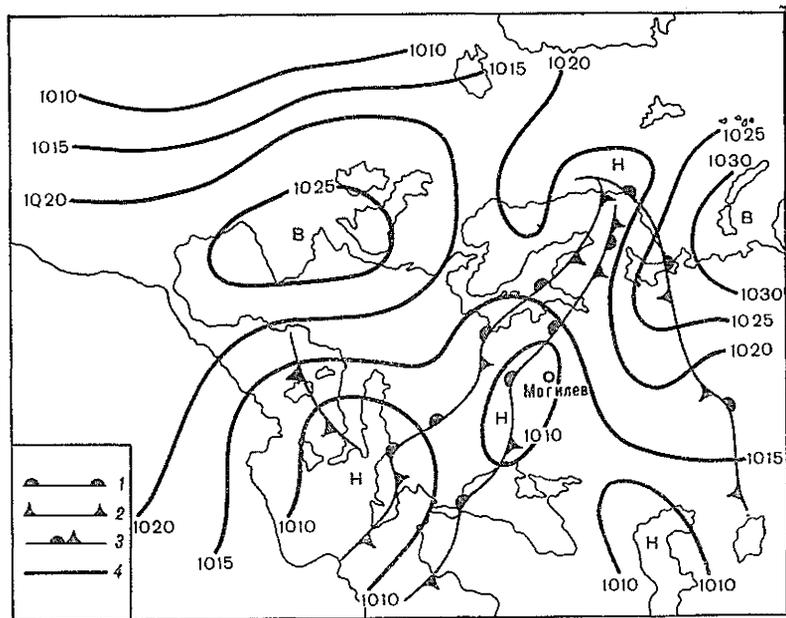


Рис. 7. Карта погоды за 12 июля 1972 г. (выход южного циклона).
Усл. обозначения см. рис. 3.

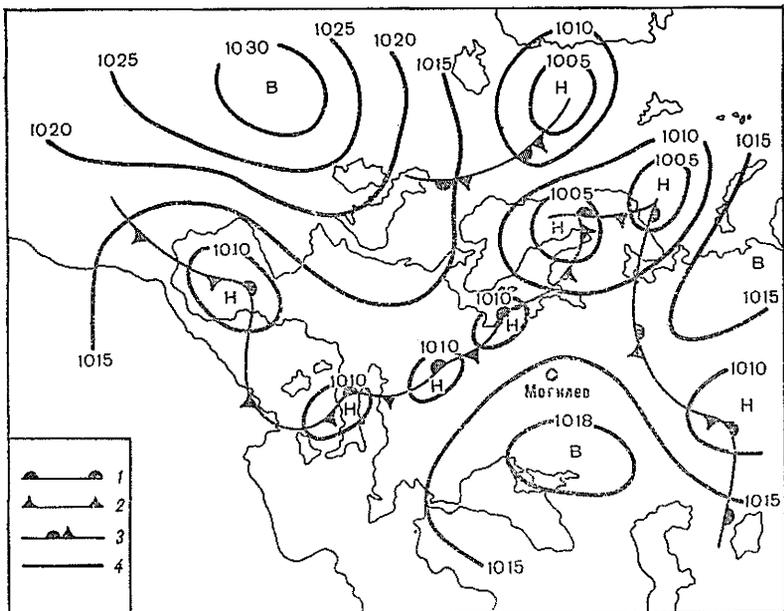


Рис. 8. Карта погоды за 15 июня 1972 г. (вынос тропического воздуха, обусловивший жаркую погоду).
Усл. обозначения см. рис. 3.

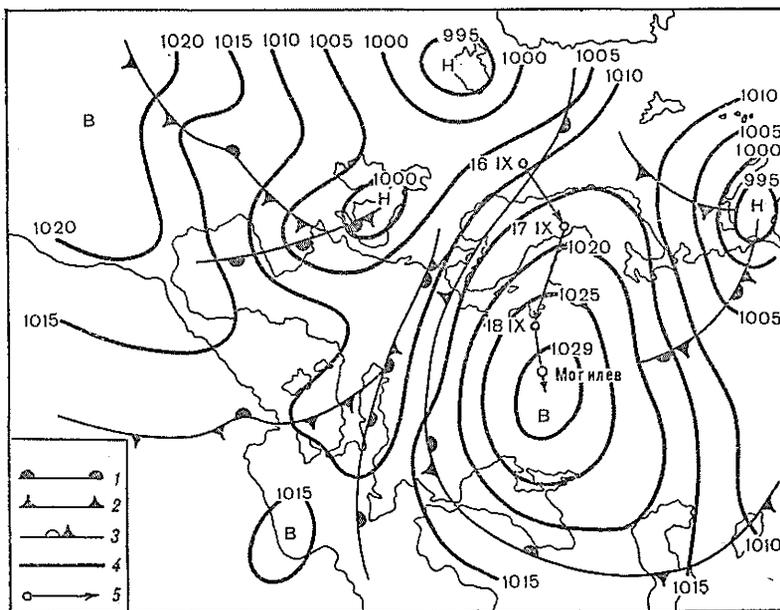


Рис. 9. Карта погоды за 19 сентября 1973 г. (вторжение арктического воздуха с северо-запада, вызвавшее ранние заморозки).
Усл. обозначения см. рис. 5

Типы погоды в зимнем (декабрь—февраль) сезоне

Тип погоды	Перенос воздушных масс	Повторяемость, %	Преобладающие характеристики в 15 ч	
			температура, °С	упругость водяного пара, гПа
Относительно теплая, влажная	С Атлантики через Западную Европу и Балтийское море Со Средиземного моря через Балканский полуостров и Черное море Слабоградиентные барические поля	53	0—5	5—7
		35		
		12		
Умеренно холодная, умеренно влажная	Из северо-западных и центральных районов Западной Европы Из южных районов Европейской части СССР Из северо-западных районов Европейской части СССР Слабоградиентные барические поля	40	—6...—1	3—4
		19		
		5		
		36		
Холодная, относительно сухая	Из юго-восточных и южных районов Европейской части СССР Из северо-восточных и северных районов Европейской части СССР Из центральных и северо-западных районов Западной Европы Слабоградиентные барические поля	27	—16...—7	2
		15		
		13		
		45		
Очень холодная, сухая	Из северо-восточных и северных районов Европейской части СССР Слабоградиентные барические поля	38	—20...—17	1
		62		

пейской части СССР и в малоградиентных областях повышенного давления, сформированных в теплом сухом воздухе. Жаркую погоду вызывают и южные циклоны, в теплых секторах которых происходит вынос тропического воздуха (рис. 8).

Осенью осуществляется переход от летних процессов к зимним, соответственно увеличивается и повторяемость северо-западных и западных циклонов. В этот период погода стоит пасмурная, часто выпадают осадки. Наибольшее количество осадков приносят циклоны, перемещающиеся со Средиземного и Черного морей, но повторяемость их невелика. Бывают в Могилеве осенью теплые солнечные дни («бабье лето»). Такая погода связана с выносом теплых воздушных масс с юга по западной периферии малоподвижного антициклона, расположенного над юго-востоком

Европейской части СССР, или с влиянием отрога азорского антициклона. Вторжение арктических масс воздуха и дополнительное радиационное выхолаживание их ночью при антициклоническом режиме погоды вызывают в районе Могилева осенние заморозки (рис. 9).

В целом в связи с изменчивостью атмосферной циркуляции и сменой воздушных масс, отличающихся по своим характеристикам, наблюдается разнообразие и непостоянство погоды, иногда довольно резкая смена ее. Данные о повторяемости различных процессов переноса при основных типах погоды приведены в табл. 12 и 13.

Таблица 13

Типы погоды в летнем (июнь—август) сезоне

Тип погоды	Перенос воздушных масс	Повторяемость, %	Преобладающие характеристики в 15 ч	
			температура, °С	относительная влажность, %
Очень теплая, сухая	Из центральных и южных районов Европейской части СССР	19	25—30	30—50
	Из южных и центральных районов Западной Европы	13		
	Слабоградиентные барические поля	68		
Умеренно теплая, умеренно влажная	Из центральных районов Западной Европы	17	19—24	60—70
	Из южных и центральных районов Европейской части СССР	15		
	Из северных районов Европейской части СССР	2		
	Слабоградиентные барические поля	66		
Прохладная, влажная	С Атлантики и Балтийского моря	31	10—18	70—90
	Из северо-восточных районов Европейской части СССР	22		
	Из юго-западных районов Европейской части СССР	10		
	Слабоградиентные барические поля	37		

3.2. Атмосферное давление

Изменение атмосферного давления связано с перемещением и сменой барических образований (циклонов, антициклонов) и, следовательно, отражает изменение погодных условий. Наблюдения за давлением воздуха на метеостанциях производятся по ртутному барометру. Единицей измерения атмосферного давления является гектопаскаль (1 гПа = 1 мбар = 0,75 мм рт. столба).

В табл. 14 приводятся средние многолетние значения атмосферного давления как на станции (191,6 м над ур. м.), так и

Средние значения и абсолютные экстремумы атмосферного давления
 p (гПа)

Месяц	На уровне станции					\bar{p} на уровне моря
	\bar{p}	$p_{\text{макс}}$	год	$p_{\text{мин}}$	год	
I	994,8	1025,6	1940	949,6	1953	1019,6
II	992,4	1027,9	1972	950,1	1958	1017,1
III	992,5	1022,2	1935	952,6	1956	1016,7
IV	991,0	1021,0	1960	963,6	1928	1014,5
V	992,5	1014,2	1968	968,0	1932	1015,4
VI	990,9	1007,4	1972	961,2	1928	1013,6
VII	989,6	1008,1	1969	967,5	1973	1012,1
VIII	991,2	1011,1	1936	963,0	1961	1013,8
IX	993,2	1014,8	1960	964,7	1957	1016,3
X	994,0	1020,3	1964	956,1	1971	1017,6
XI	994,2	1023,3	1932, 1958	950,0	1973	1018,3
XII	993,9	1027,4	1944	950,8	1957	1018,4
Год	992,5	1027,9	1972	949,6	1953	1016,1

приведенные к уровню моря. Последние позволяют при сравнениях исключить влияние высоты. Они используются при анализе распределения давления воздуха в горизонтальной плоскости.

При переходе от уровня станции к другому уровню в пределах города или вблизи него можно применять следующие поправки:

Температура, °C	-20	0	20
Изменение давления (гПа) на 10 м высоты	1,35	1,25	1,16

Как видно из табл. 14, среднее давление воздуха в Могилеве несколько уменьшается летом и увеличивается зимой и осенью, причем годовая амплитуда мала (5,2 гПа). Средние годовые значения атмосферного давления достаточно устойчивы: наиболее высокое составило 995,9 гПа (1972 г.), а наиболее низкое — 990,6 гПа (1945, 1952 и 1955 гг.). Более значительны изменения от года к году среднего месячного давления, причем амплитуда колебаний давления A_p (разность между наибольшими и наименьшими средними месячными значениями давления) в холодный период значительно больше, чем в теплый:

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
A_p , гПа	23,6	24,5	20,3	13,0	9,0	11,2	9,9	14,2	15,7	18,1	21,3	23,0

О крайних значениях атмосферного давления в Могилеве можно судить по абсолютным максимумам и минимумам, выбранным из наблюдений в отдельные сроки за период 1926—1975 гг. (табл. 14).

Наиболее высокое давление наблюдается зимой в стационарных антициклонах, наиболее низкое — также зимой при прохождении центральных частей глубоких циклонов. Наибольшая раз-

ность между максимумом и минимумом давления наблюдается в феврале — 78 гПа, а наименьшая в июле — 46 гПа.

Междусуточное изменение давления в среднем небольшое (2—3 гПа), но при активной циклонической деятельности может достигать 10—20 гПа в теплое полугодие и 25—30 гПа в холодное. Такие изменения давления неблагоприятно сказываются на самочувствии людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

3.3. Ветер

Ветер характеризуется скоростью, измеряемой в метрах в секунду, и направлением, откуда дует ветер. Характеристики ветра получены в Могилеве на основе наблюдений по флюгеру на высоте 10 м.

Общая циркуляция атмосферы обуславливает преобладание в Могилеве ветра западных направлений (табл. 15, рис. 10). Гос-

Таблица 15

Повторяемость (%) разных направлений ветра (по отношению ко всем случаям с ветром) и штилей (по отношению ко всем наблюдениям)

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	8	10	8	14	17	18	13	12	5
II	12	7	10	17	17	12	11	14	7
III	10	12	12	12	12	12	14	16	10
IV	10	10	9	17	18	11	13	12	9
V	13	15	11	11	13	9	11	17	10
VI	14	10	9	12	11	9	15	20	11
VII	15	10	9	6	10	11	19	20	11
VIII	10	11	9	8	10	15	19	18	14
IX	10	6	7	8	17	18	21	13	14
X	8	5	6	11	19	17	17	17	11
XI	4	4	11	26	20	15	11	9	6
XII	6	6	10	16	22	18	12	10	4
Год	10	9	9	13	16	14	14	15	9

подствующие западные направления ветра сохраняются и по сезонам. Однако бывают годы, когда наибольшую повторяемость имеют ветры северных и юго-восточных направлений. Так, в августе 1947 г. повторяемость северных ветров составила 36 %, тогда как западные ветры отмечались в 8 % случаев. В ноябре 1959 г. преобладающими были ветры юго-восточных направлений (54 % случаев), а повторяемость юго-западных, западных и северо-западных ветров, вместе взятых, в сумме составила лишь 13 %. Для преобладающих направлений в отдельные годы возможны отклонения от средней многолетней за год на 2 %, в редких случаях — до 6 %.

Суточный ход направления ветра незначительный. Хорошо выражен суточный ход повторяемости штилей: максимум их наблюдается ночью, а минимум — днем (табл. 16).

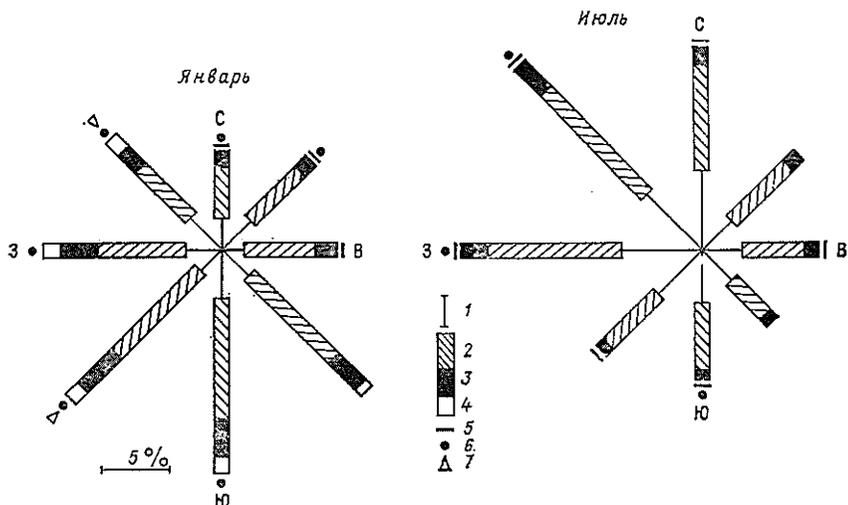


Рис. 10. Повторяемость (%) ветра различной скорости по направлениям (январь, июль).

1 — $v = 0-1$ м/с, 2 — $v = 2-5$ м/с, 3 — $v = 6-9$ м/с, 4 — $v = 10-13$ м/с; менее 0,5 %:
5 — $v = 10-13$ м/с, 6 — $v = 14-17$ м/с, 7 — $v = 18-20$ м/с.

Наглядное представление о характере распределения ветра по направлениям дают розы ветров по сезонам и за год (рис. 11).

На рис. 12 дан годовой ход скорости ветра, а в табл. 17 приведены характеристики скорости ветра по месяцам и за год.

Годовой ход скорости ветра связан с годовым ходом интенсивности атмосферной циркуляции. В холодный период года из-за усиленной циклонической деятельности средние месячные скорости ветра больше, чем в теплый. Изменчивость средних месячных скоростей также больше в холодное полугодие. Средние годовые скорости ветра колеблются в сравнительно узких пределах. Отклонения от средней многолетней в отдельные годы не превышают 0,8 м/с. Наибольшая средняя годовая скорость (4,4 м/с) наблюдалась в 1973 г., а наименьшая (3,0 м/с) в 1947 и 1950 гг.

В табл. 18 и приложении 4 дана повторяемость скорости ветра по градациям. В течение всего года преобладают слабые (до 5 м/с) ветры, повторяемость которых составляет 74—76 % зимой и 83—87 % летом. Скорость ветра 6—9 м/с, напротив, наблюдается зимой вдвое чаще, чем летом. С увеличением скорости ветра ее повторяемость резко уменьшается. Скорость ветра более 9 м/с наблюдается зимой примерно в 6—8 % всех случаев, а летом в 1—3 %. За период 1951—1965 гг. в январе наблюдалось 211 случаев со скоростью ветра более 9 м/с, тогда как за весь этот же период в июле было всего 37 случаев с таким ветром.

Из данных табл. 18 и приложения 4 можно получить интегральную повторяемость скорости ветра, выше (ниже) любого заданного предела.

Таблица 16

Повторяемость (%) разных направлений ветра и штилей
в различные часы суток

Время, ч	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Зима									
2	9	8	9	16	18	16	12	12	8
8	8	8	10	16	18	16	12	12	6
14	9	7	8	16	19	16	13	12	3
20	9	8	10	15	19	16	12	11	6
Весна									
2	10	13	11	12	15	11	13	15	18
8	10	14	12	13	14	10	12	15	9
14	10	11	9	13	15	12	14	16	2
20	13	11	11	14	14	9	13	15	8
Лето									
2	13	10	10	8	9	11	20	19	29
8	13	11	9	9	12	10	16	20	9
14	12	8	8	10	11	14	16	21	1
20	14	10	8	9	10	12	17	20	9
Осень									
2	7	5	8	15	19	17	17	12	18
8	7	5	9	16	18	16	16	13	10
14	8	5	8	14	19	17	16	13	2
20	8	5	8	15	18	17	16	13	11
Год									
2	10	9	10	12	15	14	16	14	18
8	10	10	10	13	15	13	14	15	8
14	10	8	8	13	16	15	15	15	2
20	11	8	9	13	15	14	15	15	8

Таблица 17

Средние многолетние (\bar{v}), максимальные (v_{\max}) и минимальные (v_{\min}) значения средней месячной и годовой скорости ветра (м/с), ее средние квадратические отклонения (σ)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
\bar{v}	4,3	4,1	4,0	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,9	3,5	4,1	4,1	3,6
v_{\max}	5,6	7,1	5,9	4,8	4,3	4,2	4,4	4,1	5,1	5,1	6,3	6,6	4,4
v_{\min}	3,2	2,7	3,0	2,6	2,6	2,5	2,2	1,8	1,6	1,8	2,4	2,5	3,0
σ	0,7	1,0	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,4

Суточный ход скорости ветра прослеживается в течение всего года (табл. 19 и приложение 4). Он хорошо выражен в летние месяцы, когда ночью преобладает штиль или очень слабый ветер (1 м/с), а днем — скорости ветра 2—5 м/с.

Детально характеризуют ветровой режим средние скорости по направлениям и повторяемости сочетаний скорости и направле-

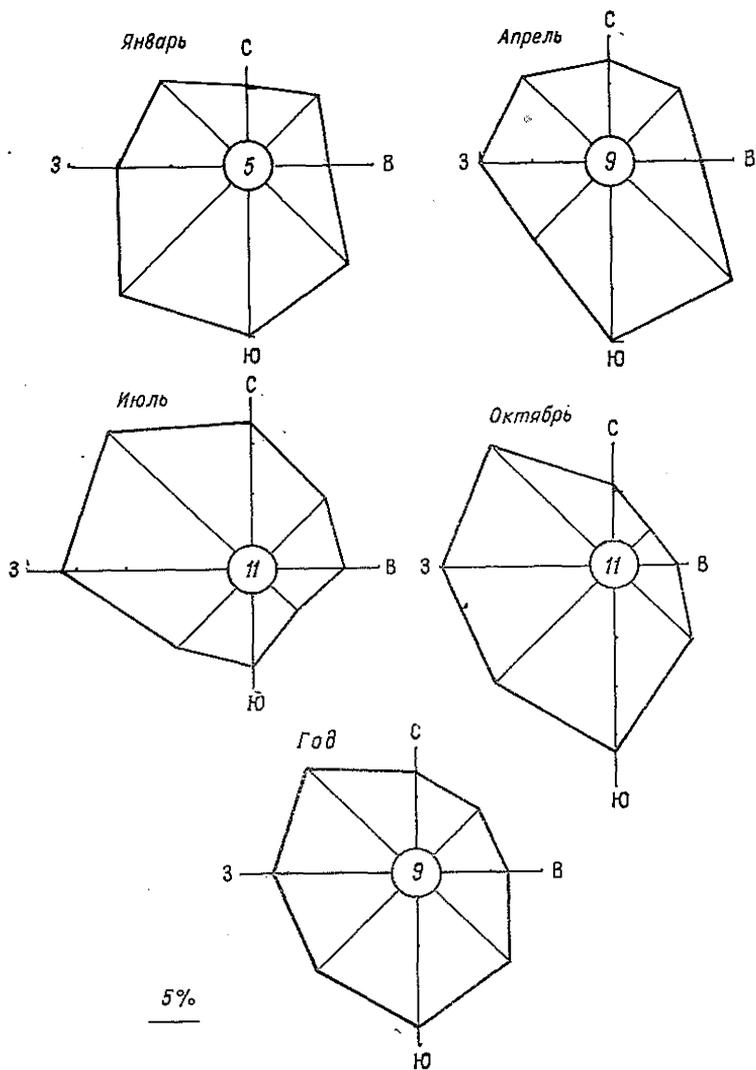


Рис. 11. Повторяемость (%) направлений ветра и штилей в центральные месяцы сезонов и за год (цифра в центре — повторяемость штилей).

ния (табл. 20, приложения 5 и 6). Повторяемость штилей распределялась по направлениям пропорционально повторяемости скорости ветра 1 м/с. Наибольшие средние месячные скорости ветра приходятся, как правило, на преобладающие направления ветра.

Ветер со скоростью 15 м/с и более называется сильным. Если хотя бы в один из сроков наблюдений за сутки скорость ветра до-

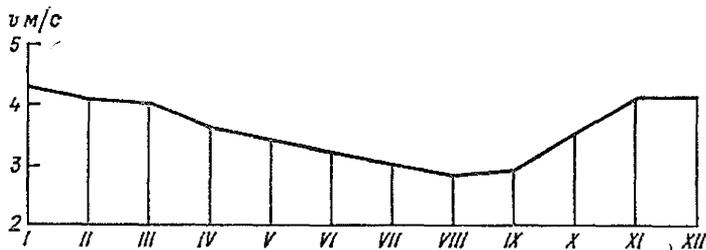


Рис 12. Годовой ход средней скорости ветра.

Таблица 18

Повторяемость (%) скорости ветра по градациям

Месяц	Скорость ветра, 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	21,1	28,0	26,5	12,5	4,3	2,7	3,6	0,6	0,6	0,1	
II	25,7	24,8	23,5	15,1	4,1	3,2	2,8	0,2	0,5	0,1	
III	27,9	24,4	22,9	13,2	4,0	3,0	3,1	0,6	0,8	0,1	
IV	27,5	30,3	24,0	10,9	3,2	2,1	1,8	0,1	0,1		
V	30,4	29,9	22,8	10,7	3,5	1,7	0,9	0,1			
VI	33,5	28,4	23,7	9,4	2,3	1,5	0,9	0,1	0,2		
VII	33,3	31,4	22,7	8,5	2,7	0,8	0,5	0,1	0,04		
VIII	38,9	38,8	20,6	8,0	2,0	1,3	0,3	0,1			
IX	37,8	29,0	20,2	9,0	1,9	1,4	0,7	0,04		0,04	
X	31,9	26,5	22,6	11,1	3,6	1,8	1,8	0,5	0,1	0,1	
XI	22,7	24,7	26,9	15,9	4,4	2,4	2,4	0,3	0,3		
XII	21,4	28,4	26,1	13,8	4,1	2,8	2,7	0,3	0,3	0,1	
Год	29,4	28,0	23,6	11,5	3,3	2,0	1,8	0,2	0,2	0,05	

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
2	4,2	4,1	3,7	2,9	2,4	2,1	2,1	2,1	2,3	3,2	4,0	4,1	3,1
8	4,2	4,0	3,6	3,2	3,2	2,9	2,9	2,7	2,5	3,2	3,9	4,1	3,4
14	4,4	4,5	4,9	5,1	4,8	4,6	4,4	4,3	4,5	4,7	4,6	4,2	4,6
20	4,2	3,9	3,8	3,2	3,2	3,0	2,7	2,2	2,4	3,0	4,1	4,1	3,3

стигла этого значения, то такой день считают днем с сильным ветром. Зимой вследствие усиления циклонической деятельности число дней с сильным ветром увеличивается, летом — уменьшается. В табл. 21 приведены характеристики числа дней с сильным ветром по сезонам. За послевоенные годы лишь в 1946 г. не отмечалось ни одного дня с сильным ветром. Примерно один раз в три года годовое число дней с сильным ветром бывает более 10.

Таблица 20

Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с) по направлениям

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
I	4,3	3,6	4,0	4,2	4,4	5,0	4,9	4,8
II	4,1	3,8	3,9	4,8	4,0	3,9	4,6	4,8
III	4,6	4,0	3,6	4,3	4,4	3,8	4,2	5,0
IV	4,1	3,3	3,9	3,5	4,1	3,8	4,0	4,2
V	3,7	3,7	3,5	3,6	3,4	3,1	4,0	4,0
VI	3,7	3,1	3,2	3,1	3,0	2,9	3,6	4,0
VII	3,3	3,3	3,4	2,8	2,8	3,0	3,6	3,7
VIII	3,0	3,5	3,0	2,9	2,7	3,0	3,5	3,3
IX	3,5	2,8	2,6	2,8	2,7	3,3	4,1	3,7
X	4,1	3,5	4,2	3,7	3,3	3,7	4,5	4,3
XI	4,6	4,6	4,3	4,7	4,1	3,7	4,0	4,5
XII	3,9	3,7	4,1	4,7	4,3	4,0	4,8	4,1
Год	3,8	3,5	3,7	4,0	3,7	3,7	4,1	4,1

Таблица 21

Число дней n с сильным ветром по сезонам

Сезон	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	$n_{\text{наим}}$
Зима	2,8	2,3	7	0
Весна	2,3	2,0	7	0
Лето	1,2	1,4	6	0
Осень	1,6	1,7	5	0
Год	7,9	4,6	20	0

Распределение сильных ветров по направлениям приведено в табл. 22.

Таблица 22

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

Сезон	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Зима	4	5	2	14	24	11	23	17
Весна	18	18	0	0	18	5	14	27
Лето	11	33	0	11	17	0	11	17
Осень	5	0	5	14	17	5	32	22

Большой интерес представляет число дней со скоростью ветра выше определенного предела (табл. 23).

Из-за турбулентности скорость ветра обычно пульсирует около среднего значения, и возникающие при этом порывы могут значительно превосходить среднюю скорость. Такие порывы необходимо

Число дней со скоростью ветра хотя бы в один из сроков более
указанного предела и во все сроки менее 6 м/с

Месяц	Скорость ветра, м/с				
	<6	>6	>10	>15	>18
I	17,1	13,9	4,8	1,0	0,08
II	14,3	13,7	4,6	1,0	0,04
III	16,0	15,0	4,7	1,2	0,12
IV	16,0	14,0	4,3	0,5	0,04
V	16,6	14,4	3,6	0,6	0,08
VI	18,2	11,8	2,3	0,6	0,08
VII	19,6	11,4	1,9	0,2	
VIII	19,8	11,2	1,6	0,4	
IX	18,1	11,9	2,0	0,2	0,04
X	17,9	13,1	3,6	0,8	0,08
XI	14,5	15,5	4,2	0,6	0,04
XII	16,6	14,4	4,6	0,8	0,12
Год	206,0	159,0	41,4	7,9	0,72

учитывать в инженерных расчетах для определения прочности креплений и в других случаях.

Максимальные скорости ветра (м/с) при порывах на высоте 10 м:

Зима	Весна	Лето	Осень
24	29	20	24

В течение многих лет при проектировании сооружений в качестве расчетной принимались максимальная скорость ветра, зарегистрированная за весь период наблюдений, или средняя из годовых максимумов. Но наблюденные максимумы скорости ветра из сравнительно коротких рядов не позволяют непосредственно судить о возможных значениях скоростей ветра для строительных объектов, рассчитанных на различную длительность существования (от одного года до 100 лет и более). Поэтому при определении ветровых нагрузок на сооружения за расчетную скорость целесообразно принимать максимальную скорость с заданной обеспеченностью (табл. 24). Приведенные в таблице расчетные скорости ветра определены по распределению месячных максимумов. В зависимости от типа сооружения, от предполагаемой продолжительности его эксплуатации выбирается период определенной продолжительности и соответствующая расчетная скорость ветра.

Нормативная ветровая нагрузка на различные сооружения для строительного проектирования вычисляется по нормативному скоростному напору ветра, который выражается в паскалях (ньютонах на квадратный метр) и определяется по формуле

$$q = 0,613 (av)^2,$$

где v — расчетная скорость ветра на высоте флюгера, возможная один раз в 5, 10, 20 или 50 лет; $a = 0,75 + 5/v$ — поправочный коэф-

Наибольшие скорости ветра (м/с) по направлениям, возможные один раз в 5, 10, 20 и 50 лет

Направление	5 лет	10 лет	20 лет	50 лет
С	15	17	18	21
СВ	15	17	19	22
В	14	16	18	21
ЮВ	15	17	18	20
Ю	17	18	20	23
ЮЗ	16	18	19	22
З	18	20	23	26
СЗ	18	20	23	26
Независимо от направления	19	22	24	28

коэффициент, который вводится только в том случае, когда v получено из наблюдений по флюгеру и превышает 20 м/с (исправляется систематическая погрешность флюгера). В других случаях принимается $a=1$.

Для сооружений, срок эксплуатации которых рассчитан на 5 и 10 лет, расчетная скорость (независимо от направления) равна 19 и 22 м/с, а скоростной напор ветра будет соответственно 221 и 283 Па. Для сооружений с более продолжительным сроком эксплуатации нормативный скоростной напор вычисляется по максимальной скорости ветра, возможной один раз в 20 или 50 лет.

4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

4.1. Температура воздуха

Термические условия окружающей среды имеют первостепенное значение как для природных процессов, так и для деятельности человека. Поэтому температура воздуха является важнейшим метеорологическим элементом. Ее характеристики получены по данным наблюдений в метеорологической будке на высоте 2 м над поверхностью земли.

Средняя температура (табл. 25) имеет правильный годовой ход с минимумом в январе и максимумом в июле. Самой холодной является третья декада января, самой теплой — третья декада июля (табл. 26).

В феврале—марте температура постепенно повышается. Однако повышение температуры в марте задерживается из-за наличия снежного покрова, затрат тепла на его таяние, а также из-за частой адвекции холодных масс воздуха. Наиболее интенсивный рост температуры воздуха наблюдается от марта к апрелю и от апреля к маю (рис. 13).

Таблица 25

Средние многолетние (\bar{t}), максимальные (t_{\max}) и минимальные (t_{\min}) значения средней месячной и годовой температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$)

есяц	\bar{t}	t_{\max}	Год	t_{\min}	Год	Отклонение	
						среднее арифметическое	среднее квадратическое
I	-7,5	-0,9	1925	-15,4	1950	2,6	3,2
II	-7,0	-0,2	1925	-18,2	1929	2,8	3,6
III	-2,5	2,1	1903, 1961	-9,5	1952	1,8	2,4
IV	5,4	10,5	1950	-0,7	1929	1,6	2,1
V	12,9	17,3	1897, 1906	8,9	1927	1,6	2,0
VI	16,4	20,5	1901, 1964	13,2	1904	1,5	1,8
VII	18,2	22,9	1936	15,3	1904	1,2	1,5
VIII	16,6	20,8	1938	13,7	1899	1,4	1,7
IX	11,6	15,7	1909	7,9	1894	1,2	1,5
X	5,3	9,8	1896	0,8	1976	1,5	1,9
XI	-0,2	4,0	1926	-4,4	1908	1,6	2,0
XII	-5,1	1,6	1960	-12,9	1890	2,5	3,1
Год	5,3	7,0	1975	3,7	1933, 1940	0,7	0,8

Средняя температура воздуха (°C) по декадам

Декада	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	-7,0	-7,8	-4,9	2,3	11,2	15,6	17,8	17,7	13,7	7,4	1,7	-4,0
2	-7,5	-7,1	-2,6	5,1	12,9	16,4	18,3	16,6	11,5	5,4	-0,2	-5,1
3	-7,9	-6,1	-0,7	8,7	14,5	17,1	18,4	15,4	9,4	3,5	-2,3	-6,2

В августе начинается медленное понижение температуры. Если в июле в среднем 26 дней со средней суточной температурой более 15 °С, в августе — 22 дня, то в сентябре — 6 дней. В сентябре, октябре и ноябре средняя температура понижается почти с постоянной скоростью — около 2 °С в декаду. В декабре это понижение замедляется, а в январе наступает минимум.

В отдельные годы годовой ход температуры может заметно отклоняться от описанного. В частности, январь является самым холодным месяцем лишь в 48 % лет, а в 31 % лет наименьшая средняя температура бывает в феврале и в 20 % — в декабре. Самый теплый месяц в Могилеве чаще всего июль (63 % лет). Однако в зависимости от атмосферной циркуляции наиболее высокие температуры могут быть и в июне (15 % лет) и в августе (22 % лет). Один раз в 10 лет июль оказывается самым холодным летним месяцем.

Температуре воздуха, как и другим метеоэлементам, присуща большая изменчивость. Сама величина средней многолетней температуры наблюдается очень редко. Поэтому необходимым дополнением к средним значениям являются величины повторяемости и обеспеченности различных значений средней месячной температуры (табл. 27 и табл. 28), а также величины средних квадратических отклонений σ (табл. 25). Распределение средних месячных температур близко к нормальному, поэтому можно считать, что в пределах $\bar{t} \pm \sigma$ укладываются 68 % всех случаев наблюдений, а за пределы $\bar{t} \pm 3\sigma$ выходит не более 0,3 % лет. Это, в частности, значит, что в январе в 68 % случаев температура не выходит за пределы $-4,3$ °С ... $-10,7$ °С, а в июле — за пределы $16,7$ — $19,7$ °С.

Повторяемость различных значений средней месячной температуры (табл. 27) определена непосредственно по фактическим данным. Величины обеспеченности (табл. 28) рассчитаны по нормальному распределению, поэтому между обеими таблицами есть некоторые расхождения.

Из табл. 28 видно, что, например, в январе температура воздуха -10 °С и ниже бывает в 25 % лет (один раз в четыре года). Редко встречаются годы (примерно один раз в 20 лет) со средней месячной температурой воздуха в январе -13 °С и ниже или выше

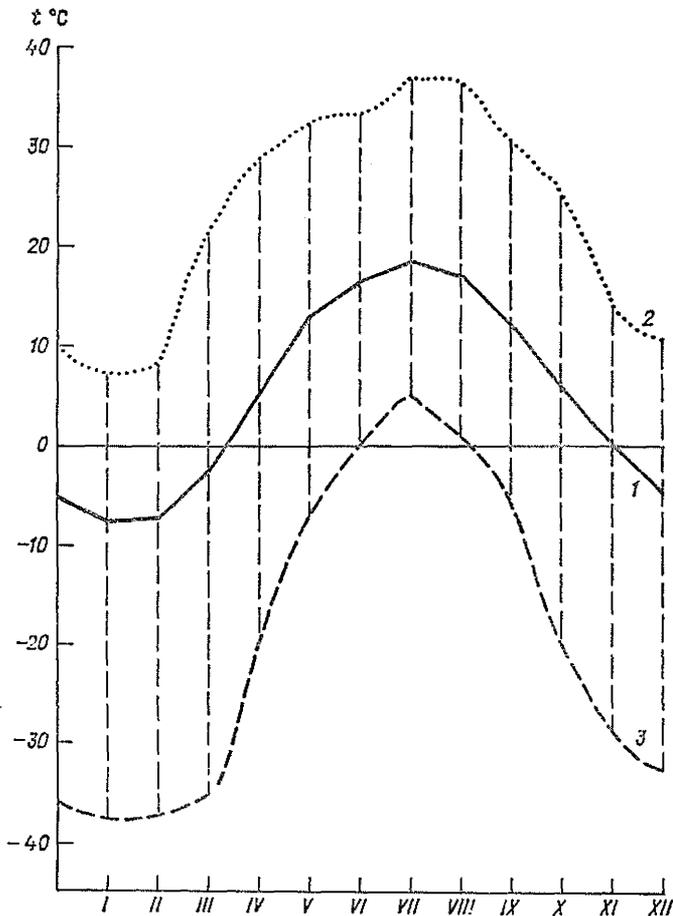


Рис. 13. Годовой ход температуры воздуха.

1 — средняя месячная, 2 — абсолютный максимум, 3 — абсолютный минимум.

Таблица 27

Повторяемость (%) различных градаций средней месячной и годовой температуры воздуха

Температура, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
от	до													
-20,0	-15,1	3	3											
-15,0	-10,1	20	13											9
-10,0	-5,1	53	54	19										40
-5,0	-0,1	24	30	62	1									50
0,0	5,0			19	33									1
5,1	10,0				65	8								70
10,1	15,0				1	73	22			15	15			
15,1	20,0					19	75	92	15	81	84			
20,1	25,0						3	8	4	1				
											39	61	52	48
														30

Средняя месячная температура воздуха (°C) различной обеспеченности

Месяц	Средняя температура	Вероятность (%) указанной или более низкой температуры				
		5	25	50	75	95
I	-7,5	-13	-10	-8	-5	-2
II	-7,0	-13	-9	-7	-5	-1
III	-2,5	-6	-4	-2	-1	1
IV	5,4	2	4	5	7	9
V	12,9	10	12	13	14	16
VI	16,4	13	15	16	18	19
VII	18,2	16	17	18	19	21
VIII	16,6	14	16	17	18	19
IX	11,6	9	11	12	13	14
X	5,3	2	4	5	7	8
XI	-0,2	-4	-2	0	1	3
XII	-5,1	-10	-7	-5	-3	0

Таблица 29

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												
-34,9	-30,0	0,1	0,1										0,02
-29,9	-25,0	0,3	0,1									0,04	0,1
-24,9	-20,0	1,0	0,7	0,02								0,04	0,4
-19,9	-15,0	3,4	2,5	0,4								0,02	1,6
-14,9	-10,0	5,6	4,8	2,6								0,7	3,7
-9,9	-5,0	7,6	7,4	5,6	0,2							0,2	3,4
-4,9	0,0	9,3	8,7	11,6	3,2	0,02						2,8	10,2
0,1	5,0	3,7	4,0	9,9	11,8	1,4				1,1	11,8	12,1	6,7
5,1	10,0			0,8	9,7	7,2	1,2	0,04	0,3	8,9	12,1	3,4	0,3
10,1	15,0			0,1	4,3	11,6	8,4	4,7	9,0	14,5	3,8	0,1	
15,1	20,0				0,8	9,0	13,4	17,1	16,1	5,1	0,3		
20,1	25,0				0,02	1,7	6,7	8,5	5,3	0,4			
25,1	30,0					0,1	0,3	0,7	0,3				

-2 °C. В июле почти ежегодно (95 % лет) средняя месячная температура воздуха бывает выше 16 °C, но только один раз в 20 лет больше 21 °C.

Основной термической характеристикой конкретных суток служит средняя суточная температура (табл. 29). Ее средние многолетние значения за каждый месяц, естественно, такие же, как у средней месячной температуры (табл. 25), а средние квадратические отклонения σ значительно больше:

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
σ °C	6,8	6,4	5,0	4,7	4,7	3,9	3,2	3,3	3,7	4,1	4,6	6,0

С мая по октябрь распределение средних суточных температур подчиняется нормальному закону, в апреле оно имеет небольшую

положительную асимметрию (вытянуто в сторону больших температур), а в остальные месяцы — отрицательную асимметрию.

В табл. 30 приведены средние значения температуры воздуха в различные часы суток по показаниям термографа, а на рис. 14 представлен суточный ход температуры для четырех месяцев — представителей сезонов (время, как везде, московское декретное).

Суточный ход температуры воздуха (°С)

Таблица 30

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	-7,9	-7,5	-3,5	3,6	10,3	13,5	15,5	14,0	9,6	4,2	-0,6	-5,4
2	-7,9	-7,8	-3,8	3,1	9,8	13,0	15,2	13,6	9,3	4,2	-0,6	-5,4
3	-8,0	-7,9	-4,0	2,8	9,3	12,5	14,6	13,2	8,9	4,0	-0,7	-5,4
4	-8,0	-8,0	-4,3	2,6	8,9	12,1	14,2	12,9	8,6	3,7	-0,8	-5,5
5	-8,1	-8,1	-4,5	2,3	8,6	11,8	14,0	12,6	8,4	3,6	-0,9	-5,6
6	-8,2	-8,2	-4,6	2,2	8,6	12,2	14,2	12,4	8,2	3,4	-1,0	-5,6
7	-8,2	-8,3	-4,8	2,3	9,6	13,4	15,2	12,9	8,1	3,3	-1,0	-5,6
8	-8,2	-8,2	-4,7	3,0	11,0	14,9	16,6	14,4	8,7	3,3	-1,1	-5,6
9	-8,1	-8,2	-4,2	4,0	12,4	16,2	17,8	15,8	9,9	3,7	-0,9	-5,6
10	-7,9	-7,8	-3,3	5,2	13,7	17,4	19,0	17,2	11,5	4,5	-0,7	-5,5
11	-7,6	-7,3	-2,4	6,2	14,6	18,3	19,9	18,3	12,9	5,6	-0,3	-5,3
12	-7,2	-6,6	-1,5	7,2	15,5	19,0	20,7	19,3	14,1	6,4	0,2	-5,0
13	-6,8	-6,1	-0,7	7,9	16,0	19,4	21,2	19,9	14,8	7,3	0,6	-4,6
14	-6,5	-5,6	-0,2	8,4	16,5	19,9	21,6	20,4	15,4	7,9	1,0	-4,4
15	-6,4	-5,4	0,1	8,7	16,6	20,2	21,7	20,6	15,6	8,2	1,2	-4,3
16	-6,5	-5,4	0,2	8,8	16,7	20,2	21,8	20,6	15,7	8,1	1,0	-4,4
17	-6,7	-5,5	0,1	8,7	16,6	20,0	21,7	20,5	15,4	7,7	0,8	-4,6
18	-7,0	-5,9	-0,2	8,3	16,2	19,8	21,4	20,2	14,8	7,0	0,4	-4,7
19	-7,2	-6,3	-0,9	7,7	15,7	19,3	20,9	19,4	13,7	6,2	0,1	-4,9
20	-7,4	-6,5	-1,6	6,7	14,7	18,5	20,3	18,3	12,5	5,7	-0,1	-5,0
21	-7,5	-6,8	-2,0	5,9	13,5	17,2	19,0	16,8	11,6	5,3	-0,2	-5,1
22	-7,7	-6,9	-2,4	5,2	12,4	15,9	17,7	15,8	10,9	4,9	-0,4	-5,2
23	-7,8	-7,1	-2,8	4,7	11,6	15,0	16,8	15,1	10,4	4,6	-0,4	-5,3
24	-7,9	-7,3	-3,2	4,2	10,9	14,3	16,1	14,5	9,9	4,3	-0,5	-5,4

Одна и та же средняя суточная температура воздуха может быть и в безоблачный жаркий день с холодной ночью и в пасмурный день со сравнительно теплой ночью. Такие дни отличаются суточным ходом температуры: в первом случае он четко выражен с характерным максимумом в дневные часы и минимумом в ранние утренние, во втором — изменения температуры в течение суток небольшие. Соответственно изменяется суточная амплитуда — разность между суточным максимумом и минимумом температуры. Средние из ежедневных значений амплитуды приведены в табл. 31.

Средняя суточная амплитуда температуры воздуха имеет хорошо выраженный годовой ход. Минимальное значение ее приходится на зимние месяцы. С увеличением солнечной радиации амплитуда возрастает, достигая наибольших значений летом. При ясной и тихой погоде суточная амплитуда примерно в два раза больше, чем при пасмурной ветреной. Данные табл. 32 дают представление о возможных колебаниях амплитуды.

Таблица 31

Суточная амплитуда температуры воздуха (°C) независимо от состояния неба и при различном состоянии неба (по нижней облачности)

Амплитуда	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя												
общая	5,5	6,3	7,5	8,8	10,7	10,8	10,3	10,3	9,4	6,8	4,4	4,5
ясно	8,3	8,7	11,1	11,7	12,6	12,9	12,5	12,8	12,9	10,9	7,8	6,5
полужасно	6,5	7,7	7,4	8,6	10,4	10,5	9,9	9,6	8,9	7,4	5,3	6,4
пасмурно	4,2	4,4	4,2	5,3	6,8	7,2	5,8	6,3	6,0	4,3	3,4	3,6
Наибольшая	18,8	19,1	19,1	18,2	17,9	20,4	18,1	20,3	17,7	18,6	13,2	17,9
Наименьшая	0,6	0,4	1,3	0,6	3,0	3,0	2,3	1,7	1,7	0,8	0,6	0,7

Таблица 32

Повторяемость (%) различных градаций суточной амплитуды температуры воздуха

Амплитуда, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
0,0	0,9	1,4	1,5		0,7						0,2	1,1	1,5
1,0	3,9	37,8	27,5	22,8	8,1	0,9				5,1	21,1	49,0	48,9
4,0	6,9	32,7	33,5	27,2	22,4	12,4	10,8	12,5	14,9	24,7	39,4	35,5	31,8
7,0	9,9	17,7	20,7	22,4	33,6	27,4	29,2	32,2	29,4	29,3	21,2	11,3	11,7
10,0	12,9	7,2	11,3	16,2	20,7	36,0	32,3	33,4	31,0	23,6	11,2	2,9	3,9
13,0	15,9	2,8	4,8	8,0	12,6	20,3	22,7	18,0	18,9	12,6	6,7	0,2	1,3
16,0	18,9	0,4	0,5	3,2	1,9		4,1	2,3	3,2	4,7			0,9
19,0	21,9		0,2	0,2			0,2		0,4				

Таблица 33

Повторяемость (%) различных градаций междусуточной изменчивости температуры воздуха и средняя междусуточная изменчивость

Изменчивость, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
-15,9	-14,0	0,2											0,4
-13,9	-12,0	0,4	0,4										0,2
-11,9	-10,0	0,4	0,3	0,2									0,2
-9,9	-8,0	0,9	0,3	0,6	0,2	0,4					0,8	0,8	1,2
-7,9	-6,0	2,1	3,4	1,6	1,9	2,4	1,0	0,6	0,6	0,8	1,2	0,6	2,1
-5,9	-4,0	5,5	9,3	7,5	2,5	4,9	3,9	2,2	2,2	3,6	3,6	5,2	3,4
-3,9	-2,0	12,5	14,6	9,5	9,8	9,5	11,0	12,1	11,1	13,1	17,9	15,0	15,7
-1,9	-0,1	29,4	21,9	27,2	22,0	24,9	29,2	31,4	35,7	35,7	29,5	27,1	30,1
0,0	1,9	23,2	21,9	31,0	40,4	36,9	33,4	39,0	40,1	33,9	28,3	31,0	27,4
2,0	3,9	11,3	12,5	12,1	18,6	16,6	17,6	13,1	8,7	10,2	13,7	14,4	9,0
4,0	5,9	8,3	7,5	6,1	3,6	4,0	3,7	1,6	1,4	2,7	4,0	4,2	6,3
6,0	7,9	3,1	4,4	2,0	1,0	0,4	0,2		0,2		0,6	1,5	2,8
8,0	9,9	1,2	2,0	2,0							0,4		0,4
10,0	11,9	1,3	1,3	0,1									0,4
12,0	13,9	0,2	0,2	0,1									0,6
Средняя		2,9	2,9	2,3	1,8	1,9	1,9	1,6	1,4	1,6	2,0	2,0	2,3

Междусуточная изменчивость температуры воздуха представляет собой разность средних суточных температур двух соседних суток (табл. 33) и отражает колебания температуры, связанные с изменением погоды. Междусуточная изменчивость, как и суточная амплитуда температуры воздуха, имеет годовой ход. Наибольшая изменчивость отмечается зимой, наименьшая — летом. Наибольшая повторяемость (45—75 %) приходится на междусуточную изменчивость температуры в пределах $\pm 2^\circ\text{C}$.

Для решения ряда практических вопросов большое значение имеют минимальные величины, до которых понижается температура. В табл. 34—36 приведены характеристики минимальной тем-

пературы воздуха в Могилеве. Абсолютная минимальная температура воздуха характеризует самую низкую температуру, наблюдавшуюся за весь период наблюдений. Средний из абсолютных минимумов температуры воздуха является средней многолетней величиной из абсолютных минимумов за отдельные годы.

Под средней минимальной температурой понимается среднее за месяц из суточных минимумов температуры. По средним минимальным температурам можно судить о ночной температуре воздуха. На нее больше, чем на среднюю суточную температуру, влияют местные особенности (форма рельефа, высота и др.). Так, в нижних частях северных склонов температура может быть на 2—3 $^\circ\text{C}$ ниже, чем на открытом ровном месте, и, наоборот, в верхних частях южных склонов — на 1—1,5 $^\circ\text{C}$ выше. В пониженных защищенных местах, при наличии стока холодного воздуха, средняя минимальная температура может быть значительно ниже, чем на ровных открытых местах. На возвышенных местах, где холодный воздух не застаивается, средняя минимальная температура воздуха выше.

Значение средней минимальной температуры заметно колеблется от года к году. В январе 1929 г. она была равна $-22,5^\circ\text{C}$,

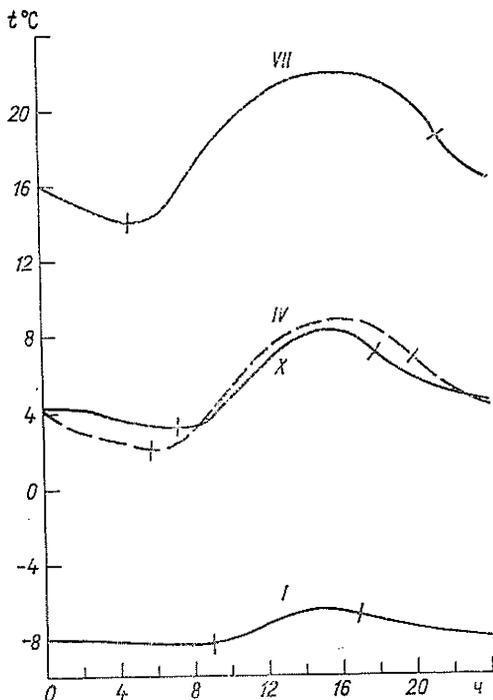


Рис. 14. Суточный ход температуры воздуха в январе, апреле, июле, октябре. Засечки на кривых — моменты восхода и захода солнца.

Минимальная температура воздуха (°C)

Минимум	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средний из суточных из абсолютных месячных, годовых	-10,9	-10,4	-6,3	1,1	7,2	11,0	12,7	11,6	7,0	2,2	-2,6	-7,6	1,2
Абсолютный	-23	-23	-18	-6	0	4	8	6	1	-5	-11	-19	-26
Год	1940	1929	1964	1929	1918	1930	1912	1966	1939	1920	1890	1959	1929, 1940

Таблица 35

Экстремальные температуры воздуха (°C) по сезонам

Экстремум	Зима	Весна	Лето	Осень
Средний минимум из суточных из абсолютных за сезон	-9,6	0,7	11,8	2,2
Абсолютный минимум	-27	-18	4	-12
Год	1939-40	1964	1930	1890
Средний максимум из суточных из абсолютных за сезон	-3,4	9,9	22,6	9,4
Абсолютный максимум	5	27	31	25
Год	1961-62, 1964-65	1889	1897, 1946	1954, 1968

Таблица 36

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												
-39,9	-35,0	0,02	0,04										0,1
-34,9	-30,0	0,1	0,1	0,02									0,4
-29,9	-25,0	0,7	0,5	0,1								0,1	1,3
-24,9	-20,0	2,7	2,5	0,7								0,1	1,3
-19,9	-15,0	4,4	4,7	2,6	0,02					0,02		0,4	2,7
-14,9	-10,0	6,5	6,0	4,6	0,2					0,2		2,3	6,0
-9,9	-5,0	7,2	7,4	7,9	1,7	0,02				1,1		5,9	7,4
-4,9	0,0	8,6	5,7	11,0	10,6	1,1	0,02			1,1	8,9	11,5	10,4
0,1	5,0	0,8	1,3	4,0	12,5	8,3	1,7	0,02	0,4	7,8	13,6	8,3	2,7
5,1	10,0			0,1	4,4	12,4	10,0	5,8	9,1	14,5	6,6	1,4	0,04
10,1	15,0				0,6	8,7	13,8	18,7	17,3	6,4	0,6		
15,1	20,0					0,5	4,5	6,4	4,2	0,2			
20,1	25,0							0,1	0,04				

а в 1975 г. всего $-0,4$ °C. Летом колебания средних минимальных температур составляют $5-6$ °C.

Низкие температуры в Могилеве обычно связаны с вторжениями арктического воздуха. При ясной погоде этот холодный

воздух подвергается дополнительному радиационному выхолаживанию, в результате чего температура понижается еще больше и достигает аномально низких значений.

Самая низкая температура воздуха (-37°C), когда-либо наблюдавшаяся в Могилеве за весь период наблюдений, отмечена 17 января 1940 г. и 7 февраля 1929 г. Абсолютный минимум температуры за год чаще всего бывает в январе (44 %), реже в феврале (22 %) и декабре (23 %), а изредка и в марте (11 %), как это было, например, в 1964 и 1965 гг. Обеспеченность различных значений годового абсолютного минимума имеет следующие значения:

Абсолютный минимум, $^{\circ}\text{C}$	≤ -35	≤ -32	≤ -29	≤ -26	≤ -24	≤ -20	≤ -19
Вероятность, %	5	10	25	50	75	90	95

Большую опасность для фруктовых деревьев, особенно во время цветения, и для огородных культур представляют заморозки, когда на фоне положительных температур температура понижается до 0°C и ниже. Заморозки возникают чаще всего в результате вторжения холодных воздушных масс, а также радиационного выхолаживания почвы (а от нее и воздуха) в ночные и утренние часы. Заморозки в воздухе в Могилеве в среднем прекращаются в начале мая (2 мая), через 34 дня после того, как средняя суточная температура воздуха устойчиво переходит через 0°C . В теплые весны они могут прекращаться на три недели раньше средней даты, а в затянувшуюся весну — на месяц позже.

Первые осенние заморозки в воздухе обычно наблюдаются в начале октября. Из табл. 37 видно, что осенью вероятность наступления первых заморозков 15 сентября и ранее или, наоборот, только после 20 октября составляет 5 %, т. е. они могут наблюдаться в среднем один раз в 20 лет. В низинах, котловинах, на торфяных почвах при равных атмосферных условиях заморозки могут возникать значительно чаще и начинаться раньше, чем на ровном открытом месте.

Таблица 37

Даты первого заморозка различной вероятности

Дата		Вероятность (%) заморозка в указанные и более ранние даты							Самая поздняя
средняя	самая ранняя	5	10	25	50	75	90	95	
3 X	5 IX 1906 г.	15 IX	20 IX	27 IX	3 X	11 X	18 X	20 X	28 X 1953 г.

Средняя продолжительность безморозного периода (периода без заморозков) в Могилеве составляет 153 дня. Колебания в сроках окончания и наступления заморозков (табл. 37, 38) обуславливают значительную изменчивость продолжительности безмороз-

Даты последнего заморозка различной вероятности

Дата		Вероятность (%) заморозка в указанные и более поздние даты							Самая поздняя
средняя	самая ранняя	95	90	75	50	25	10	5	
2 V	3 IV 1962 г.	10 IV	15 IV	23 IV	2 V	11 V	19 V	24 V	4 VI 1930 г.

ного периода. Отклонения от нормы доходят до 40 дней. Очень продолжительный безморозный период наблюдался в 1895 г. (180 дней), в 1962 г. (192 дня) и в 1950 г. (193 дня). Менее продолжительным был безморозный период в 1912 г. (125 дней) и в 1958 г. (124 дня).

Морозными считаются дни, в которые температура по максимальному термометру была 0°C или ниже (табл. 39, $t_{\text{макс}} \leq 0$). Днями с оттепелью считаются все дни с положительной температурой по максимальному термометру в период от первого морозного дня осенью до последнего морозного дня весной (табл. 39, $t_{\text{макс}} > 0$). В число дней с переходом температуры через 0°C включены все дни, когда максимальная температура была выше 0°C , а минимальная 0 или ниже 0°C , т. е. в ночное время происходит замерзание, а в дневное время таяние воды. Весной и осенью такие дни считают как дни с заморозками.

Таблица 39

Среднее число дней с отрицательной температурой во все часы суток ($t_{\text{макс}} \leq 0^{\circ}\text{C}$), с переходом температуры через 0°C ($t_{\text{макс}} > 0^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{мин}} \leq 0^{\circ}\text{C}$), с положительной температурой во все часы суток ($t_{\text{мин}} > 0^{\circ}\text{C}$) и с оттепелью ($t_{\text{макс}} > 0^{\circ}\text{C}$)

Месяц	$t_{\text{макс}} \leq 0$	$t_{\text{макс}} > 0$, $t_{\text{мин}} \leq 0$	$t_{\text{мин}} > 0$	$t_{\text{макс}} > 0$
IX	0,0	1,1	28,9	
X	0,9	9,3	20,8	
XI	8,4	11,9	9,7	21,6
XII	18,2	10,1	2,7	12,8
I	22,6	7,6	0,8	8,4
II	20,8	6,1	1,3	7,4
III	11,3	15,6	4,1	19,7
IV	0,7	11,8	17,5	
V	0,0	1,1	29,9	
VI	0,0	0,02	30,0	

За зиму бывает от 11 до 49 дней с оттепелью (в среднем 28,6 дня). Колебания числа дней с оттепелью в отдельные месяцы характеризуются средним квадратическим отклонением σ :

XI	XII	I	II	III
5,6	6,4	5,0	5,6	5,0

Для Могилева характерна смена оттепелей и морозных периодов (табл. 40). Преобладают оттепели с температурой до +2 °С (табл. 41).

Таблица 40

Повторяемость (%) морозных периодов и периодов с оттепелью различной непрерывной продолжительности, средняя и наибольшая непрерывная продолжительность

Период	Продолжительность, дни										средняя	наибольшая
	1-2	3-5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-70	71-100			
Морозный	42,6	24,7	14,3	11,9	2,9	2,4	1,0	0,1	0,1	0,1	7	74
С оттепелью	49,0	25,1	17,6	6,6	1,4	0,3					4	33

Таблица 41

Повторяемость P (%) дней с различной максимальной температурой при оттепелях

Максимальная температура, °С		P %	Максимальная температура, °С		P %
от	до		от	до	
0,1	0,9	27,9	8,0	8,9	1,5
1,0	1,9	26,1	9,0	9,9	1,3
2,0	2,9	15,4	10,0	10,9	0,7
3,0	3,9	10,5	11,0	11,9	0,2
4,0	4,9	6,6	≥ 12,0		0,4
5,0	5,9	4,6			
6,0	6,9	3,0			
7,0	7,9	1,8			

Периодом с устойчивыми морозами называется период продолжительностью не менее месяца, в котором встречается не более трех дней с оттепелью, причем не ближе 10 дней от начала и конца периода. В среднем в Могилеве наблюдается 93 дня с устойчивыми морозами.

Максимальная температура воздуха характеризует температуру дневной, наиболее теплой части суток. Влияние местных условий на максимальную температуру воздуха сравнительно мало, особенно в теплое время года, когда днем происходит интенсивное перемешивание воздуха. Зимой в дневное время возможен застой холодного воздуха, в этом случае влияние местных условий на максимальную температуру несколько больше, но не так значительно, как на минимальную. В табл. 35, 42 и 43 приведены данные о максимальной температуре в Могилеве. Ежегодно летом можно ожидать около 14 дней с максимальной температурой выше 30 °С. Такая высокая температура, особенно если она наблюдается в июне или начале июля, очень вредна для сельско-

Максимальная температура воздуха (°C)

Максимум	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средний из суточных из абсолютных ме- сячных, годовых	-4,5	-3,3	-1,6	9,8	18,3	21,9	23,6	22,3	16,8	9,2	2,3	-2,4	9,6
Абсолютный	3	3	10	20	27	29	30	30	25	18	9	4	31
Год	1925	1903	1913	1970	1889	1889	1897	1946	1954, 1968	1966	1899, 1967	1961, 1964	1897, 1946

Таблица 43

Число дней с максимальной температурой воздуха в различных пределах

Температура, °C													
от	до	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-29,9	-25,0	0,1	0,03										0,1
-24,9	-20,0	0,4	0,2										0,1
-19,9	-15,0	1,3	0,9	0,03									0,4
-14,9	-10,0	4,6	4,1	0,3									1,8
-9,9	-5,0	6,9	6,5	3,2	0,03						0,1	1,7	6,2
-4,9	0,0	9,3	9,1	7,8	0,7						0,8	6,6	9,6
0,1	5,0	8,3	7,2	14,0	5,9	0,2					5,3	12,5	11,7
5,1	10,0	0,1	0,2	4,6	8,8	1,8	0,03			1,7	12,5	8,0	1,1
10,1	15,0			0,9	8,4	7,4	1,9	0,2	0,7	9,0	9,2	1,1	
15,1	20,0			0,2	4,7	10,5	8,5	6,8	8,7	12,0	2,5		
20,1	25,0				1,4	8,2	11,0	13,6	13,4	5,9	0,6		
25,1	30,0				0,1	2,7	7,6	8,8	7,2	1,4			
30,1	35,0					0,2	1,0	1,5	0,9	0,03			
35,1	40,0							0,1	0,1				

хозяйственных культур, кроме того, в засушливые периоды она способствует возникновению лесных пожаров. Наступление сильной жары летом обычно связано с приходом на нашу территорию масс тропического воздуха. Абсолютный годовой максимум чаще всего наблюдается в июле (41 %), реже в августе (33 %) и июне (19 %). Абсолютный максимум наблюдался и в мае (6 %), а в 1950 г. даже в апреле. Обеспеченность различных значений абсолютного годового максимума имеет следующие значения:

Абсолютный максимум, °C	≥28	≥29	≥30	≥31	≥32	≥33	≥34
Вероятность, %	95	90	75	50	25	10	5

Пределы изменения средней максимальной температуры в зимние месяцы существенно превышают летние. Если летом амплитуда средней месячной максимальной температуры всего 8 °C, то зимой она достигает 18 °C.

Большой интерес представляет переход средней суточной температуры воздуха через 0, 5, 10 и 15 °C (табл. 44), так как периоды с температурой выше указанных пределов характеризуют

условия теплого времени года, необходимые для сельского хозяйства. Дата перехода через 5 °С определяет начало и конец вегетационного периода трав и озимых культур. Период с температурой выше 10 °С — период активной вегетации для большинства сельскохозяйственных культур. Период с температурой выше 15 °С характеризует наиболее теплую часть лета, которая определяет возможность выращивания теплолюбивых культур (томаты, огурцы и др.). Если нужно знать даты перехода средних суточных температур через пределы, не приведенные в табл. 44, то в таких случаях можно допустить, что в пределах пятиградусного интервала ход температуры линейный и нужная дата может быть найдена интерполяцией между двумя соседними датами.

Таблица 44

Даты наступления средних суточных температур воздуха выше или ниже определенных пределов различной обеспеченности

Температура, °С	Средняя дата	Вероятность (%) указанных или более ранних дат						
		5	10	25	50	75	90	95
Выше 0	29 III	10 III	14 III	22 III	29 III	4 IV	8 IV	10 IV
Ниже 0	14 XI	28 X	31 X	6 XI	14 XI	22 XI	29 XI	3 XII
Выше 5	13 IV	30 III	2 IV	7 IV	13 IV	19 IV	22 IV	25 IV
Ниже 5	18 X	4 X	6 X	11 X	18 X	23 X	28 X	1 XI
Выше 10	30 IV	16 IV	20 IV	25 IV	30 IV	5 V	10 V	13 V
Ниже 10	22 IX	10 IX	13 IX	18 IX	22 IX	26 IX	2 X	7 X
Выше 15	30 V	6 V	12 V	20 V	30 V	19 VI	17 VI	22 VI
Ниже 15	28 VIII	11 VIII	15 VIII	21 VIII	28 VIII	4 IX	9 IX	12 IX

Период с температурой воздуха выше 0 °С в Могилеве примерно такой же, как в Минске, и на 19 дней короче, чем в Гродно. В связи с большими колебаниями температуры воздуха из года в год даты перехода температур и продолжительность периодов в отдельные годы значительно отклоняются от средних многолетних (табл. 44, 45). Например, при средней дате 29 марта переход через 0 °С весной один раз в 20 лет происходит 10 марта или ранее и один раз в 20 лет — позднее 10 апреля.

Для роста и развития садовых растений, овощных и других сельскохозяйственных культур одним из основных климатических

Таблица 45

Продолжительность τ (дни) периода со средними суточными температурами выше определенных пределов различной обеспеченности

Температура, °С	τ	Вероятность (%) указанной или большей продолжительности						
		95	90	75	50	25	10	5
Выше 0	229	211	214	220	229	239	252	261
„ 5	187	170	174	180	187	194	200	205
„ 10	144	126	131	137	144	150	157	162
„ 15	89	43	66	76	89	102	112	117

факторов является степень обеспеченности теплом, которая характеризуется суммами средних суточных температур воздуха, превышающих 5, 10 и 15 °С. Средние суммы температур и суммы различной вероятности приведены в табл. 46.

Таблица 46

Суммы средних суточных температур воздуха (°С) выше 0, 5, 10, 15 °С различной вероятности

Температура, °С	Средняя	Вероятность (%) указанных или больших сумм температур						
		95	90	75	50	25	10	5
Выше 0	2664	2364	2424	2554	2664	2764	2894	2964
" 5	2566	2251	2326	2471	2566	2676	2786	2866
" 10	2242	1907	1982	2122	2242	2377	2537	2632
" 15	1526	981	1096	1296	1526	1776	1986	2082

Переход средней суточной температуры воздуха через 8 °С осенью в сторону понижения и весной в сторону повышения принят за начало и конец отопительного периода. Этот период в Могилеве в среднем начинается со 2 октября и кончается 25 апреля, т. е. продолжается 204 дня.

Приведенные выше данные о переходе средней суточной температуры через определенные пределы соответствуют ее сглаженному плавному годовому ходу. В реальном ходе средней суточной температуры за конкретный год многократно чередуются ее повышения и понижения. Средняя продолжительность интервала от перехода средней суточной температуры вверх через заданный уровень до ее перехода вниз через тот же уровень (или наоборот) характеризует степень устойчивости температуры (табл. 47).

Таблица 47

Средняя непрерывная продолжительность (дни) интервалов со средней суточной температурой выше или ниже заданного уровня

Температура, °С	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Выше —10	8,9	8,8										
" —5	4,6	4,3	8,1									6,7
" 0	2,8	2,4	3,2									3,4
" 5			1,7	6,6								1,9
" 10				2,7	9,6							
" 15				1,7	3,8	8,2	15,8	10,2	9,6	5,8		
" 20					2,1	3,0	3,6	3,4	3,5	2,8	6,1	
" 25						1,7	1,9		2,2	1,6	2,8	
Ниже 20						11,5	8,3	13,6				
" 15					9,0	3,9	2,7	3,4	12,2			
" 10				18,3	4,2	2,4			3,6	15,6		
" 5				6,9	2,6				1,7	4,2	17,0	
" 0	18,2	15,2	7,8	3,6						2,1	4,6	10,9
" —5	7,2	6,0	3,7								2,6	4,8
" —10	4,2	3,6	2,7									3,1
" —15	3,0	2,7	2,0									

Расчетные температуры холодного периода для проектирования

Интервал времени	t °С	Объект проектирования	Способ вычисления
Наиболее холодные сутки	—29	Легкие ограждающие конструкции зданий, системы отопления в них	Отбирают наиболее холодные зимы за период наблюдений (16 % всех зим), а затем в каждой из них — наиболее холодные сутки. Вычисляют среднее из средних суточных температур отобранных суток
Наиболее холодная пятидневка	—25	Массивные ограждающие конструкции зданий, системы отопления в них	Отбирают наиболее холодные зимы за период наблюдений (16 % всех зим), а затем в каждой из них — наиболее холодную пятидневку. Вычисляют среднее из средних температур отобранных пятидневок
Отопительный период	—1,5	Системы отопления, нормы топлива	Отопительным считается период со средней суточной температурой $< 8^{\circ}\text{C}$
Наиболее холодный период (вентиляционная температура)	—11	Вентиляция	Среднее из наименьших значений температуры за наиболее холодный период, составляющий 15 % продолжительности отопительного периода

При строительном проектировании используются температурные характеристики, приведенные в табл. 48.

Связь между температурой воздуха и направлением ветра показана в табл. 49. Наибольшие различия в значениях средней температуры воздуха при определенном направлении ветра складываются в январе—марте, наименьшие—летом и осенью. Самый холодный ветер зимой имеет северо-восточное направление, а самый теплый—западное. Летом самый холодный ветер—западный или северо-западный, а самый теплый—юго-восточный.

Таблица 49

Средняя температура воздуха (°С) в зависимости от направления ветра

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	ЗС
I	-11,7	-11,9	-10,3	-6,5	-4,9	-3,4	-4,0	-8,4
II	-4,4	-11,0	-10,4	-6,5	-4,8	-2,9	-4,5	-7,3
III	-6,0	-6,4	-4,9	-2,2	-1,3	-5,6	-1,1	-3,1
IV	3,7	5,4	5,4	7,2	8,5	5,7	4,2	4,1
V	10,8	12,9	14,8	15,0	15,3	13,0	10,9	10,8
VI	16,4	16,9	18,7	20,0	19,5	17,7	15,8	15,3
VII	17,6	19,7	20,1	20,4	19,7	18,2	16,7	17,1
VIII	15,7	16,9	18,6	19,5	18,4	17,2	15,9	15,8
IX	10,3	11,4	12,5	13,3	13,1	11,9	11,4	11,2
X	3,5	4,9	4,8	6,5	7,2	7,1	5,8	3,9
XI	-4,1	-3,7	-1,1	0,3	0,4	1,2	0,3	-1,6
XII	-7,3	-9,6	-7,6	-3,3	-3,2	-2,3	-2,1	-5,6
Год	3,7	3,8	5,1	7,0	7,3	6,5	5,8	4,4

4.2. Температура почвы

Температура почвы связана с температурой воздуха, радиационными условиями, величиной испарения, скоростью ветра. На температурный режим почвы оказывает влияние ее механический состав и тип, влажность, состояние поверхности, покрытость растительностью, снегом.

Данные по температуре почвы получены по наблюдениям на площадке метеостанции Могилев. Почва на метеоплощадке, где производились измерения, суглинок до глубины 60 см, ниже до глубины 200 см—глина.

Температура поверхности почвы измеряется напочвенными термометрами, которые на поверхности располагаются горизонтально (летом на оголенной почве, зимой на снегу) и таким образом, чтобы резервуары их были наполовину погружены в почву или снег. Такая методика измерений связана со значительными погрешностями, поэтому полученные данные лишь приближенно соответствуют температуре тонкого поверхностного слоя почвы.

В табл. 50 представлены средние месячные и годовые значения температуры поверхности почвы, полученные по данным на-

Средняя месячная, максимальная и минимальная температура (°С)
поверхности почвы

Месяц	Средняя	Максимум		Минимум	
		средний	абсолютный	средний	абсолютный
I	-8	-4	6	-13	-42
II	-7	-2	8	-13	-41
III	-3	4	24	-9	-32
IV	6	16	39	-1	-21
V	15	30	49	6	-7
VI	20	35	54	10	-2
VII	22	37	54	12	4
VIII	19	34	52	11	2
IX	12	24	43	6	-6
X	5	12	34	1	-21
XI	0	3	17	-3	-32
XII	-5	-2	9	-8	-36
Год	6	16	54	0	-42

блюдений в сроки 2, 8, 14 и 20 ч. В зимнее время средняя месячная температура поверхности почвы мало отличается от средней температуры воздуха, а в летние месяцы температура поверхности почвы на 2—3 °С выше, чем температура воздуха. Средняя годовая температура поверхности почвы в Могилеве почти на 1 °С выше температуры воздуха.

Средние и абсолютные экстремумы температуры в табл. 50 получены из ежедневных данных максимального и минимального термометров.

В летнее время (июнь—август) максимальная температура оголенной поверхности почвы в среднем на 12—13 °С выше, чем максимальная температура воздуха, а в отдельные жаркие дни эта разность достигает 18—19 °С. Самая высокая температура поверхности почвы наблюдалась в июле 1959, 1963 гг. и в июне 1964 г. (54 °С).

В ночное время минимальная температура поверхности почвы зимой на 0,4—2,1 °С, а летом на 0,7—1,0 °С ниже, чем минимальная температура воздуха. В отдельные ясные ночи температура поверхности почвы (или снега) опускается до -35 °С, а в январе 1950 г. она достигла -39 °С.

Заморозки на поверхности почвы в среднем оканчиваются на 18 дней позже (20 мая) и начинаются на 10 дней раньше (22 сентября), чем заморозки в воздухе. Сокращается продолжительность безморозного периода — 124 дня по сравнению с 153 днями в воздухе. В послевоенные годы самый поздний весенний заморозок отмечен 2 июня 1950 г., самый ранний осенью — 16 сентября 1952, 1953 гг.

Температура почвы зависит от ее механического состава. Суглинистые почвы хорошо удерживают воду, обладают большей

теплоемкостью и теплопроводностью, чем супесчаные. Днем они меньше нагреваются, а ночью меньше охлаждаются. Поэтому весной и летом поверхность суглинистых почв в среднем на 1—2 °С холоднее поверхности супесчаных.

Темные торфяно-болотные почвы, обладающие малой теплопроводностью, летом в дневное время прогреваются сильнее. Средняя месячная температура на поверхности таких почв летом на 1—2 °С выше, чем на супесчаных, а зимой они примерно на 1 °С холоднее. С малой теплопроводностью торфяно-болотных почв связано значительное выхолаживание верхнего слоя почвы в ночное время, а следовательно, и увеличение повторяемости заморозков на их поверхности.

Велика роль растительного покрова в тепловом режиме почвы. Почва, покрытая растительностью, летом холоднее оголенной почвы.

На глубинах 5—20 см измерения температуры почвы производят коленчатыми термометрами, которые устанавливают только на теплый период года на открытой, свободной от растительности, разрыхляемой площадке. Их показания (табл. 51) характеризуют температурный режим пахотного слоя почвы.

Таблица 51

Средняя месячная температура верхних слоев почвы (°С)
по коленчатым термометрам

Глубина, см	V	VI	VII	VIII	IX	X
5	14,1	18,3	20,5	18,4	12,5	5,9
10	13,6	17,8	20,1	18,2	12,7	6,1
15	13,0	17,3	19,9	18,1	12,9	6,5
20	12,6	16,8	19,5	18,0	13,1	6,8

В верхнем слое почвы наблюдаются значительные изменения температуры и в горизонтальном направлении в зависимости от ее свойств и растительного покрова. Наличие естественного покрова сглаживает годовой ход температуры почвы, уменьшая ее амплитуду. Летом под оголенной поверхностью почва теплее, чем под травой. Зимой температура почвы под снежным покровом намного выше, чем без него, так как благодаря низкой теплопроводности снег защищает почву от выхолаживания. Напротив, весной почва под снегом имеет более низкую температуру, чем оголенная, поскольку снег экранирует почву от солнечной радиации и забирает много тепла на таяние. Эти различия в температуре почвы между оголенной поверхностью и естественной прослеживаются на всех глубинах.

Промерзание почвы (табл. 52) определялось по цементации почвы и наличию в ней кристаллов льда путем вырубki моноли-

Глубина промерзания почвы (см)

Средняя					Из максимальных за зиму		
XI	XII	I	II	III	средняя	наименьшая	наибольшая
13	24	35	46	39	49	22	87

тов или бурения почвы на определенных участках сельскохозяйственных полей. Наблюдения над промерзанием почвы производились ежемесячно примерно 25-го числа с ноября по март.

Огромное влияние на тепловое состояние почвы оказывает снежный покров. Снег, особенно рыхлый, является плохим проводником тепла. Под снежным покровом, даже при более низкой температуре, глубина промерзания почвы оказывается меньше, чем без снежного покрова. Так, в Могилеве в малоснежную зиму 1962-63 г. земля промерзла на глубину 130 см, а в зиму 1955-56 г., с высоким снежным покровом, лишь на 34 см (рис. 15), хотя средняя температура воздуха за декабрь—февраль в обоих случаях была одинаковой.

На участках с выпуклой формой рельефа глубина промерзания почвы больше, чем с вогнутой, так как с выпуклых мест снег сдувается, а в вогнутых задерживается и там высота снежного

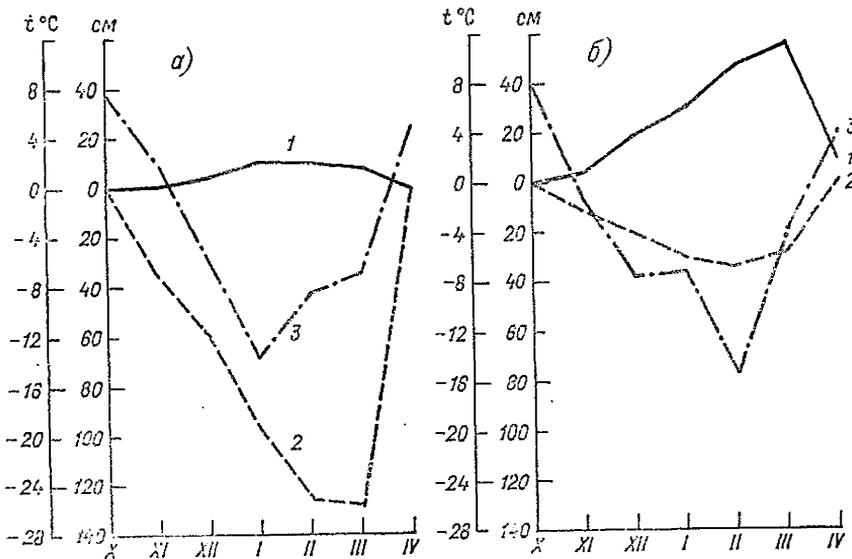


Рис. 15. Глубина промерзания почвы в малоснежную (а) и многоснежную (б) зимы.

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

покрова, как правило, больше. Кроме того, влагосодержание почвы в вогнутых формах рельефа выше, чем в выпуклых. Глубже промерзают легкие и сухие почвы, меньше — влажные и тяжелые. Болота промерзают на меньшую глубину, чем возвышенные места. На вспаханных участках наблюдается более раннее и более глубокое промерзание почвы по сравнению с целиной. Песчаные почвы промерзают обычно глубже.

Промерзание почвы, которое сохраняется не менее 30 дней подряд, считается устойчивым. Средняя дата начала устойчивого промерзания — 11 декабря, самая ранняя — 15 ноября, самая поздняя — 19 января.

Оттаивание почвы происходит под действием солнечной радиации, поглощаемой поверхностью земли, и тепла, притекающего из глубоких слоев почвы. Полное оттаивание почвы в среднем наблюдается 13 апреля. Самая ранняя дата полного оттаивания отмечалась 21 марта 1961 г., а самая поздняя — 29 апреля 1960 г.

5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ

5.1. Влажность воздуха

Влажность воздуха характеризуется упругостью водяного пара, дефицитом влажности (недостатком насыщения) и относительной влажностью. Средние многолетние значения характеристик, наибольшие и наименьшие значения средних за месяц и год, а также годы, когда они наблюдались, приведены в табл. 53.

Упругость водяного пара (давление водяного пара, содержащегося в воздухе) и дефицит влажности (разность между насыщающей и фактической упругостью водяного пара) с 1980 г. выражаются, как и атмосферное давление, в гектопаскалях ($1 \text{ гПа} = 1 \text{ мбар} = 0,75 \text{ мм рт. столба}$).

Режим влажности воздуха формируется под влиянием атмосферной циркуляции, радиационного режима и подстилающей поверхности. Большое влияние на влажность воздуха оказывают местные условия: водные объекты, растительность и др. При этом циркуляционный фактор имеет первостепенное значение. Воздушные массы с Атлантики несут большое количество водяного пара; воздух, приходящий с востока, как правило, сухой. Поэтому при близких значениях температуры значения упругости водяного пара могут сильно различаться. Так, в Могилеве в 14 ч 15 июня 1961 г. при температуре воздуха $18,0^\circ\text{C}$ и юго-западном ветре упругость водяного пара была равна $18,6 \text{ гПа}$, а в 14 ч 5 июня при температуре $21,5^\circ\text{C}$ и восточном ветре составляла $6,5 \text{ гПа}$.

Средние значения упругости водяного пара и дефицита влажности изменяются в течение года параллельно ходу температуры воздуха (рис. 16, табл. 53).

В теплое полугодие упругость водяного пара имеет отчетливый суточный ход. Перед восходом солнца она минимальна, затем растет вследствие увеличения испарения, достигает максимума через несколько часов после восхода, а затем начинает падать в результате усиления турбулентности и конвекции и соответственно переноса водяного пара в более высокие слои. Второй минимум наблюдается после полудня, второй максимум — вечером. Дефицит влажности достигает максимума в послеполуденные часы (табл. 54).

Большой практический интерес представляет относительная влажность, отражающая степень насыщения воздуха водяным

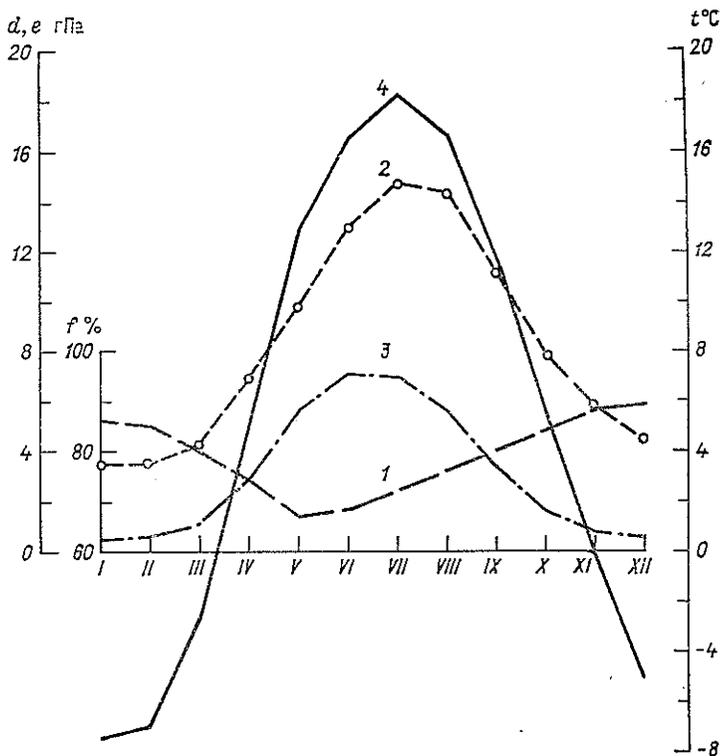


Рис. 16. Годовой ход характеристик влажности и температуры воздуха.

1 — относительная влажность (%), 2 — упругость водяного пара (гПа), 3 — дефицит влажности (гПа), 4 — температура воздуха (°C).

паром. Она равна отношению фактической упругости водяного пара к максимально возможной при данной температуре, т. е. к упругости насыщенного пара. Последняя быстро увеличивается с ростом температуры, поэтому годовой и суточный ход относительной влажности приблизительно обратны ходу температуры воздуха. Однако в годовом ходе минимум относительной влажности приходится на май¹ (табл. 53), т. е. опережает на два месяца максимум температуры из-за увеличения упругости водяного пара от мая к июню и от июня к июлю.

В зимние месяцы амплитуда суточного хода относительной влажности невелика, как и амплитуда суточного хода температуры, в летние превышает 30% (табл. 54). Минимум относительной влажности приходится на те же часы, что и максимум температуры.

Значения относительной влажности воздуха в 14 ч (табл. 54 и

Средние многолетние, максимальные и минимальные значения
средних месячных и годовых характеристик влажности воздуха,
их средние квадратические отклонения

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Упругость водяного пара e , гПа													
$e_{\text{ср}}$	3,5	3,5	4,2	6,9	9,8	13,0	14,8	14,4	11,1	7,8	5,7	4,4	8,3
$e_{\text{макс}}$	5,1	5,5	5,9	9,7	12,9	15,7	18,1	16,8	12,7	10,4	7,7	6,5	8,9
Год	1925	1925	1938	1950	1929	1956	1972	1932	1932	1935	1928	1960	1925
$e_{\text{мин}}$	1,9	1,7	2,2	5,1	8,0	10,7	12,9	12,4	9,0	5,6	4,0	2,8	7,6
Год	1963, 1969	1956	1952	1974	1945	1928	1965, 1968	1939	1973	1946	1956	1927	1965, 1969
σ	0,9	0,9	0,9	0,9	1,1	1,3	1,3	1,0	0,9	1,0	0,9	0,8	0,4
Дефицит влажности d , гПа													
$d_{\text{ср}}$	0,5	0,6	1,1	2,9	5,6	7,1	7,0	5,6	3,4	1,6	0,7	0,5	3,0
$d_{\text{макс}}$	0,8	0,8	1,7	4,6	9,2	11,0	11,9	12,8	5,8	2,5	1,1	0,8	4,0
Год	1959	1961, 1969	1961	1952	1949	1964	1959	1939	1975	1949	1953	1971	1959
$d_{\text{мин}}$	0,2	0,3	0,6	1,6	3,6	4,4	4,0	3,6	2,2	1,0	0,5	0,3	2,4
Год	1940	1951	1940	1958	1974	1974	1974	1945, 1956	1957	1939, 1952	1939	1956, 1973	1974
σ	0,1	0,1	0,3	0,7	1,4	1,6	1,7	1,9	1,0	0,4	0,2	0,1	0,4
Относительная влажность f , %													
$f_{\text{ср}}$	86	85	80	74	67	68	72	76	80	84	88	89	79
$f_{\text{макс}}$	92	90	87	82	76	78	81	84	86	90	93	93	82
Год	1938	1958, 1974	1967	1958	1973	1974	1974	1945	1946, 1957	1938	1936	1953	1958
$f_{\text{мин}}$	77	72	71	66	57	58	57	53	70	75	80	83	74
Год	1972	1969	1952	1960	1949	1940	1959	1939	1969	1949	1953	1948	1959
σ	3,7	4,0	4,3	4,5	4,7	5,0	5,5	6,3	4,4	3,2	3,0	2,7	1,9

55) близки к суточному минимуму и летом служат косвенной характеристикой испаряемости (табл. 55).

Значение относительной влажности воздуха сильно меняется от года к году, особенно в дневное время. Так, относительная влажность воздуха днем в мае 1971 г. в среднем за месяц была 42 %, в течение 16 дней 30 % и ниже, а 30 мая она понизилась до 17 %. В мае же 1951 г. минимальная относительная влажность составляла 40 %, в течение 8 дней в 14 ч она была 80% и выше, а 11 мая достигла 98%.

Относительная влажность 80 % и выше в утренние и ночные часы — для Могилева явление обычное в течение всего года (табл. 54). Днем она значительно ниже. День с такой влажностью в 14 ч (время вблизи минимума) считают влажным. Влажные дни чаще всего наблюдаются с ноября по февраль (табл. 56). Максимальное число влажных дней за год (159) наблюдалось в Могилеве в 1967 г., минимальное (109) — в 1972 г.

Значение характеристик влажности в различные часы суток

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Упругость водяного пара, гПа												
2	3,5	3,4	4,1	6,8	9,8	13,0	14,6	14,1	10,9	7,7	5,7	4,3
8	3,4	3,4	4,0	6,7	9,8	13,3	15,0	14,3	10,6	7,5	5,6	4,3
14	3,7	3,6	4,4	6,8	9,4	12,6	14,4	14,1	11,2	7,9	5,8	4,5
20	3,5	3,5	4,3	7,3	10,0	13,3	15,1	15,0	11,7	8,0	5,7	4,4
Дефицит влажности, гПа												
2	0,4	0,5	0,7	1,4	2,3	2,5	2,4	2,1	1,4	0,9	0,6	0,4
8	0,4	0,4	0,5	1,4	3,4	4,6	4,0	2,7	1,2	0,7	0,5	0,4
14	0,6	0,8	1,8	5,4	9,9	12,2	12,4	11,1	7,4	3,1	1,1	0,6
20	0,5	0,6	1,3	3,4	7,0	9,2	9,1	6,7	3,4	1,5	0,7	0,5
Относительная влажность воздуха, %												
2	86	87	85	83	80	81	85	88	90	89	90	89
4	87	87	86	85	83	84	87	90	91	90	90	89
6	87	87	87	87	84	84	88	91	92	91	91	90
8	88	88	88	85	76	77	82	88	92	92	91	90
10	87	87	84	76	64	66	71	76	84	89	90	90
12	86	85	78	67	56	58	61	66	72	79	87	89
14	84	81	72	61	52	54	57	60	64	73	84	88
16	83	80	69	59	51	52	55	58	62	71	83	87
18	84	82	71	61	53	53	57	60	66	76	86	88
20	85	84	77	69	58	58	63	69	78	83	87	89
22	86	85	80	76	69	71	75	80	84	86	88	89
24	86	86	83	80	76	77	81	85	88	88	88	89
Суточная амплитуда	5	8	19	28	33	33	33	33	30	21	8	3

Значительно изменяется и месячное число влажных дней. Например, в январе 1961 г. таких дней было 25, а в 1972 г. — только девять. Среднее квадратическое отклонение числа влажных дней от среднего (табл. 56) составляет два дня в мае и июне, три — в апреле, июле — сентябре и декабре и четыре — в остальных месяцах.

В Могилеве очень мало сухих дней, когда относительная влажность воздуха хотя бы в один из сроков не превосходит 30 %, причем треть из них приходится на май (табл. 56). За период наблюдений максимум годового числа сухих дней (33) наблюдался в 1968 г., когда довольно частые прохождения антициклонов обусловили в основном теплую, сухую погоду летом, особенно в июне (13 дней). Примерно один раз в три года годовое количество сухих дней не превышает пяти, а в 1953 г. наблюдался лишь один день в ноябре.

Месячное число сухих дней сильно колеблется от года к году. Вероятность, что оно будет больше четырех, составляет в мае

Таблица 55

Повторяемость (%) относительной влажности воздуха в 14 ч
в различных пределах

Влажность, %		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
10	19				0,2								
20	29				3,1	6,3	2,3	1,6	0,4	0,8	0,2	0,2	
30	39			2,1	11,9	23,8	18,2	9,5	7,1	2,7	1,6	0,5	0,5
40	49	0,3	0,6	9,1	20,7	24,6	23,4	22,0	17,0	19,8	6,7	1,4	
50	59	0,8	1,8	16,9	19,8	15,6	22,5	25,6	26,3	20,3	16,1	3,8	2,2
60	69	4,3	14,2	20,2	12,7	12,7	14,2	20,4	21,2	21,1	17,1	10,5	3,3
70	79	22,0	22,7	21,0	14,0	6,5	9,8	9,7	14,5	15,3	26,0	20,0	10,0
80	89	37,4	31,8	17,5	8,2	7,5	5,6	7,6	8,9	12,7	18,0	28,3	35,0
90	100	35,2	28,9	13,2	9,4	3,0	4,0	3,6	4,6	7,3	14,3	35,3	49,0

Таблица 56

Число дней с относительной влажностью воздуха 30 % и ниже
в одни из сроков наблюдений и 80 % и выше в 14 ч

Влажность, %	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
≤ 30	0,0	0,0	0,0	1,2	2,7	1,5	0,8	0,9	0,4	0,04	0,05	0,1	7,7
≥ 80	22,0	15,6	10,6	5,7	3,1	2,4	3,4	4,0	6,0	11,2	20,1	25,4	129,5

примерно 30 %, в июне 8 %, в июле, августе и сентябре 5 %. Примерно один раз в 20 лет в мае бывает более восьми сухих дней.

5.2. Атмосферные осадки

Количество осадков измеряют толщиной слоя выпавшей воды в миллиметрах. При дожде, дающем 1 мм осадков, на каждый квадратный метр поверхности приходится один литр воды.

На метеорологических станциях в настоящее время осадки измеряют осадкомерами на высоте 2 м. Данные измерений по дождемеру (в Могилеве дождемер использовали до 1948 г.) приведены к показаниям осадкомера.

Осадкомер не является вполне совершенным и достаточно точным прибором для измерения осадков, так как из измерительного ведра часть снега выдувается ветром, образующиеся вокруг осадкомера завихрения воздушного потока препятствуют попаданию в ведро снежинок и капелек, вследствие смачивания пленка воды; удерживается дном и стенками осадкомерного ведра и поэтому не учитывается при измерении, осадки за время между сроками измерений частично испаряются. В результате возникают значительные потери.

Вопрос о поправках к измеренному количеству осадков еще не решен окончательно, поэтому при выборе экстремальных сумм, вычислении повторяемостей, сравнении данных за различные годы очень часто используют неисправленные данные об осадках. В табл. 57 наряду с неисправленными средними многолетними суммами осадков приведены суммы с учетом поправок на смачивание, а также на смачивание и выдувание ветром.

По количеству осадков Могилев относится к зоне достаточного увлажнения. Основное количество выпадающих осадков свя-

Таблица 57

Среднее многолетнее количество осадков (мм)

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI-III	IV-X	Год
Без введения поправок															
1-я декада	14	12	12	14	17	24	28	27	19	17	16	15			
2-я декада	14	11	12	14	19	25	27	26	18	16	16	15			
3-я декада	12	12	13	15	21	28	27	25	17	16	15	15			
Месяц	40	35	37	43	57	77	82	78	54	49	47	45	204	440	644
С учетом поправок на смачивание															
Месяц	44	38	40	49	62	82	87	82	58	56	52	50	224	476	700
С учетом поправок на смачивание и выдувание ветром															
Месяц	63	53	54	52	64	83	89	83	59	59	63	66	299	489	788

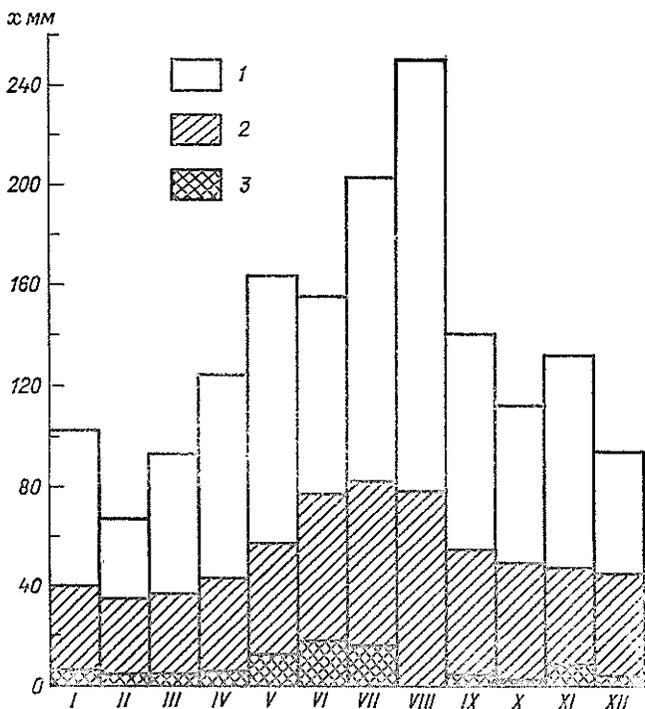


Рис. 17. Наибольшая (1), средняя (2) и наименьшая (3) месячная сумма осадков.

зано с циклонической деятельностью. Осадки конвективного характера даже летом составляют от общего количества небольшую долю.

Из годового количества осадков примерно одна треть приходится на холодный (ноябрь — март), а две трети на теплый (апрель — октябрь) периоды.

От года к году существенно изменяются как месячные (рис. 17, табл. 58), так и годовые суммы осадков. В наиболее дождливом (за имеющийся ряд наблюдений с 1891 г.) 1927 г. выпало 908 мм осадков, а в наиболее сухом 1959 г. — 391 мм.

Относительная изменчивость месячных сумм осадков велика как летом, так и зимой — коэффициент вариации равен 40—60 %. В июле 1962 г. выпало 203 мм — две с половиной нормы осадков, тогда как в июле 1908 г. они составили лишь 17 мм (21 % нормы). В январе 1915 г. выпало 103 мм — почти две с половиной нормы, а в 1947 г. — 7 мм (17 % нормы). Самым дождливым месяцем за весь период наблюдений был август 1910 г., когда сумма осадков составила 250 мм — более трех норм.

Самый засушливый месяц за этот же период — август 1939 г., когда осадки совсем не выпадали.

Повторяемость (%) отклонений месячных сумм осадков (Δx)
от средних в различных пределах

Отклонение, мм	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Δx меньше нормы												
1—20	35	51	46	31	27	20	19	28	32	36	33	36
21—40	23	9	15	17	26	13	16	13	24	11	20	24
41—60					4	13	13	14	1	3		
61—80							1	3				
Δx больше нормы												
0—20	31	35	28	37	22	24	26	21	23	32	31	22
21—40	10	5	7	13	12	17	12	9	13	12	13	13
41—60			4	1	6	9	8	6	3	3	1	5
61—80	1				1	4	3	5	3	3	1	
81—100				1	1		1		1		1	
101—120					1							
121—140							1					
141—160												
161—180								1				

В сутки с осадками 0,1 мм и более в среднем выпадает следующее количество осадков (x мм):

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
x мм	2,3	2,1	2,5	3,4	4,6	5,9	5,9	5,5	4,4	3,6	2,8	2,3

В зависимости от погодных условий отдельных лет распределение количества осадков в течение года также может существенно меняться. Наибольшее за год месячное количество осадков может приходиться на любой месяц с мая по октябрь, а наименьшее — на все месяцы, кроме июля (табл. 59).

Таблица 59

Повторяемость (%) годового максимума и годового минимума осадков												
Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Максимум				1	3	8	21	32	22	8	4	1
Минимум	16	14	13	10	7	4		4	8	7	7	10

Как часто наблюдаются те или иные месячные количества осадков, видно из табл. 60. Например, 10 %-ную обеспеченность в июле имеет месячная сумма осадков 176 мм. Это означает, что в 10 % лет (в среднем один раз в 10 лет) сумма осадков будет не меньше 126 мм, а в 90 % лет — меньше этого значения.

Наибольшие суточные количества осадков наблюдаются в летнее время, с июня по август, т. е. в месяцы выпадения максимального количества осадков в году (табл. 61). Как видно из таблицы, в июле, например, один раз в пять лет можно ожидать суточный максимум 29 мм и более, а один раз в 20 лет — 44 мм и более. В зимние месяцы, когда общее влагосодержание мало, мак-

Таблица 60

Наибольшие и наименьшие месячные и годовые суммы осадков
и суммы различной обеспеченности

Месяц	Наблюденный максимум		Вероятность (%) сумм осадков, больших или равных указанным значениям						Наблюденный минимум	
	мм	год	2	5	10	80	90	95	мм	год
I	103	1915	90	78	68	23	16	12	7	1947
II	67	1926	69	62	55	23	18	14	5	1972
III	93	1912	89	69	57	19	14	11	5	1960
IV	124	1905	87	77	68	26	19	14	6	1974
V	164	1927	148	120	102	32	24	18	13	1949
VI	155	1927	150	136	122	48	34	24	18	1897
VII	203	1962	158	140	126	52	40	31	17	1908
VIII	250	1910	162	141	125	46	32	22	0	1939
IX	140	1912	128	107	92	31	23	16	5	1924
X	112	1958	105	93	82	27	18	12	2	1891
XI	131	1910	100	86	76	26	20	16	10	1902
XII	94	1935	108	92	80	23	15	10	5	1946, 1948
Год	908	1927	890	835	790	550	510	480	391	1959

Таблица 61

Максимумы суточного количества осадков (мм)
различной обеспеченности

Месяц	Средний максимум	Обеспеченность, %						Наблюденный абсолютный максимум		
		63	20	10	5	2	1	мм	число	год
I	8	6	11	14	17	20	23	24	22	1958
II	8	6	11	13	16	19	21	20	—	1922
III	8	7	11	13	15	17	19	23	30	1967
IV	13	10	18	23	27	33	37	35	29	1937
V	18	13	25	31	37	45	50	49	12	1952
VI	22	17	30	36	42	49	55	60	14	1971
VII	22	17	29	37	44	56	68	74	6	1916
VIII	22	17	30	39	46	57	66	58	13	1970
IX	16	13	22	28	33	39	45	49	—	1908
X	14	11	19	23	27	32	35	32	18	1958
XI	12	8	16	21	25	30	34	35	28	1969
XII	9	6	13	17	21	26	29	24	2	1964
Год	34	29	43	49	57	67	74	74	6 VII	1916

симумы осадков сравнительно невелики и составляют в среднем 8...9 мм. В январе один раз в пять лет суточный максимум превысит 11 мм, а один раз в 20 лет будет 17 мм и более.

В Могилеве в среднем 178 дней с осадками 0,1 мм и более. Наибольшее число таких дней наблюдается зимой (табл. 62,

Число дней с различным количеством осадков

Месяц	Следы ($<0,05$ мм)	Осадки, мм						
		$\geq 0,1$	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$	$\geq 5,0$	$\geq 10,0$	$\geq 20,0$	$\geq 30,0$
I	5,8	17,6	12,3	9,1	2,1	0,4	0,04	0,0
II	5,0	16,7	11,4	8,6	1,7	0,3	0,02	0,0
III	4,6	15,0	10,9	8,7	1,9	0,4	0,0	0,0
IV	2,7	12,7	10,0	8,0	2,8	0,9	0,2	0,04
V	1,6	12,5	10,7	8,8	3,7	1,7	0,4	0,1
VI	2,5	13,1	11,6	9,9	4,6	2,4	0,7	0,2
VII	1,5	13,9	11,8	10,2	5,0	2,8	0,6	0,2
VIII	1,3	14,2	11,7	10,1	4,6	2,4	0,7	0,2
IX	2,7	12,3	10,3	8,7	3,4	1,4	0,3	0,04
X	4,8	13,6	10,5	8,9	2,9	1,1	0,2	0,1
XI	3,3	16,9	12,0	9,7	2,7	0,6	0,1	0,02
XII	4,8	19,6	13,8	9,8	2,3	0,4	0,04	0,0
Год	41	178	137	110	38	15	3	0,9

Таблица 63

Число дней с твердыми, жидкими и смешанными осадками

Вид осадков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Твердые	11,8	11,5	9,7	2,1						0,9	5,6	10,4	52
Жидкие	1,0	1,2	2,4	7,9	11,9	13,1	13,9	14,2	12,3	10,9	6,9	4,1	99
Смешанные	4,8	4,0	2,9	2,7	0,6					1,8	4,4	5,1	27

рис. 18). В 1912 г. было 229 дней с осадками 0,1 мм и более, а в 1901 г. только 149.

В табл. 63 приведено среднее число дней с осадками различного вида (при общем количестве осадков за сутки не менее 0,1 мм). При этом днем со смешанными осадками считается такой, в течение которого выпадали и жидкие и твердые осадки или мокрый снег.

Из общего количества осадков за год 56 % приходится на дни с жидкими, 29 % на дни с твердыми и 15 % на дни со смешанными осадками. Распределение осадков для каждого месяца показано на рис. 19.

Годовой ход продолжительности осадков противоположен годовому ходу их количества (рис. 20). Суммарная продолжительность осадков зимой почти в три раза больше, чем летом. Продолжительность (τ) их выпадения в отдельные месяцы следующая.

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{\tau}$	189	181	138	78	60	48	53	58	57	78	153	195	1288
$\tau_{\text{макс}}$	302	253	228	196	115	91	139	106	112	159	251	293	1596

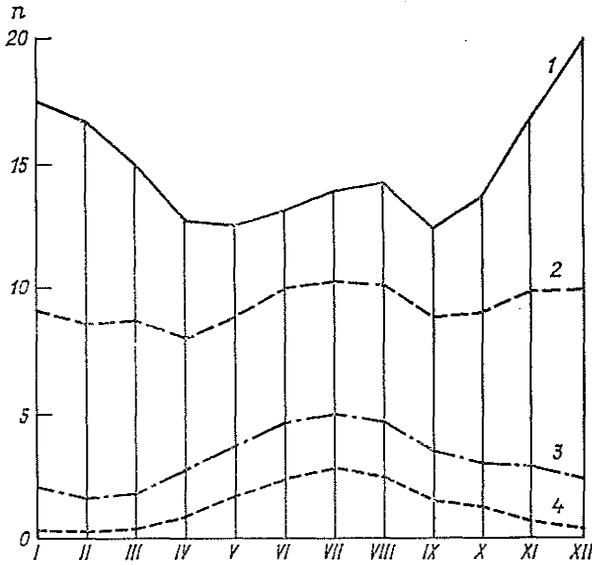


Рис. 18. Годовой ход среднего числа дней n с осадками по градациям.

1) $> 0,1$ мм, 2) $> 1,0$ мм, 3) $> 5,0$ мм, 4) $> 10,0$ мм.

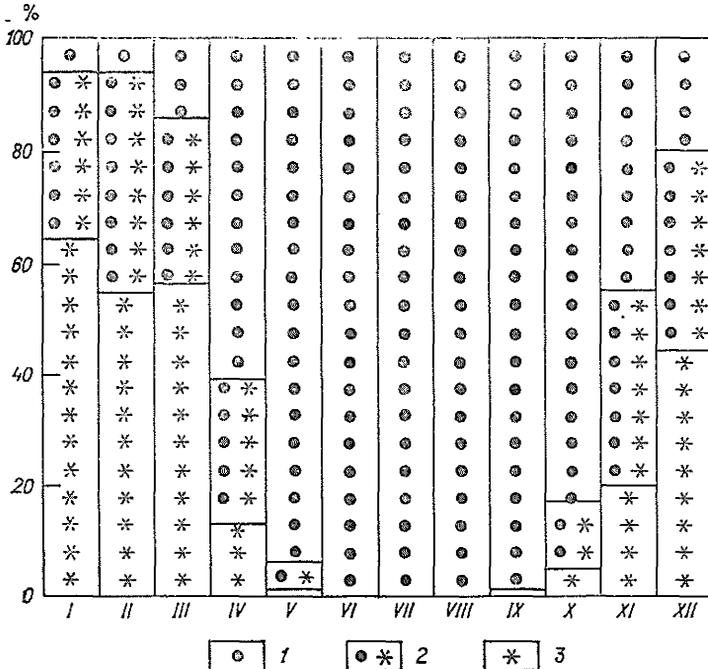


Рис. 19. Годовой ход внутримесячного соотношения дней с жидкими (1), смешанными (2) и твердыми (3) осадками.

Средняя продолжительность осадков в день с осадками также зависит от времени года. Ниже приводится средняя суточная продолжительность (τ) осадков:

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
τ ч	10,7	10,8	9,2	6,1	4,8	3,7	3,8	4,1	4,6	5,7	9,0	9,9

При подсчете средней продолжительности в день с осадками периоды со следами осадков не учитывались.

В Могилеве сравнительно часто наблюдаются резко выраженные дождливые и засушливые периоды (табл. 64). Дождливым

Таблица 64

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

Месяц	Продолжительность периода, дни					
	2-5	6-10	11-15	16-20	21-30	>30
IV	1,1	0,8	0,4	0,2	0,2	
	$\frac{1,6}{1,2}$	$\frac{0,5}{0,5}$	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0,1}{0}$
V	2,0	0,5	0,1	0	0	0
	$\frac{1,5}{2,2}$	$\frac{1,0}{0,5}$	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{0,1}{0}$
VI	1,5	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1
	$\frac{2,2}{1,7}$	$\frac{0,5}{0,9}$	$\frac{0}{0,4}$	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{0,1}{0}$
VII	2,5	0,4	0,1			
	$\frac{1,6}{2,1}$	$\frac{0,7}{0,8}$	$\frac{0,1}{0,2}$	$\frac{0,3}{0}$	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{0,1}{0}$
VIII	1,6	0,7	0,1	0,3		0,1
	$\frac{2,1}{0,9}$	$\frac{0,8}{0,9}$	$\frac{0,2}{0,2}$	$\frac{0}{0,2}$	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0}{0}$
IX	0,9	0,9	0,2	0,2	0,1	
	$\frac{1,6}{0,9}$	$\frac{0,6}{0,6}$	$\frac{0}{0,4}$	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0,1}{0,2}$	$\frac{0,1}{0}$
X	0,9	0,6	0,4	0,1	0,2	0,1
	$\frac{1,6}{1,6}$	$\frac{0,4}{0,4}$	$\frac{0,2}{0,2}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
IV-X	9	5	2	1	0,9	0,4
	$\frac{14}{4}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{0,7}{0,7}$	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0,1}{0,1}$	$\frac{0}{0}$

считается период, в течение которого осадки выпадают ежедневно или с перерывами не более чем один день, а их суточная сумма не менее 1 мм. Сухим считается такой период, в течение которого все дни были без осадков или с осадками менее 1 мм. При этом считается, что один день даже с существенными осадками не прерывает течения сухого периода, если при делении суммы осадков за этот день на число прошедших дней получается не более 0,5 мм.

Так, в апреле—мае 1950 г. сухой период длился 28 дней, в августе—сентябре 1974 г. — 32 дня, в сентябре—октябре 1961 г. — 46 дней. Наиболее длительные дождливые периоды отмечались в октябре 1958 г. — 15 дней, в июле 1962 г. — 17 дней.

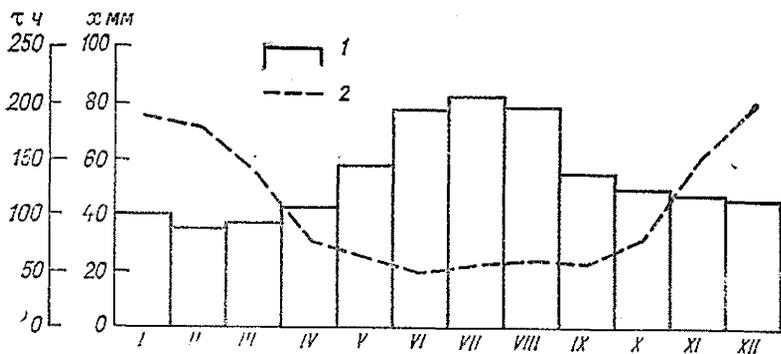


Рис. 20. Среднее месячное количество осадков x (1) и их продолжительность τ (2).

При проектировании могут представлять интерес сведения об увлажнении вертикальных стен косыми дождями. В районе Могилева на вертикальные стены попадает в среднем 40 % количества жидких осадков, выпадающих на горизонтальную поверхность.

5.3. Снежный покров

В Могилеве чаще всего первый снег выпадает в конце октября. В это время температура воздуха еще достаточно высокая и снежный покров или вовсе не образуется или залегает непродолжительное время. Самое раннее выпадение первого снега было отмечено в 1970 г. 27 сентября, самое позднее — 21 ноября 1963 г.

Днем со снежным покровом считается такой день, когда более половины видимого пространства окрестностей покрыто снегом. Степень покрытия снегом определяется визуально ежедневно в утренний срок наблюдений. Самое раннее появление снежного покрова наблюдалось 8 октября 1899 г., самое позднее — 15 декабря 1938 г., средняя дата — 6 ноября.

Первый снежный покров, как правило, неустойчив, при оттепелях обычно сходит. Лишь в первой декаде декабря устанавливается устойчивый снежный покров. Снежный покров принято считать устойчивым, если он лежал не менее 30 дней, при этом в начале зимы перерыву в один день должно предшествовать залегание снежного покрова не менее 5 дней, перерыву в 2...3 дня — не менее 10 дней. Соответствующие соотношения должны быть выдержаны и в конце зимы.

В табл. 65 приведено сравнение дат образования, разрушения и продолжительности периода с устойчивым снежным покровом в Могилеве и нескольких других городах.

В зависимости от условий погоды даты образования устойчивого снежного покрова и его разрушения могут от года к году значительно изменяться. Так, в зимы 1952-53, 1908-09 гг. устойчивый снежный покров образовался в первой половине ноября, а в

Средние даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова и продолжительность периода с устойчивым снежным покровом

Станция	Дата		Продолжительность, дни
	образования	разрушения	
Могилев	6 XII	27 III	112
Брест	29 XII	5 III	66
Минск	12 XII	24 III	102
Витебск	8 XII	30 III	112

зимы 1972-73 и 1914-15 гг. — в первой половине января. Самая ранняя дата его образования — 29 октября 1956 г., самая поздняя — 29 января 1898 г. Устойчивый снежный покров в Могилеве наблюдается каждую зиму, тогда как в Бресте не наблюдается в 21 % зим, в Минске в 4 %, в Витебске в 3 % зим).

Обеспеченность (%) указанных в табл. 66 дат образования снежного покрова — это вероятность, что он образуется либо в указанные даты, либо раньше них. Соответственно обеспеченность (%) дат разрушения снежного покрова означает вероятность, что он разрушится в указанные даты либо позже них. При средней дате разрушения 27 марта один раз в 10 лет устойчивый снежный покров разрушается до 28 февраля (90 %-ная обеспеченность) и один раз в 10 лет — не раньше 17 апреля (10 %-ная обеспеченность). Самая ранняя наблюдавшаяся дата его разрушения — 2 февраля 1914 г., самая поздняя — 19 апреля 1895 г. Ранняя (5 %-ная обеспеченность) и поздняя (95 %-ная обеспеченность) даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова, возможные один раз в 20 лет, различаются на 56 дней (табл. 66).

Таблица 66

Даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова различной обеспеченности

Процесс	Обеспеченность, %						
	95	90	75	50	25	10	5
Образование	5 I	29 XII	19 XII	6 XII	24 XI	15 XI	10 XI
Разрушение	21 II	28 II	13 III	31 III	11 IV	17 IV	18 IV

В Могилеве устойчивый снежный покров разрушается в среднем на два дня раньше перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С.

Сходит снежный покров в среднем 9 апреля. Самая ранняя дата его схода наблюдалась 2 февраля 1914 г., самая поздняя —

12 мая 1927 г. Самое позднее выпадение последнего снега было зарегистрировано 31 мая 1966 г.

В самом городе снежный покров сходит неодновременно. В скверах и парках снег сохраняется дольше на одну-полторы недели по сравнению с открытым местом.

В Могилеве дней со снежным покровом в среднем 126 (в Минске — 115, в Гомеле — 107, в Бресте — 74, в Гродно — 86, в Витебске — 126). По декадам они распределяются следующим образом:

Месяц	X	XI	XII	I	II	III	IV
Декада	3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2
Число дней	1	1 3 6	6 8 10	10 10 11	10 10 8	9 9 8	4 2

В холодные зимы продолжительность залегания снежного покрова достигала 164 дней (1892-93 г.), а в теплую зиму 1913-14 г. составила всего 67 дней.

Для характеристики высоты снежного покрова обычно приводят так называемую декадную высоту: при наблюдениях по трем постоянным снегомерным рейкам на метеоплощадке — среднюю за декаду из ежедневных наблюдений (табл. 67), при использовании снегомеров — высоту на последний день декады.

Таблица 67

Средняя декадная высота снежного покрова (см) по постоянной рейке на метеоплощадке

X		XI			XII			I			II			III			IV			Место установки рейки
2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
.	.	.	1	3	4	6	6	9	12	14	16	18	21	21	19	12	3	.	.	Открытое

Примечание. Точка означает, что снежный покров наблюдается менее чем в 50 % лет.

В табл. 68 приведена повторяемость различных высот снежного покрова по декадам.

Средняя из наибольших за зиму декадных высот снежного покрова составляет 26 см (по снегомерной рейке). В много-снежные годы наибольшая высота может превышать 50 см. За все годы наблюдений наибольшая высота снежного покрова (56 см) отмечена в зиму 1955-56 г. В зиму 1960-61 г. высота снежного покрова не превышала 6 см. Повторяемость зим с различной наибольшей декадной высотой снежного покрова имеет следующие значения:

Высота, см	1 — 10	11 — 20	21 — 30	31 — 40	41 — 50	51 — 60
Повторяемость, %	21	21	14	25	11	8

Приведем также значения наибольшей декадной высоты снежного покрова (см), соответствующие заданным величинам обеспеченности:

Обеспеченность, % 95 90 75 50 25 10 5
 Высота, см 4 6 11 21 35 49 55

Таблица 68

Повторяемость (%) различных высот снежного покрова по декадам
 (рейка на метеоплощадке)

Высота, см	X			XI			XII			I			II			III			IV		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	100	95	80	73	60	25	20	7	10	2	7	9	2	2	2	2	2	22	33	65	93
1-5		5	13	27	32	49	30	24	10	9	7	9	2	2	4	4	4	15	11	20	22
6-10			5		5	20	25	17	19	13	13	11	4	4	4	2	2	9	7	11	7
11-20			2		3	20	25	30	30	26	24	13	22	20	20	24	13	13	13	11	11
21-30					3	20	20	30	30	28	22	20	22	13	13	15	15	18	18	9	9
31-50					3	3	5	17	14	18	25	36	37	35	31	27	23	23	7	7	4
51-75								5	17	4	9	11	13	24	28	24	20	15	18	18	18
76-100														2	2	2	2	2	2	2	2

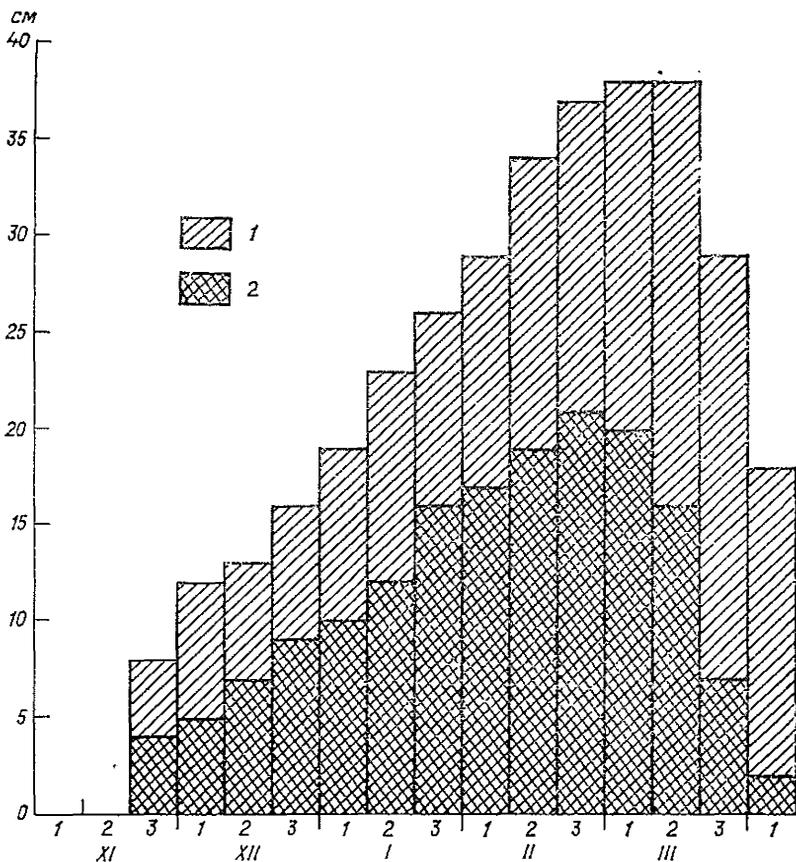


Рис. 21. Высота снежного покрова по декадам в лесу (1) и на поле (2).

При средней из наибольших декадных высот за зиму, равной 26 см, в 95 % зим она бывает 4 см и более, в 5 % зим — 55 см и более. Иными словами, один раз в 20 лет высота снежного покрова может быть выше 55 см или ниже 4 см.

Наблюдения на полевых и лесных участках характеризуют условия залегания снежного покрова в окрестностях Могилева (рис. 21). Высота снежного покрова в лесу значительно больше, чем в поле, вследствие меньшего влияния ветра.

Под воздействием ветра, оттепелей и собственного веса снега плотность его в течение зимы постепенно увеличивается. В среднем за зиму она составляет 0,25 г/см³.

Запас воды в снеге представляет собой слой воды, который образовался бы на поверхности земли, если бы снежный покров растаял. По запасу воды в снеге судят о возможных масштабах весеннего половодья, о влагообеспеченности почвы. Средний из наибольших за зиму запас воды в снеге (по снегосъемкам в поле вблизи города) составляет 73 мм, а его средние значения на конец каждой декады следующие:

Месяц	XII			I			II			III	
Декада	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
Запас воды, мм	13	15	21	29	36	41	48	55	54	50	

6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

6.1. Облачность

При характеристике облачности обычно рассматривается количество ее на небосводе, форма облаков и высота их нижней границы. Количество облачности определяется визуально по 10-балльной шкале. Облачность 6 баллов означает, что 0,6 неба покрыто облаками и т. д. Присутствие на небосводе облаков в количестве 0...2 балла характеризует ясное состояние неба, 3—7 баллов — полужасное, 8—10 баллов — пасмурное. Раздельно указывается количество общей облачности, куда входят все формы облаков, и нижней, куда входят облака, нижняя граница которых расположена ниже 2000 м.

Нижняя облачность играет большую роль в формировании облачного покрова над Могилевом, как и над всей Белоруссией. Ее доля в общем количестве облаков, покрывающих небо, составляет в среднем за год 80 %, а по месяцам выражается следующими числами (%):

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Нижняя облачность, %	89	87	79	71	68	67	66	64	74	84	90	93

В табл. 69 приведены средние многолетние значения (нормы) повторяемостей трех градаций облачности. Их средняя квадратическая погрешность составляет 1,5—2 %.

Таблица 69

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

Количество облачности, баллы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Общая облачность												
0—2	16	18	26	28	30	29	27	31	29	20	13	11
3—7	5	6	10	16	21	26	27	23	18	11	6	5
8—10	79	76	64	56	49	45	46	46	53	69	81	84
Нижняя облачность												
0—2	26	30	41	47	49	49	50	51	46	32	20	18
3—7	4	5	7	14	21	26	26	24	18	10	5	3
8—10	70	65	52	39	30	25	24	25	36	58	75	79

Значительная общая и нижняя облачность над Могилевом связана обычно с атмосферными фронтами. В связи с усилением циклонической деятельности, обуславливающей частое прохождение фронтов, количество облачности, начиная с осени, увеличивается, достигая максимума в конце осени—начале зимы. По нижней облачности в холодное полугодие преобладает пасмурное состояние неба, а в теплое—ясное, по общей—пасмурное в течение всего года (табл. 69).

Таблица 70

Повторяемость (%) различных градаций нижней облачности при определенных градациях общей облачности

Нижняя облачность, баллы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
3—7 баллов общей облачности												
0—2	50	40	50	45	45	45	40	40	45	55	55	50
3—7	50	60	50	55	55	55	60	60	55	45	45	50
8—10 баллов общей облачности												
0—2	8	9	15	21	20	16	24	23	16	10	6	5
3—7	2	3	3	12	20	27	24	23	16	6	1	1
8—10	90	88	82	67	60	57	52	54	68	84	93	94

Для облачности характерна и суточная периодичность. Данные приложения 7, составленные по наблюдениям в четыре основных срока, приближенно отражают суточный ход общей и нижней облачности.

Приведенные многолетние средние данные характеризуют лишь основные закономерности годового хода облачности. В отдельные же годы режим облачности нередко существенно изменяется. В одни годы в отдельные месяцы сохраняется преимущественно ясная погода, а в другие годы и в те же месяцы, наоборот, пасмурная. Так, например, в январе 1940 г. повторяемость ясного неба по общей облачности составляла 33 %, а в январе 1948 г. она была равна лишь 1 %. В том же месяце повторяемость пасмурного состояния неба в 1937 г. составляла 57 %, а в 1960—94 %. Повторяемость ясного состояния неба по общей облачности колеблется в июне—августе от 15—18 до 42—60 %, а повторяемость пасмурного состояния неба в эти месяцы—от 1—27 до 60—69 %.

Среднее квадратическое отклонение средних месячных значений повторяемости ясного и пасмурного неба составляет в зимние месяцы 8 % по общей облачности и 11 %—по нижней, а в летние—около 10 %. Коэффициент вариации (по общей облачности) составляет для ясного неба 40—50 % зимой и 25—40 % летом, для пасмурного 10—15 % зимой и 20—30 % летом. Таким образом, в зимнее время пасмурная погода очень устойчива.

Таблица 70 дает представление о различных сочетаниях нижней и общей облачности.

Число ясных и пасмурных дней по общей и нижней облачности

Облачность	Число дней	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ясные дни														
Общая	Среднее	2	2	4	4	4	3	3	4	3	2	1	1	33
	Наибольшее	8	7	11	9	8	10	7	10	12	7	5	5	58 (1963)
	Наименьшее	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11 (1945)
Нижняя	Среднее	3	3	7	9	9	8	9	10	8	4	2	2	74
	Наибольшее	12	12	13	17	16	16	20	23	19	12	8	7	115 (1963)
	Наименьшее	0	0	0	2	5	4	3	2	2	0	0	0	45 (1966)
Пасмурные дни														
Общая	Среднее	19	16	14	11	7	7	7	7	9	14	20	22	153
	Наибольшее	29	23	22	21	12	14	15	16	16	23	28	31	185 (1960)
	Наименьшее	10	11	4	1	2	1	1	0	2	6	10	12	119 (1963)
Нижняя	Среднее	10	12	9	6	3	2	2	3	5	10	17	20	99
	Наибольшее	21	21	20	15	9	7	9	7	9	17	26	27	124 (1947, 1960)
	Наименьшее	6	6	0	1	0	0	0	0	0	3	7	10	78 (1969)

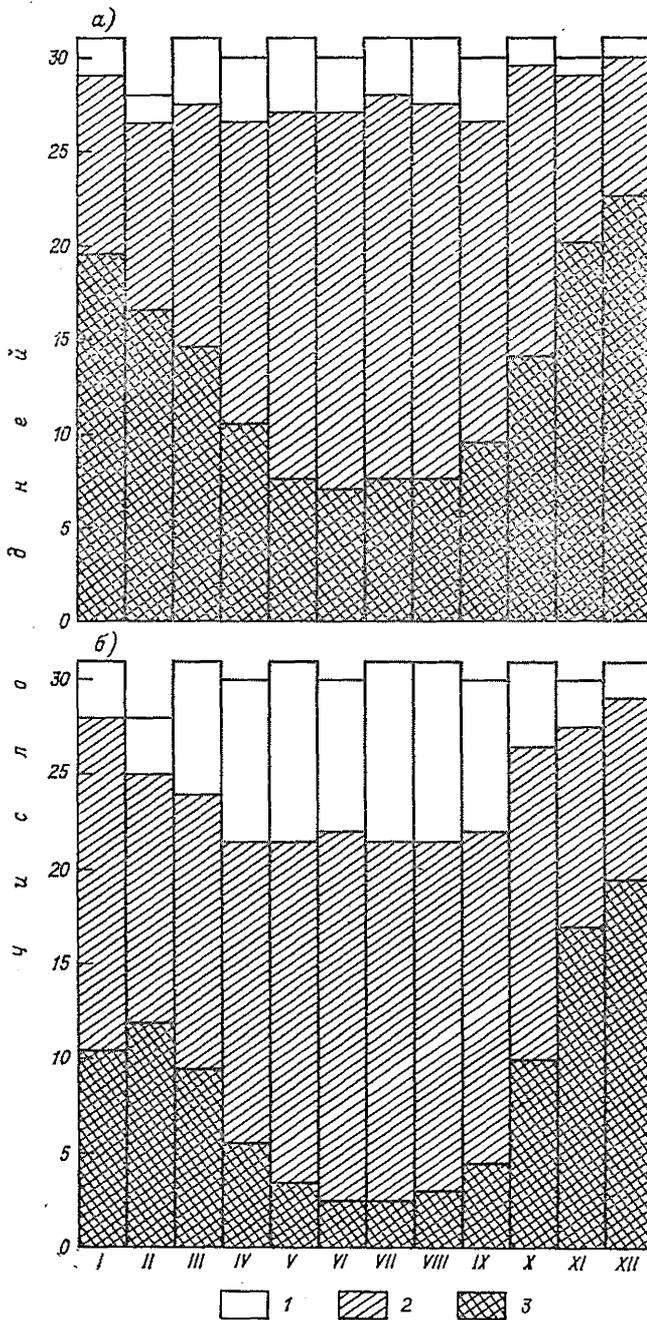


Рис. 22. Число ясных (1), полужасных (2) и пасмурных (3) дней по общей (а) и нижней (б) облачности.

Количество облачности во все сроки наблюдений определяет общую характеристику дня — ясный или пасмурный. Пасмурным считается день, в который сумма баллов облачности за четыре срока не менее 33, ясным — день, в который эта сумма не превышает 7 баллов. Среднее число ясных и пасмурных дней (табл. 71 и рис. 22) определено со средней квадратической погрешностью 0,3—0,7 дня, среднее квадратическое отклонение этого числа составляет 2—4 дня.

Для характеристики количества облачности к средним месячным и средним годовым значениям прибегают реже, чем для других метеоэлементов. Это связано с тем, что средние значения об-

Таблица 72

Средняя месячная и годовая облачность (баллы) в различные часы суток

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Общая облачность													
2	8,0	7,6	6,3	5,0	4,3	4,6	4,2	3,9	4,7	6,6	8,1	8,5	6,0
8	8,4	8,5	7,6	6,4	6,0	5,5	5,7	6,1	7,1	8,2	8,6	8,8	7,2
14	8,3	8,2	7,0	7,1	7,2	7,0	7,2	7,1	7,4	8,0	8,7	8,8	7,7
20	7,8	7,3	6,5	6,5	6,2	6,2	6,1	5,9	5,8	6,6	8,1	8,3	6,8
Среднее	8,1	7,9	6,8	6,2	5,9	5,8	5,8	5,8	6,2	7,4	8,4	8,6	6,9
Нижняя облачность													
2	7,3	6,8	5,6	4,0	3,3	3,4	3,0	2,8	3,6	5,9	7,4	8,0	5,1
8	7,7	7,8	6,2	4,3	3,5	3,2	3,2	3,7	5,1	6,9	7,9	8,3	5,6
14	6,8	6,5	5,1	5,1	5,5	5,4	5,5	5,2	5,5	6,3	7,6	7,8	6,0
20	7,0	6,4	4,9	4,3	3,9	3,7	3,3	3,2	4,1	5,6	7,6	7,9	5,2
Среднее	7,2	6,9	5,4	4,4	4,0	3,9	3,8	3,7	4,6	6,2	7,6	8,0	5,5

Таблица 73

Повторяемость (%) основных форм облаков

Облака	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Перистые	13	14	22	26	31	38	35	30	28	20	22	14	24
Перисто-кучевые	1	1	1	2	1	3	1	2	2	1	1	1	1
Перисто-слоистые	3	7	6	8	4	4	3	4	5	3	5	7	5
Высококучевые	10	12	13	19	22	26	28	28	21	20	17	11	19
Высокослоистые	1	8	7	8	5	6	7	8	6	7	9	6	7
Кучевые	0,3	0,4	2	11	19	24	24	19	12	6	1	0,1	10
Кучево-дождевые	0,2	2	2	9	14	20	16	16	10	5	2	2	8
Слоисто-кучевые	28	30	27	30	34	33	29	28	36	41	34	24	31
Слоисто-дождевые	21	20	14	10	4	3	4	4	5	10	15	22	11
Слоистые	24	17	12	4	2	2	3	3	4	10	25	32	12
Разорванно-дождевые	11	12	8	10	6	5	5	6	9	14	14	16	10
Неба не видно из-за тумана или метели	9	10	7	2	1	1	0,4	2	3	5	12	15	6

лачности (3—7 баллов) встречаются реже крайних значений, 0—2 и 8—10 баллов (см. табл. 69). Поэтому значения средней облачности существенно отличаются от значений преобладающей облачности. Однако для ряда исследовательских и практических целей необходимы сведения о значениях средней облачности (табл. 72). Они определены со средней квадратической погрешностью 0,15—0,20 балла.

Преобладающие формы облаков меняются как в течение года (табл. 73), так и в течение суток (приложение 8). Повторяемость в этих таблицах вычислена как отношение числа наблюдений с данной формой облачности к общему числу наблюдений за месяц. Поскольку одновременно может наблюдаться несколько форм облачности, сумма повторяемостей превышает 100 %.

6.2. Туманы

Туман — это скопление в приземном слое воздуха мелких неразличимых глазом водяных капелек или кристалликов льда в таком количестве, что метеорологическая дальность видимости составляет менее одного километра (метеорологической дальностью видимости называется предельное расстояние, на котором можно различить большой черный объект на фоне неба у горизонта при нормальном дневном освещении).

Для образования туманов необходима большая насыщенность воздуха водяным паром и последующее выхолаживание воздуха. В районе Могилева наиболее благоприятные условия для образования туманов создаются в холодное полугодие при приходе теплого влажного воздуха с Атлантического океана или Средиземного моря на охлажденную подстилающую поверхность (адвективные туманы). Эти туманы образуются в любое время суток. Туманы могут возникать также в местных воздушных массах в результате охлаждения воздуха при ясной погоде в ночные и утренние часы (радиационные туманы). Кроме того, наблюдаются туманы адвективно-радиационного происхождения, возникающие как адвективные, а в дальнейшем поддерживающиеся радиационным выхолаживанием.

В табл. 74 представлено среднее многолетнее число дней с туманом. Среднее квадратическое отклонение этого числа в отдельные месяцы от среднего летом составляет 1—2 дня, зимой 3—4. Среднее квадратическое отклонение годового числа дней с туманом от среднего многолетнего — 13 дней.

На холодную пору года приходится 75 % всех туманов в году. С мая по август в 15—30 % лет туманы вообще не наблюдаются (табл. 75).

Значительную изменчивость имеет число дней с туманом за год:

Число дней	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100
Повторяемость, %	3	6	13	19	29	16	7	7

Число дней n с туманом

Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	$n_{\text{наим}}$	Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	$n_{\text{наим}}$
I	9	4,0	19	1	VIII	3	2,5	8	0
II	6	3,3	12	1	IX	5	2,4	10	2
III	6	3,8	14	1	X	8	4,0	16	1
IV	3	2,4	9	0	XI	9	4,5	19	1
V	2	1,3	4	0	XII	11	4,6	19	0
VI	1	1,1	4	0					
VII	2	1,4	4	0	Год	65	16,2	96	28

Таблица 75

Повторяемость (%) различного числа дней с туманом по месяцам

Число дней	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0				8	23	31	27	15				4
1...2	4	16	16	38	53	53	54	45	19	4	12	4
3...6	28	36	40	42	24	16	19	24	61	44	15	8
7...10	40	40	28	12				16	20	27	29	37
11...14	24	8	16							21	28	27
15...18										4	12	16
19...20	4										4	4

Распределение суммарной продолжительности туманов в году соответствует распределению числа дней с туманом. Общая продолжительность за холодный период в шесть раз больше, чем за теплый (табл. 76).

Суточный ход туманов (табл. 76) хорошо прослеживается в холодный период года, когда во все месяцы отмечается увеличение продолжительности туманов в утренние часы.

В табл. 77 повторяемость каждой градации выражена в процентах от числа всех наблюдавшихся в данном месяце туманов. Наибольшую повторяемость имеют туманы продолжительностью не более 3 ч. В теплое время (с мая по июль) продолжительность туманов не превышает 12 ч, тогда как зимой они могут продолжаться более двух суток. Так, в ноябре 1960 г. туман длился около трех суток. Наибольшая продолжительность тумана летом была отмечена в июне 1958 г. — всего 5 ч.

Средняя продолжительность тумана в день с туманом составляет за холодный период 7,4 ч, за теплый период — 3,7 ч и за год — 6,5 ч (она несколько больше средней продолжительности одного тумана, поскольку в день может наблюдаться несколько туманов).

Суммарная продолжительность τ (ч) туманов

Месяц	τ общая			τ в различное время суток, ч			
	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{наиб}}$	$\tau_{\text{наим}}$	19-1	1-7	7-13	13-19
I	57	247	7	11	14	20	12
II	44	138	1	8	12	16	8
III	41	98	2	6	12	17	6
IV	16	68	0	2	6	7	1
V	6	16	0	0,1	4	2	0,01
VI	5	47	0		2	0,9	
VII	5	19	0	0,05	4	1	
VIII	10	43	0	0,3	6	4	
IX	19	40	3	0,8	8	10	0,2
X	44	128	4	5	15	21	3
XI	88	241	3	17	23	30	18
XII	88	214	12	19	21	26	22
X-III	362	610	129	66	97	130	69
IV-IX	59	140	26	3	30	25	1
Год	421	862	166	69	127	155	70

Таблица 77

Повторяемость (%) туманов различной продолжительности

Продолжительность, ч		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
от	до													
	$\leq 3,0$	42	43	39	41	47	67	58	65	53	39	34	35	42
3,1	6,0	30	24	30	38	42	30	32	25	29	35	28	24	29
6,1	12,0	20	17	22	14	11	3	10	9	17	19	20	24	18
12,1	18,0	3	9	2	2				1	1	5	6	9	5
18,1	24,0	5	5	4	5						1	7	4	4
24,1	48,0	0,5	2	3							1	3	4	2
	$> 48,0$											2	0,4	0,4

6.3. Гололедно-изморозевые отложения

В холодное время года частые туманы, дымки, выпадение жидких осадков в сочетании с отрицательной температурой воздуха способствуют образованию гололедно-изморозевых отложений на деревьях, проводах и опорах линий связи и электропередачи, подземных кранах, телемачтах и других сооружениях, а также наземных предметах. К основным видам отложений относятся гололед, зернистая и кристаллическая изморозь, налипанье мокрого снега. Гололед — это матовый или прозрачный слой льда, нарастающий на различных предметах и поверхности земли вследствие намерзания капель переохлажденного дождя, мороси или

тумана. Плотность гололеда — от 0,3 до 0,9 г/см³. Зернистая изморозь представляет собой снеговидный рыхлый осадок матово-белого цвета. Она образуется преимущественно в туманную ветреную погоду на деревьях и проводах вследствие намерзания переохлажденных капель тумана. Плотность зернистой изморози — от 0,1 до 0,6 г/см³. Кристаллическая изморозь — белый осадок из кристаллов льда тонкой структуры, на проводах и сучьях имеет вид пушистых гирианд, осыпавшихся при встряхивании. Образуется обычно при дымке или неплотном тумане в результате сублимации водяного пара. При изменении метеорологических условий на один вид отложения может осаждаться другой, образуя сложные отложения льда.

Гололедно-изморозевые отложения опасны для проводов связи и электропередачи, наносят ущерб транспорту и сельскому хозяйству. Они вызывают вибрацию, провисание и скручивание проводов, при большой нагрузке — обрыв проводов, поломку опор. Отложения гололеда диаметром 20 мм и более, зернистой изморози диаметром 50 мм и более (без учета диаметра провода) относят к особо опасным атмосферным явлениям.

Наблюдения за гололедно-изморозевыми явлениями на метеостанциях производятся на проводе гололедного станка диаметром 5 мм на высоте 2 м. Среднее и максимальное число дней с гололедно-изморозевыми отложениями разного вида приведено в табл. 78. Повторяемость гололедно-изморозевых отложений в отдельные годы может существенно отличаться от этих средних. Наибольшее количество дней с обледенением всех видов (51 день) наблюдалось в зимы 1959-60 и 1964-65 гг.

Таблица 78

Среднее число дней n с гололедно-изморозевыми отложениями на проводах

Вид отложения	X	XI	XII	I	II	III	IV	X-IV	$n_{\text{макс}}$ за зиму	Сезон
Гололед	1	3	5	4	3	2	0,1	18	35	1964-65
Изморозь зернистая	0,1	0,4	2	1	1	1		6	12	1953-54
Изморозь кристаллическая	0,2	1	3	5	3	2	0,05	14	28	1963-64, 1967-68
Мокрый снег		0,2	0,5	0,5	0,4	0,2	0,1	2	5	1960-61
Сложное отложение	0,05	0,5	1	1	0,4	0,1		3	11	1952-53 1963-64

Первые гололедно-изморозевые отложения отмечаются в городе уже в октябре. Наиболее гололедоопасными являются декабрь и январь. В течение года в среднем бывает 32 случая обледенения проводов (со всеми видами отложения). Средняя общая годовая продолжительность обледенения 408 ч (в Минске — 500 ч), причем 182 ч из них приходится на периоды нарастания отложений. В отдельные годы эта продолжительность заметно изменяется, например, в 1959-60 г. она достигла 618 ч, а в 1952-53 г. — 686 ч.

Средняя продолжительность одного случая гололеда составляет 11 ч, изморози 13 ч, сложного отложения и мокрого снега 22 ч. Однако отдельные отложения гололеда и изморози могут сохраняться на проводах более 100 ч. Так, образовавшееся 7 декабря 1948 г. сложное отложение удерживалось 105 ч. В табл. 79 приведена повторяемость различной продолжительности стадии нарастания отложений и общей продолжительности их сохранения (включая и нарастание).

Таблица 79

Повторяемость (%) различной продолжительности обледенения проводов

Процесс	Интервал времени, ч				
	<6	7-12	13-24	25-48	>48
Нарастание	68	24	7	1	
Обледенение	39	30	19	8	4

Гололедно-изморозевые отложения (табл. 80, 81) характеризуются их массой (в граммах на метр провода гололедного станка), большим и малым диаметром отложения, причем в эти размеры включен и диаметр провода гололедного станка (5 мм). По массе отложения m можно вычислить его вес (гололедную нагрузку) $P = mg$, где $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. (Чтобы получить нагрузку P в ньютонах на метр, массу m надо выразить в килограммах на метр.)

В Могилеве отложения обычно невелики, максимальная масса гололедно-изморозевых отложений, возможная один раз в 10 лет, составляет 100 г. Таким образом, по степени гололедности Могилев относится к району II (указанная максимальная масса — до 200 г).

Большую опасность при гололедно-изморозевых явлениях представляет усиление ветра. При этом ветровая нагрузка на покрытые льдом провода возрастает с увеличением размеров отложения. Создаваемая ветром дополнительная нагрузка в отдельных

Таблица 80

Максимальная величина отложения на проводах

Вид отложения	Дата	Масса, г/м	Продолжительность, ч		Большой диаметр, мм	Малый диаметр, мм
			нарастания	обледенения		
Гололед	27 — 28 X 1960 г.	168	6	23	20	13
Изморозь зернистая	23 XII 1966 г.	40	22	30	45	26
Изморозь кристаллическая	3 — 5 I 1958 г.	64	20	49	26	20
Мокрый снег	26 II 1967 г.	16	9	20	14	10
Сложное отложение	26 — 28 XI 1952 г.	—	29	44	28	25

Повторяемость (%) различных значений большого диаметра отложения
(с учетом диаметра провода станка 5 мм)

Таблица 81

Вид отложения	Большой диаметр, мм						Число случаев	Максимальный диаметр, мм	Сезон	
	5—10	11—15	16—20	21—25	26—30	31—40				41—50
Гололед	97	2	1				287	20	1960-61	
Изморозь зернистая	68	19	6	3		2	2	62	45	1966-67
Изморозь кристаллическая	55	24	15	2	3	0,5	0,5	232	45	1963-64
Мокрый снег	73	23	4					22	20	1958-59
Сложное отложение	72	22	3		3			32	28	1952-53

Таблица 82

Повторяемость (%) различных направлений ветра и штилей
при максимальных размерах отложений на проводах

Вид отложения	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Гололед	3	5	11	22	28	15	10	6	13
Изморозь зернистая	16	7	10	14	23	16	7	7	5
Изморозь кристаллическая	7	9	12	18	26	13	5	10	58
Мокрый снег		5	10	35	25	10	15	2	2
Сложное отложение		3	7	10	34	30	13	3	2

случаях на 20—30 % увеличивает весовую нагрузку, которую испытывают покрытые льдом провода. Поскольку ветровая нагрузка зависит от угла между направлением ветра и проводом и от скорости ветра, при оценке вероятности большой нагрузки надо учитывать повторяемость при отложениях как различных направлений (табл. 82), так и различных скоростей ветра (табл. 83).

Таблица 83

Повторяемость (%) различной скорости ветра при максимальных размерах отложений на проводах

Вид отложений	Скорость, м/с				
	0—1	2—5	6—9	10—13	14—17
Гололед	14	51	28	7	
Изморозь зернистая	32	63	5		
Изморозь кристаллическая	52	45	2	1	
Мокрый снег	23	55	14	4	4
Сложное отложение	28	59	13		

Повторяемости направления и скорости ветра, температуры и атмосферных явлений при гололедно-изморозевых явлениях (табл. 82—85) рассчитаны по всем случаям, причем для каждого случая взят момент (срок), когда отложение достигло максимальных размеров. Повторяемость различных направлений ветра дана по отношению к числу всех случаев с ветром (без штилей), а повторяемость штилей — по отношению к общему числу случаев. Обледенение возможно при любом направлении ветра, но чаще всего бывает при юго-западных, южных и юго-восточных ветрах.

Таблица 84

Повторяемость (%) температуры воздуха в различных пределах при максимальных размерах отложений на проводах

Вид отложения	Температура °С					
	1,0...0,1	0,0...-4,9	-5,0...-9,9	-10,0...-19,9	-20,0...-29,9	≤ -30,0
Гололед	19	71	10			
Изморозь зернистая	2	42	42	14		
Изморозь кристаллическая	2	13	25	47	12	1
Мокрый снег	36	64				
Сложное отложение	9	54	34	3		

Таблица 85

Повторяемость (%) атмосферных явлений при максимальных размерах отложений на проводах

Атмосферное явление	Гололед	Изморозь зернистая	Изморозь кристаллическая	Сложное отложение
Морось	58			35
Дождь	16			
Мокрый снег	2			
Снег	2	2	3	3
Ледяной дождь	2			
Туман	13	58	46	50
Морось и туман	4			3
Дождь и мокрый снег	1			
Дымка	2	40	51	9

Значительно возрастают гололедно-изморозевые отложения с увеличением высоты подвеса проводов линий связи и электропередачи над поверхностью земли. Это обусловлено увеличением скорости ветра и влажности тумана с высотой. Для расчета массы отложений или гололедной нагрузки на провода электропередачи на высоте 10 м рекомендуется использовать коэффициенты, приведенные в табл. 86.

Коэффициенты пересчета массы отложений с провода гололедного станка
(диаметр 5 мм, высота 2 м) на провод ЛЭП
(диаметр 10 мм, высота 10 м)

Масса отложения на гололедном станке, г/м	Скорость ветра на высоте 10 м, м/с				
	1-4	5-8	9-12	13-16	>16
<100	3,7	4,2	4,6	5,1	5,6
100-150	3,3	3,7	4,1	4,6	5,0
150-300	2,9	3,2	3,6	4,0	4,4
300-450	2,5	2,8	3,2	3,5	3,7
450-600	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9
>600	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4

В табл. 87 приведены обеспеченности различных значений массы и веса отложений (гололедной нагрузки). Дано среднее число лет, приходящееся на один случай с массой (или нагрузкой), равной или большей, чем указанная в таблице.

Таблица 87

Массы отложений на проводах гололедного станка (диаметр 5 мм, высота 2 м) и ЛЭП (диаметр 10 мм, высота 10 м) и гололедные нагрузки на них, возможные один раз в заданное число лет

Объект	Число лет						
	2	5	10	15	20	30	50
	Масса, г/м						
Гололедный станок	30	60	100	130	150	205	280
ЛЭП	130	250	380	480	580	725	960
	Гололедная нагрузка, Н/м						
Гололедный станок	0,3	0,6	1,0	1,3	1,5	2,0	2,7
ЛЭП	1,3	2,5	3,7	4,7	5,7	7,1	9,4

6.4. Метели

Метели представляют собой горизонтальный перенос снега ветром. Общая метель наблюдается при снегопаде и усилении ветра, который переносит снег вдоль поверхности земли. Видимость при сильной метели может понижаться до 50—100 м. При низовой метели снег поднимается ветром с поверхности снежного покрова до высоты нескольких метров. Видимость при этом ухудшается. Поземок наблюдается при более слабом ветре; снег при этом переносится непосредственно над поверхностью снежного покрова, видимость не убывает. Данные таблиц настоящего раздела не включают поземки (кроме табл. 88).

Метели обычно возникают при прохождении атмосферных фронтов, преимущественно теплых. Наиболее сильные метели свя-

заны с глубокими циклонами, при которых в значительной степени усиливается скорость ветра.

На метелевую деятельность большое влияние оказывают местные условия, особенно защищенность пункта. Интенсивные и продолжительные метели отмечаются на открытых и возвышенных местах. Метели в городе наблюдаются несколько реже, чем на открытой местности, что связано с уменьшением повторяемости больших скоростей ветра.

Максимум числа дней с метелями обычно приходится на январь (35 % лет) или февраль (30% лет), реже — на декабрь (15 % лет). В 1958, 1963 и 1964 гг. самым метельным месяцем был март, а в 1956 г. — ноябрь.

В отдельные годы число дней с метелью может значительно отличаться от среднего многолетнего (табл. 88). Например, в фев-

Таблица 88

Число дней с метелями n и поэмками n^*

Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	$n_{\text{наим}}$	\bar{n}^*
X	0,2	0,7	3	0	0,05
XI	2	2,2	10	0	0,6
XII	5	4,2	17	0	0,7
I	8	4,1	18	0	2
II	7	3,4	15	2	2
III	5	3,5	14	0	1
IV	0,4	0,7	3	0	0,2
Год	28	10,7	50	8	7

рале 1970 г. более половины дней было с метелями, а в феврале 1961 г. их было всего 3. Изменчиво и годовое число дней с метелью. Зимой 1955-56 г. их было 50, а зимой 1960-61 г. — всего 3.

Повторяемость различного числа дней с метелью за год следующая:

Число дней	1—10	11—20	21—30	31—40	> 40
Повторяемость, %	4	20	43	13	20

Средняя суммарная продолжительность метелей (табл. 89) за год в Могилеве составляет 184 ч (в Минске — 107 ч, в Витебске — 188 ч). Отклонения от этого среднего значения довольно значительны. В 1955-56 г. общая продолжительность метелей была почти в два раза больше средней. Наименьшая продолжительность наблюдалась в зиму 1936-37 г. — 58 ч.

Суточный ход метелей выражен слабо (табл. 89).

Наиболее часто наблюдаются метели продолжительностью до 12 ч (табл. 90). Иногда метель длится более двух суток. Средняя продолжительность метели в день с метелью 6,6 ч.

Повторяемость различных направлений ветра при метелях следующая:

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость, %	12	8	13	21	15	9	8	14

Таблица 89

Суммарная продолжительность τ (ч) метелей

Месяц	τ общая			τ в различное время суток, ч			
	τ	$\tau_{\text{наиб}}$	$\tau_{\text{наим}}$	19-1	1-7	7-13	13-19
X	2	27	0	0,5	0,4	0,3	0,4
XI	9	66	0	2	3	2	2
XII	32	132	0	9	7	8	8
I	48	141	0	12	11	12	13
II	55	157	10	12	14	15	14
III	36	105	0	8	8	9	9
IV	2	20	0	0,2	0,6	0,9	0,5
Год	184	340	58	44	44	47	47

Таблица 90

Повторяемость (%) метелей различной продолжительности

Продолжительность, ч		X	XI	XII	I	II	III	IV
от	до							
	$\leq 3,0$	33	32	31	32	29	33	55
3,1	6,0	34	27	35	29	27	24	9
6,1	12,0		27	22	23	24	30	27
12,1	18,0		7	6	9	12	8	9
18,1	24,0		5	2	3	5	2	
24,1	36,0	33		3	3	2	1	
36,1	48,0		2		1		1	
	$> 48,0$			1		0,5	1	

Повторяемость больших скоростей ветра при метелях примерно в 10 раз больше их средней повторяемости:

Скорость ветра, м/с . . .	< 6	6—9	10—13	14—17	18—20
Повторяемость, % . . .	4	55	32	8	1

Особенно опасны метели при низкой температуре, когда снег легче поддается переносу ветром. При оттепелях снег уплотняется и теряет свою подвижность. Повторяемость температуры воздуха при метелях (табл. 91) меняется в течение зимы.

Таблица 91

Повторяемость (%) температуры воздуха в различных пределах при метелях

Температура, °C		X	XI	XII	I	II	III	IV	Год
от	до								
-24,9	-20,0					4			1
-19,9	-15,0			1	3	4	1		2
-14,9	-10,0		20	8	25	29	10		20
-9,9	-5,0	40	32	47	36	32	38		37
-4,9	-0,0	60	48	44	36	31	51	100	40

Объемом снегопереноса называется то количество снега (в 1 м^3), которое в течение метели или в целом за зиму переносится через площадку высотой 2 м и шириной 1 м, перпендикулярную ветровому потоку. Объем снегопереноса определяется скоростью ветра и продолжительностью залегания снежного покрова. Средний многолетний объем переносимого за зиму снега при метелях всех видов (с поземком) в Могилеве составляет $51 \text{ м}^3/\text{м}$ (в Бресте — 11, в Гродно — 24, в Витебске — 85).

Объем переносимого за зиму снега при метелях всех видов (включая и поземки), возможный один раз в 20 лет (5 %-ная обеспеченность), равен $190 \text{ м}^3/\text{м}$ (в Бресте — 43, в Гродно — 105, в Витебске — 245). Максимальный перенос наблюдался в зиму 1952-53 г. ($198 \text{ м}^3/\text{м}$).

Очистка снега на улицах города, площадках промышленных предприятий требует знания не только суммированных за зиму объемов переносимого метелями снега, но и количества снега, переносимого за одну метель. В Могилеве средний максимальный снегоперенос за одну метель составляет $10 \text{ м}^3/\text{м}$ (в Бресте — 3, в Гродно — 5, в Витебске — 15). Это означает, что примерно один раз в два года в Могилеве наблюдаются метели, в результате которых в понижения дорог, к вертикальным препятствиям, перпендикулярным направлению ветрового потока, приносит более 10 м^3 снега на каждый метр препятствия. Метели, настолько сильные, что объем снегопереноса превосходит $50 \text{ м}^3/\text{м}$, бывают в среднем один раз в 10 лет, а со снегопереносом более $65 \text{ м}^3/\text{м}$ — один раз в 20 лет.

6.5. Грозы и град

Грозы, т. е. электрические разряды между облаками или облаками и землей, связаны с кучево-дождевой облачностью, сопровождаются обычно ливневыми осадками, шквалистым ветром, в отдельных случаях — градом. Грозы, за редкими исключениями, наблюдаются в теплое время года, в основном при прохождении фронтов, несколько реже — в местных воздушных массах. В холодный период в Могилеве наблюдалась лишь одна гроза — в марте 1938 г.

В табл. 92, 93 приведено число дней с грозой (близкой и отдаленной). Иногда число дней с грозой за три летних месяца (июнь—август) превышает среднее многолетнее годовое значение, а бывают годы, когда гроз летом наблюдается очень мало. Так, в летние месяцы 1955 г. было 33 дня с грозой, а в 1967 г. — всего два дня. Наибольшее число дней с грозой (45 дней) приходится на 1954 г., а наименьшее (6 дней) — на 1967 г.

В отдельные дни может наблюдаться несколько гроз. Повторные грозы отмечаются в период интенсивной грозовой деятельности, т. е. в летние месяцы.

Повторяемость различного числа дней с грозой по месяцам приведена в табл. 93, а за год составляет:

Число дней	6—10	11—15	16—20	21—25	26—30	31—35	36—40	41—45
Повторяемость, %	6	6	9	19	22	22	13	3

Грозы в Могилеве могут возникать в любое время суток, более богата грозами вторая половина суток. Суточный ход начала гроз (в процентах от общего числа случаев) следующий:

Время начала, ч	0—3	3—6	6—9	9—12	12—15	15—18	18—21	21—24
Повторяемость, %	9	7	3	4	20	28	18	11

Число дней n с грозой

Таблица 92

Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$
III	0,04	0,1	1
IV	1	1,3	4
V	4	2,5	10
VI	8	3,2	13
VII	8	3,0	12
VIII	5	2,9	12
IX	2	1,5	6
X	0,1	0,5	3
Год	28	8,6	45

Повторяемость (%) различного числа дней с грозой по месяцам

Таблица 93

Число дней	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
0	96	39	4				27	88
1—2	4	38	30	8		18	42	12
3—4		23	20	16	16	12	23	
5—6			20	16	24	16	8	
7—8			22	24	12	30		
9—10			4	21	32	20		
11—12					16	4		
13—14				15				

При определении продолжительности гроз (табл. 94) за время начала грозы принимается момент первого грома (независимо от того, была ли видна молния или нет), а за время прекращения — момент последнего удара грома при условии, что в последующие 15 мин гром не повторится. Если в течение дня гроза наблюдалась несколько раз с перерывами, то для учета общей продолжительности грозы в данный день суммировались все случаи.

Наибольшую повторяемость имеют грозы продолжительностью до 3 ч. Продолжительные грозы наблюдаются редко (табл. 95). Наибольшая продолжительность грозы (7 ч) отмечена в Могилеве в июне 1975 г. Средняя продолжительность грозы в день с грозой 2,4 ч.

Суммарная продолжительность τ (ч) гроз

Таблица 94

Месяц	τ общая			$\bar{\tau}$ в различное время суток, ч			
	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{наиб}}$	$\tau_{\text{наим}}$	19-1	1-7	7-13	13-19
III	0,02						
IV	2	10	1	0,8	0,3	0,05	0,02
V	9	29	1	3	1	0,2	0,9
VI	21	59	1	7	3	2	4
VII	17	48	4	5	3	1	9
VIII	14	33	1	5	3	1	8
IX	4	12	0	2	0,8	0,5	5
X	0,1	2	0	0,1			1
Год	67	161	18	23	11	5	0,01
							28

Таблица 95

Повторяемость (%) гроз различной продолжительности

Продолжительность, ч	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
$\leq 1,0$	30	38	24	31	31	32	50
1,1—3,0	63	47	56	50	48	58	50
3,1—6,0	7	11	15	16	18	4	
6,1—12,0		4	5	3	3	6	

Град наблюдается, как правило, в теплую половину года во время ливней и гроз. Чаще всего он выпадает при грозах, связанных с прохождением холодных атмосферных фронтов, реже — при внутримассовых грозах. В первом случае он выпадает полосами, достигающими нескольких километров в длину и до километра в ширину. Во втором случае град обычно выпадает пятнами на небольших территориях. На 20 случаев гроз приходится примерно один случай града.

В Могилеве град наблюдается редко. За 10 лет отмечается в среднем 13 дней с градом, ни в одном из месяцев град не бывает ежегодно (табл. 96).

Таблица 96

Число дней n с градом

Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$
IV	0,2	0,5	2	VIII	0,1	0,4	2
V	0,7	0,9	4	IX	0,1	0,3	1
VI	0,1	0,3	1	X	0,03	0,2	1
VII	0,1	0,3	1	Год	1,3	1,3	7

Для оценки возможного колебания числа дней с градом в табл. 97 приведена его повторяемость их по месяцам.

Повторяемость различного числа дней с градом за год следующая:

Число дней	0	1	2	3	4	5	6	7
Повторяемость, %	25	36	28	5	3			3

В Могилеве в 25 % лет град вообще не выпадает, а в 1956 г. отмечалось 7 дней с градом (4 дня в мае, 2 дня в августе и один день в июне).

Таблица 97

Повторяемость (%) различного числа дней с градом в отдельные месяцы

Число дней	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
0	83	59	88	88	88	90	95
1	15	29	12	12	10	10	5
2	2	8			2		
3		2					
4		2					

7. АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ОСАДКОВ

Температура. Средние значения метеозлементов (в том числе и температура воздуха) недостаточно полно характеризуют климатические условия рассматриваемого района. Если средняя многолетняя температура января в Могилеве составляет $-7,5^{\circ}\text{C}$, то в отдельные годы средняя температура в этом же месяце опускается до -15°C и ниже, в другие годы она достигает -1°C .

Всякое отклонение температуры от средних многолетних значений принято называть аномалией. Наибольший интерес представляют крупные аномалии. Они должны учитываться в различных отраслях народного хозяйства. Чем больше отклонение, тем реже оно наблюдается. В январе, например, отклонение температуры $-2,6^{\circ}\text{C}$ и более от средних месячных встречается каждые 5 лет, а $-8,1^{\circ}\text{C}$ и более — не чаще одного раза в 50 лет.

Значения аномалий равной обеспеченности в зимние месяцы больше, чем в летние. Так, в июне—июле аномалии 5 %-ной обеспеченности имеют значение $2,4-3,0^{\circ}\text{C}$, в январе—феврале — до 6°C . Это соответствует характеру изменчивости температуры и значениям средних квадратических отклонений (σ) в эти месяцы (зимой σ в 2,5 раза больше, чем летом).

В табл. 98 приведены абсолютные значения отклонений средней месячной и средней годовой температуры воздуха 20 %-ной обеспеченности. В дальнейшем для месяцев и года рассматриваются только такие аномалии. Значения годовых аномалий значительно меньше значений месячных аномалий соответствующей обеспеченности.

Таблица 98

Значения аномалий средней месячной и средней годовой температуры воздуха 20 %-ной обеспеченности

Аномалия	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Положительная	3,0	3,4	2,3	1,8	1,8	1,6	1,2	1,6	1,4	1,8	1,8	2,7	0,9
Отрицательная	2,6	2,4	2,2	1,7	1,7	1,4	1,5	1,2	1,2	1,3	1,5	2,5	0,6

Существенной особенностью аномалий средней месячной температуры воздуха на территории республики является их своеобразная инерция, проявляющаяся в том, что после аномального

месяца, как правило, аномалия того же знака более вероятна, чем противоположного, и более вероятна, чем аномалия после нормального месяца. Повышение повторяемости аномалий того же знака в соседние месяцы указывает на то, что они часто обусловлены одним процессом, одной синоптической ситуацией.

Если рассматривать (табл. 99) повторяемость сочетаний характеристик теплого, холодного и нормального месяцев для пар соседних месяцев (в процентах от числа случаев соответствующей характеристики первого из двух соседних месяцев), то оказывается, что после аномально холодного февраля, июля, сентября следующий месяц с таким же отклонением температуры наблюдается в 43 % случаев, с противоположным — только в 7% случаев. В другие месяцы разница менее значительна, но довольно существенна. Для положительных аномалий такая закономерность выражена слабее: в двух месяцах повторяемость сочетания теплый—теплый меньше, чем повторяемость сочетания теплый—холодный.

Таблица 99

Повторяемость (%) различных сочетаний характеристик двух соседних месяцев по температуре

	Т	Х	Н	Т	Х	Н	Т	Х	Н
	I — II			II — III			III — IV		
Т	24	18	58	46	0	54	38	12	50
Х	8	23	69	7	43	50	6	31	63
Н	18	18	64	19	21	60	20	24	56
	IV — V			V — VI			VI — VII		
Т	48	13	40	18	23	59	23	18	59
Х	18	41	41	12	38	50	12	23	65
Н	15	17	68	30	18	52	20	18	62
	VII — VIII			VIII — IX			IX — X		
Т	57	7	36	39	11	50	31	13	56
Х	7	43	50	13	31	56	7	43	50
Н	20	20	60	18	18	64	19	21	60
	X — XI			XI — XII			XII — I		
Т	31	23	46	15	31	54	31	13	56
Х	18	23	59	25	33	42	0	0	100
Н	15	12	73	24	13	63	28	27	45

Примечание. Т — теплый месяц, Х — холодный, Н — нормальный.

После нормального месяца вероятность аномально теплого и аномально холодного месяцев примерно одинакова и не превышает 30 %. Чаще всего за аномальным следует нормальный месяц, т. е. большая часть аномалий ограничивается одним месяцем (табл. 100). Примерно в 30 % случаев аномалии одного знака удерживались в течение двух месяцев. Аномалии продолжительностью более четырех месяцев подряд — явление исключительно

Таблица 100

Повторяемость (число случаев за 75 лет, %) температурных аномалий одного знака в течение нескольких месяцев подряд

Аномалия	Показатель	Всего аномалий	Число месяцев					
			1	2	3	4	5	6
Положительная	Число случаев	125	85	23	14	2	1	
Отрицательная	%		68	18	11	2	1	
	Число случаев	124	87	27	4	4	1	1
	%		70	22	3	3	1	1

редкое. За все время они наблюдались только трижды: одна теплая аномалия, наблюдавшаяся с апреля по август 1897 г., и две холодные — продолжительностью 5 месяцев (с мая по сентябрь 1904 г.) и продолжительностью 6 месяцев (с июля по декабрь 1902 г.). После таких длительных аномалий отмечаются, как правило, нормальные месяцы.

Аномально теплые и аномально холодные сезоны (лето, зима) наблюдаются примерно один раз в 8—12 лет (аномальным считается сезон, в котором либо все три месяца имеют отклонение одного знака, либо два месяца с одинаковой аномалией, а третий нормальный). В Могилеве аномальные летние сезоны встречаются чаще, чем зимние. Так, повторяемость холодного лета 17 %, холодной зимы 7% (от общего числа лет).

После аномально теплой или холодной зимы вероятнее всего лето с температурой, близкой к среднему значению (табл. 101). После 14 аномальных зим в 12 случаях наблюдалось нормальное лето и только в двух случаях — аномальное (1897, 1959 г.).

Таблица 101

Повторяемость аномальных (по температуре) и следующих за аномальными сезонами

Сезон	Показатель	Зима				Лето			
		всего зимних сезонов	следующее лето			всего летних сезонов	следующая зима		
			теплое	холодное	нормальное		теплая	холодная	нормальная
Теплый	Число случаев	9	1	1	7	12	1	1	10
	%	12				16			
Холодный	Число случаев	5	0	0	5	13	0	1	12
	%	7				17			

Полугодия (октябрь—март, апрель—сентябрь) считались аномальными, если в них не менее четырех месяцев наблюдалась аномалия одного знака, а остальные месяцы — нормальные. При полной независимости месячных аномалий вероятность аномального полугодия примерно 1%. Повторяемость полугодовых аномалий действительно невелика, но значительно больше 1% (один раз в 7—8 лет). Это обусловлено тем, что аномалии часто связаны с длительными процессами, охватывающими несколько месяцев. В Могилеве в течение всего периода наблюдений зарегистрировано 9 полугодовых аномалий (7 положительных и 2 отрицательных). Самыми значительными из них были отрицательные аномалии в теплом полугодии 1902 и 1904 гг., когда аномально холодными оказались пять месяцев, и положительные аномалии в теплом полугодии 1897 и 1937 гг., когда аномально теплыми были тоже пять месяцев. После аномального полугодия в 100% случаев наступало нормальное.

Аномалии температуры воздуха в одинаковые месяцы несколько лет подряд наблюдаются крайне редко. Их повторяемость соответствует вероятности при отсутствии связи, что свидетельствует о независимости месячных аномалий соседних лет. Характерно, что лишь в отдельные месяцы (и не более чем по одному-двум случаям) наблюдались аномалии одного знака в течение трех лет подряд, более трех лет подряд ни один месяц не был аномально холодным или аномально теплым.

Повторяемость годовых аномалий одного знака в течение двух лет подряд составляет 4%, что соответствует теоретической вероятности при отсутствии связи. Это говорит о независимости аномалий годовых температур соседних лет. В Могилеве годовые аномалии более трех лет подряд не повторялись. В течение всего рассматриваемого периода наблюдений самыми холодными были 1933 и 1940 гг., когда годовая температура составила 3,7 °С, число аномально холодных месяцев было всего пять, но четыре из них с аномалией 10%-ной обеспеченности. Наибольшая годовая температура 7,0 °С отмечена в 1975 г., который был аномально теплым на всей территории республики.

Осадки. Аномально сухими считались месяцы, периоды, годы с суммой осадков не более 30, не более 60 и не более 80% нормы и аномально влажными — с суммой осадков не менее 120, не менее 140 и не менее 200% нормы. Крайние значения этих градаций используются в практике долгосрочного прогнозирования и обслуживания народного хозяйства, градации 60 и 140% оказались наиболее удобными для целей климатологических исследований. Соответствующие значения аномалий представлены в табл. 102.

Значения аномалий пропорциональны месячным суммам осадков, и их годовой ход отражает годовой ход осадков.

Наиболее многочисленны аномалии не более 80% и не менее 120% месячной нормы, повторяемость их колеблется в пределах соответственно 30—50 и 30—35% (от общего числа лет). Ано-

Таблица 102

Значения аномалий месячных сумм осадков (мм), соответствующие значениям аномалий, заданным в процентах нормы (R_n)

$\frac{R}{R_n}$	%	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI-III	IV-X	Год
30	27	24	24	29	40	53	57	51	36	35	33	31	139	302	441	
60,140	15	14	14	17	23	30	33	29	21	20	19	18	79	173	252	
80,120	8	7	7	8	11	15	16	15	10	10	9	9	40	86	126	
200	38	34	35	42	57	75	82	73	52	50	47	44	198	432	630	

малин не более 30 % и не менее 200 % в Могилеве, как и на всей территории Белоруссии, крайне редки, их повторяемость не превышает 10 %, а в среднем составляет 5—7%. Такая низкая повторяемость обусловлена особенностями климата республики — умеренно влажного. Промежуточное положение занимают аномалии месячных сумм осадков не более 60% и не менее 140 % месячной нормы (табл. 103). Именно аномалии этой градации рассматриваются в табл. 104—107.

Таблица 103

Повторяемость (%) различных аномалий сумм осадков

Месяц	Отношения к норме, %					
	<30	<60	<80	>120	>140	>200
I	9,0	26,9	37,2	29,5	19,2	6,4
II	5,1	21,8	30,8	30,8	19,2	2,6
III	9,1	23,4	42,9	31,2	19,5	6,5
IV	7,8	24,7	33,8	28,6	18,2	2,6
V	5,2	28,6	42,9	29,8	19,5	3,9
VI	10,4	18,2	32,5	32,5	15,6	1,3
VII	6,6	21,1	35,5	29,0	15,8	2,6
VIII	9,1	22,1	35,1	29,9	22,1	6,5
IX	3,9	26,0	39,0	29,9	20,8	3,9
X	6,5	20,8	42,9	31,2	16,9	3,9
XI	4,0	24,3	48,7	32,4	21,6	4,0
XII	8,1	29,5	39,2	29,7	23,0	9,5
XI-III	0	8,1	27,0	24,3	8,1	0
IV-X	0	0	13,0	19,5	3,9	0
Год	0	5,3	18,4	14,5	2,6	0

На рис. 23 приведена кривая распределения осадков, построенная по средним значениям повторяемостей P аномалий для всех месяцев и отношениям R/R_n (R_n — месячная норма). В среднем один раз в 10 лет наблюдаются месяцы с избыточным увлажнением $1,72 R_n$ и более и сухие с количеством осадков не более $0,37 R_n$, один раз в три года — не менее $1,17 R_n$, а также не более $0,7 R_n$. Обеспеченность 5 % имеют суммы осадков не менее $2,0 R_n$ и не более $0,3 R_n$. Кривая распределения осадков асимметрична, 50 %-ную обеспеченность имеет не норма, а $0,92 R_n$;

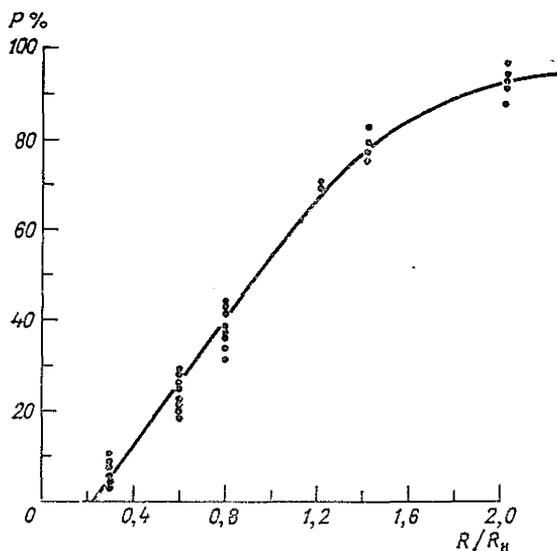


Рис. 23. Обеспеченность отношения месячной суммы осадков к норме.

чаще встречаются месяцы с количеством осадков меньше нормы.

В табл. 104 представлена для пар соседних месяцев повторяемость различных сочетаний характеристик сухого, влажного и нормального месяцев. Из таблицы видно, что после аномально сухого месяца в следующем месяце больше вероятность сухой аномалии, чем влажной. Повторяемость сочетания сухой—сухой для 10 пар месяцев больше, чем повторяемость сочетания сухой—влажный, и достигает в отдельные месяцы 40—50%, а в декабре — даже 59 %.

Для влажных аномалий такая закономерность в Могилеве прослеживается так же четко, как и для сухих. В 10 месяцах повторяемость сочетания влажный—влажный больше, чем повторяемость сочетания влажный—сухой.

Повторяемость нормальных месяцев после сухих и влажных примерно одинакова и в большинстве случаев превышает 50 %. После нормального месяца наиболее вероятно наступление также нормального месяца.

Продолжительность сухих и влажных аномалий в большинстве случаев не превышает одного месяца (табл. 105). Аномалии более одного месяца чаще бывают сухими, чем влажными. Вероятность аномалий (сухих и влажных) продолжительностью более трех месяцев невелика — всего несколько процентов. Наиболее длительными (пять месяцев подряд) в Могилеве оказались сухие аномалии, наблюдавшиеся с июля по ноябрь 1951 г., с сентября

Повторяемость (%) различных сочетаний характеристик двух соседних месяцев по осадкам

	С	В	Н	С	В	Н	С	В	Н
	I — II			II — III			III — IV		
С	14	10	76	53	18	29	22	22	56
В	20	27	53	0	13	87	7	20	73
Н	26	20	54	20	22	58	31	16	53
	IV — V			V — VI			VI — VII		
С	32	10	58	18	18	64	21	7	72
В	14	50	36	13	27	60	27	0	73
Н	20	24	56	20	10	70	19	21	60
	VII — VIII			VIII — IX			IX — X		
С	31	25	44	29	12	59	35	0	65
В	25	17	58	12	41	47	6	31	63
Н	18	23	59	30	16	54	19	19	62
	X — XI			XI — XII			XII — I		
С	25	19	56	44	17	39	59	5	36
В	25	33	42	12	50	38	18	35	47
Н	23	19	58	31	14	55	14	18	68

Примечание. С — сухой месяц, $R \leq 0,6 R_n$; В — влажный месяц, $R \geq 1,4 R_n$; Н — нормальный месяц.

Таблица 105

Повторяемость (число случаев за 60 лет, %) месячных аномалий сумм осадков в течение нескольких месяцев подряд

Аномалия	Показатель	Всего аномалий	Число месяцев				
			1	2	3	4	5
Сухая	Число случаев	151	104	34	7	3	3
	%						
Влажная	Число случаев	131	98	23	8	1	1
	%						
			74	18	6	1	1

1953 г. по январь 1954 г. и с августа по декабрь 1974 г., и влажная, продолжавшаяся с августа по декабрь 1930 г.

Если рассматривать повторяемость месячных аномалий сумм осадков в соседние годы, то наряду с наиболее часто встречающимся чередованием аномальный-нормальный наблюдаются иногда периоды в два—четыре и даже пять лет подряд с одноименной аномалией в одинаковые месяцы — аномально сухой август повторился пять раз (1971—1975 гг.).

Теоретическая вероятность одноименных месячных аномалий сумм осадков (не более 60 или не менее 140 % нормы) в течение двух, трех лет подряд составляет для сухих аномалий примерно 6,0 и 1,6 %, для влажных 4,0 и 0,8 % соответственно. Наблюдающаяся повторяемость в основном соответствует этой вероятности, это свидетельствует о независимости месячных аномалий сумм осадков соседних лет.

Холодный (ноябрь—март) и теплый (апрель—октябрь) периоды бывают аномальными (сухими или влажными) значительно реже, чем отдельные месяцы (табл. 103). Аномалии не более 30 и не менее 200 % практически не встречались. Сравнительно часто отмечаются как сухие, так и влажные аномалии не более 80 и не менее 120 % нормы. Периоды с аномалией 40 % и более наблюдаются в среднем в 5—6 % случаев. Период апрель—октябрь реже, чем ноябрь—март, бывает аномальным, причем в течение всего периода наблюдений ни разу не был сухим. Наиболее крупные периодные аномалии распространялись на значительные территории, в частности, влажная аномалия в холодном периоде 1969—1970 гг. одновременно охватила всю восточную и юго-восточную часть республики (Витебск, Могилев, Гомель), а сухие аномалии в холодных периодах 1945—1946, 1948—1949 и 1953—1954 гг. — центральные и восточные области (Витебск, Могилев, Минск).

Следующие за аномальными периоды во всех случаях оказались в пределах нормы (табл. 106).

Таблица 106

Повторяемость аномальных (по осадкам) и следующих за аномальными периодов

Период	Показатель	Сухой период	Следующий			Влажный период	Следующий		
			сухой	влажный	нормальный		сухой	влажный	нормальный
XI—III	Число случаев	6	0	0	6	6	0	0	6
	%	8				8			
IV—X	Число случаев	0	—	—	—	3	0	0	3
	%	0				4			

Аномальные по количеству осадков годы — явление сравнительно редкое. Год — достаточно продолжительный отрезок времени, и на годовых суммах осадков (как и годовых значениях других метеоэлементов) даже существенные аномалии отдельных месяцев сказываются не очень сильно. Так, увеличение или уменьшение количества осадков во все три летние месяца на 40% изменяет годовую сумму всего на 12—15 %. Годовые аномалии не более 30 и не менее 200 % нормы в Могилеве не зарегистрированы ни разу.

Повторяемость влажных годовых аномалий с отклонением на 40 % и более от нормы составляет всего 3 %, причем они ни разу не наблюдались два года подряд. Наиболее влажным был 1927 г., когда годовая сумма осадков составила 148 % нормы, а число аномально влажных месяцев достигло пяти, причем в мае и июне сумма осадков превысила две месячные нормы.

Аномально сухие годы с отклонением от нормы на 40 % в Могилеве наблюдались четыре раза, причем зарегистрирован случай, когда сухая аномалия повторилась два года подряд (1966—1967 гг.). Несколько более многочисленны аномальные годы с отклонением от нормы сумм осадков не менее 20 %. В среднем один раз в семь-восемь лет можно ожидать влажную и один раз в шесть лет сухую аномалию с таким отклонением. Характерно, что влажные аномалии в Могилеве более двух лет подряд не отмечались ни разу, а сухие повторились семь лет подряд (1966—1972 гг.) и во все эти годы суммы осадков не превышали 65 % нормы.

Для годовых аномалий с переувлажнением и засушливостью на 20 % и более намечается временной ход: до конца 30-х годов наблюдались преимущественно влажные аномалии, с середины 50-х годов — четкое преобладание аномально сухих лет. С 1945 г. в Могилеве отмечено 14 годовых аномалий, из них 13 сухих и одна влажная.

Месячные аномалии температуры и осадков определенным образом связаны друг с другом. В летние месяцы более вероятны сочетания сухих и теплых аномалий, влажных и холодных; в холодное время — влажных и теплых, сухих и холодных (табл. 107). Наиболее высокий процент имеют сочетания аномально сухих и аномально влажных месяцев с нормальными (по температуре), и для влажных и сухих месяцев эта повторяемость составляет в среднем 50—70%.

Таблица 107

Повторяемость различных сочетаний месячных аномалий сумм осадков и температуры воздуха

Сезон	Показатель	Сухая аномалия				Влажная аномалия			
		всего аномальных месяцев	нормальный	теплый	холодный	всего аномальных месяцев	нормальный	теплый	холодный
Зима	Число случаев	53	32	10	11	39	26	9	4
	%		60	19	21		67	23	10
Весна	Число случаев	52	31	9	12	38	20	10	8
	%		60	17	23		53	26	21
Лето	Число случаев	45	22	19	4	36	20	3	13
	%		49	42	9		56	8	36
Осень	Число случаев	46	24	13	9	41	31	5	5
	%		52	28	20		76	12	12

8. КОМПЛЕКСНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ХАРАКТЕРИСТИКА БИОКЛИМАТА

Для решения многочисленных практических задач необходимы комплексные характеристики температуры, влажности, скорости ветра, а иногда и других метеоэлементов. Эти сведения могут быть использованы при планировании производственной деятельности человека, расчете кондиционирующих устройств, отопительных систем жилых и производственных помещений и т. д.

На рис. 24 дана повторяемость комплексов температуры и скорости ветра в летний (июнь — август) и зимний (декабрь — февраль) периоды. Оцифровка изолиний соответствует повторяемости (%), рассчитанной на интервал температуры 2°C и скорости ветра 2 м/с . Зимой наиболее часты сочетания температуры воздуха $-1...+1^{\circ}\text{C}$ и ветра $0-4\text{ м/с}$, летом соответственно $13-18^{\circ}\text{C}$ и $0-3\text{ м/с}$.

Температурно-ветровой режим города в различное время года отличается некоторым своеобразием. Понижение температуры в зимний период сочетается в основном с ослаблением ветра, что обусловлено чаще всего переходом к антициклоническим условиям, а повышение ее сопровождается усилением ветра, что связано с усилением циклонической деятельности. Летом прослеживается обратная закономерность: понижение температуры, как правило, соответствует усилению скорости ветра при погоде циклонического типа, а повышение ее наблюдается в основном при ослаблении ветра, что связано с установлением антициклонической погоды.

Для характеристики особенностей температурно-влажностного режима Могилева на рис. 25 дана повторяемость комплексов температуры и относительной влажности воздуха в 12 и 14 ч за летний период. Цифровое обозначение изолиний соответствует повторяемости, рассчитанной на интервал температуры 2°C и интервал относительной влажности 5% . Днем довольно часто ($24-26\%$) повторяются благоприятные для человека условия: сочетание температуры $18-22^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности $35-65\%$. Ночью повторяемость таких условий не превышает 1% . В ночные часы наиболее часты сочетания температуры воздуха $11-14^{\circ}\text{C}$ и влажности $87-97\%$.

Ощущение духоты определяется сочетанием температуры с относительной влажностью воздуха. Если температура воздуха

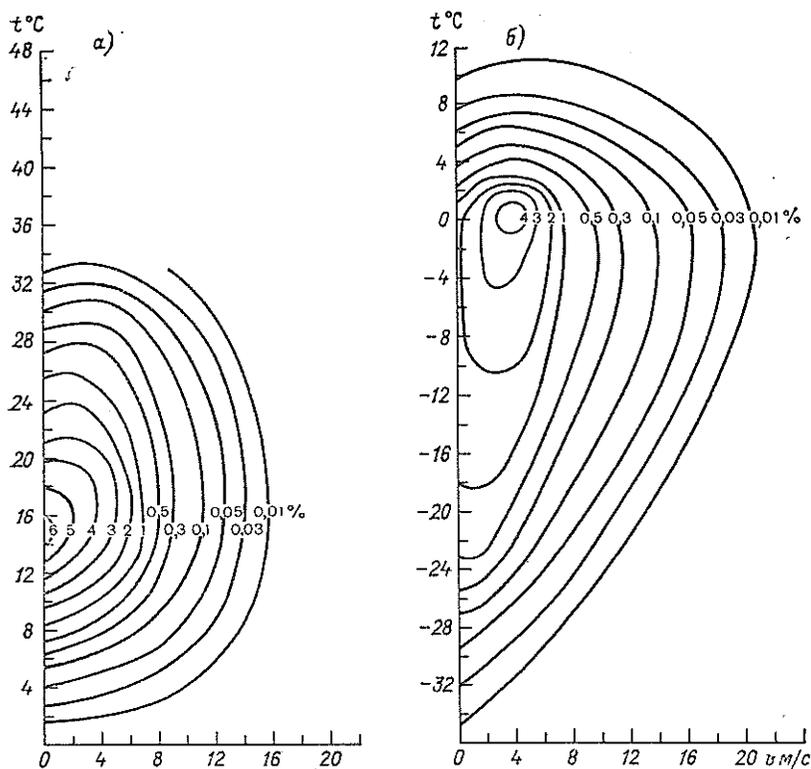


Рис. 24. Повторяемость (%) различных сочетаний температуры воздуха и скорости ветра.

а — июль—август, *б* — декабрь—февраль.

20 °С и более сочетается с относительной влажностью воздуха 80 % и более, то такую погоду считают душной (табл. 108).

Важное значение для выбора одежды, гигиенической и медицинской характеристики климата имеет оценка теплового состояния человека в зависимости от комплекса метеорологических факторов — температуры и влажности воздуха, скорости ветра. В биоклиматических исследованиях для характеристики теплоощущения человека, находящегося на затененном участке в летний период, широко применяется эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ). ЭЭТ — это сочетание одновременно наблюдаемых температуры, влажности воздуха и скорости ветра, выраженное одним условным значением температуры, создающим то же теплоощущение при полностью насыщенном и неподвижном воздухе. Использована так называемая нормальная шкала ЭЭТ, которая относится к человеку, нормально (по сезону) одетому и совершающему легкие движения.

Средняя ЭЭТ в Могилеве днем в июле на 7 °С ниже средней температуры воздуха (табл. 109). В июле в Могилеве в дневное

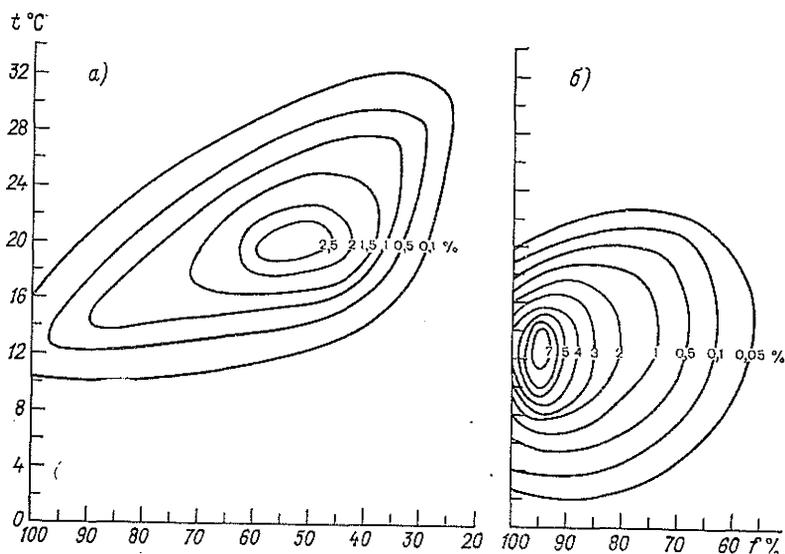


Рис. 25. Повторяемость (%) различных сочетаний температуры и относительной влажности воздуха в летний период (июль—август).
а — 14 ч, б — 2 ч.

время наиболее часто (в 72 % случаев) наблюдается ЭЭТ в пределах 12—22 °С. От года к году значения ЭЭТ изменяются довольно существенно. В течение рассматриваемого периода (1966—1976 гг.) даже средняя месячная ЭЭТ колебалась от 11 до 17 °С.

В отношении интервала ЭЭТ, определяющего комфортные условия, нет единого мнения биоклиматологов. Если считать комфортным диапазон ЭЭТ 10—18 °С, как предложил В. Ю. Милевский, то условия в дневное время (12 и 15 ч) в Могилеве в июле в значительной степени соответствуют комфортным:

ЭЭТ, °С	0—9	10—18	19—26
%	14	67	19

Оценка суровости зимних погодных условий (для января) сделана методом приведенных температур ($\theta_{пр}$), когда любые сочетания температуры воздуха и скорости ветра выражены в виде эквивалента при штиле. Методика получения и использования приведенных температур разработана В. Н. Адаменко и К. Ш. Хайруллиным. Средние и экстремальные значения приведенных температур за 11-летний период даны в табл. 109.

Пребывание нормально одетого человека на открытом воздухе чаще всего лимитирует температура кожи лица. По оценке медиков и гигиенистов при температуре кожи лица, равной 6 °С ($\theta_{пр} \leq -28$ °С), требуется обогрев через каждые 45—50 мин, при температуре 2 °С ($\theta_{пр} = -38$ °С) — сокращение рабочего дня на 30 %, а температура кожи 0 °С ($\theta_{пр} = -42$ °С) требует прекращения работ на открытом воздухе. Повторяемости приведенных

Повторяемость (%) душной погоды

Месяц	Срок, ч			
	2	8	14	20
Июнь	0,7	0,8	1,4	2,0
Июль	0,7	2,0	0,6	3,0
Август	0,9	1,2	1,2	2,6

Таблица 109

Средние и экстремальные значения эквивалентно-эффективных и приведенных температур

Характеристика	ЭЭТ в июле, °С		$\theta_{пр}$ в январе, °С	
	12 ч	15 ч	12 ч	15 ч
Абсолютный минимум	0,2	2,9	-41,0	-38,8
Средний минимум	5,3	6,1	-36,0	-34,3
Средняя	13,9	15,1	-22,7	-21,4
Средний максимум	21,3	22,3	-8,2	-7,3
Абсолютный максимум	22,8	23,8	-0,7	+1,3

температур в Могилеве для января (12, 15 ч) за 1966—1976 гг. рассчитаны по градациям, соответствующим этим пороговым критериям дискомфорта:

$\theta_{пр}$ °С	> -15	-15...-27,9	-28...-37,9	-38...-41,9
Повторяемость, % . . .	17	59	22	2

Приведенная температура -42 °С и ниже в дневные часы за 11-летний период не наблюдалась.

Тепловое состояние человека можно также оценивать по его тепловому балансу. При вертикальном положении человеческого тела его теплообмен с окружающей средой включает четыре основных составляющих:

1) радиационный теплообмен — поверхность тела поглощает часть падающей на нее солнечной радиации (прямой, рассеянной, отраженной) и длинноволновое излучение земли и атмосферы. Одновременно поверхность тела испускает длинноволновое излучение в окружающее пространство;

2) конвективный теплообмен — непосредственная передача тепла от поверхности кожи или одежды окружающему воздуху (или в обратном направлении, если воздух теплее поверхности кожи);

3) теплообмен при дыхании;

4) расход тепла на испарение пота.

Благодаря процессам окисления в организме непрерывно выделяется тепло — так называемая теплопродукция организма. При тепловом равновесии алгебраическая сумма теплопродукции и

всех составляющих теплообмена равняется нулю, т. е. имеет место тепловой баланс.

Ниже приводятся результаты расчета составляющих теплового баланса — перечисленных выше потоков тепла по методике, разработанной Б. А. Айзенштамом. Расчет проведен для 15 ч в июле (т. е. для наиболее жаркого месяца) и времени вблизи суточного максимума) и относится к обнаженному человеку, находящемуся в вертикальном положении. По радиации и влажности в качестве исходных взяты средние значения в Могилеве при ясном состоянии неба: интенсивность прямой радиации $0,82 \text{ кВт/м}^2$, рассеянной радиации $0,11 \text{ кВт/м}^2$, упругость водяного пара $13,6 \text{ гПа}$. Высота солнца равна $51,0^\circ$, альbedo поверхности земли принято равным 20% . По температуре и ветру взяты три варианта:

1) средние многолетние значения при ясной погоде температуры воздуха ($25,0 \text{ }^\circ\text{C}$), почвы ($42 \text{ }^\circ\text{C}$) и скорости ветра на высоте $1,5 \text{ м}$ на открытом месте ($v=3,0 \text{ м/с}$);

2) та же температура и $v=1 \text{ м/с}$, что соответствует средним условиям движения воздуха в озелененных зонах;

3) средний из месячных максимумов температуры ($30 \text{ }^\circ\text{C}$), соответственно увеличенная температура поверхности почвы ($47 \text{ }^\circ\text{C}$) и $v=1 \text{ м/с}$.

Согласно расчету приход солнечной радиации, поглощенной всей поверхностью тела, составляет 328 Вт . При 1-м и 2-м вариантах эффективное излучение тела равно 56 Вт , а радиационный баланс — 272 Вт . При 3-м варианте эффективное излучение уменьшается до 12 Вт , а радиационный баланс равен 316 Вт .

Значения остальных составляющих теплового баланса при покое и различной физической нагрузке приведены в табл. 110 (1, 2, 3 — перечисленные выше варианты исходных данных). Поскольку при всех вариантах температура воздуха ниже средней температуры кожи ($33 \text{ }^\circ\text{C}$), то при конвективном и дыхательном теплообмене организм отдает тепло.

Таблица 110

Теплопродукция и теплоотдача (Вт) тела человека при различных условиях

Условия	Теплопродукция	Конвективный теплообмен			Дыхание		Испарение пота		
		1	2	3	1, 2	3	1	2	3
Покой	90	279	155	57	11	11	72	196	338
Работа средней тяжести	220	279	155	57	31	29	182	306	450
Ходьба (5 км/ч)	190	293	202	75	27	25	142	233	406
Бег (12 км/ч)	620	356	307	117	93	87	443	492	732

Примечание. Здесь и в табл. 111 цифры 1—3 означают варианты исходных данных.

Главным механизмом, посредством которого организм защищается от перегрева, является потоотделение. Поэтому затрата тепла на испарение пота (табл. 110) или однозначно связанное с ней количество пота, испаряющегося за час с поверхности тела (табл. 111), являются показателями тепловой нагрузки.

При оценке значений потоотделения, приведенных в табл. 111, следует иметь в виду, что потоотделение в пределах 50—150 г/ч ощущается как состояние теплового комфорта в пределах 151—300 г/ч — как слабая, 301—500 г/ч — как умеренная и 501—700 г/ч — как большая тепловая нагрузка. Потоотделение резко возрастает как при усилении мышечной деятельности, так и при повышении температуры воздуха или уменьшении скорости ветра. При скорости ветра 1 м/с повышение температуры воздуха и почвы всего на 1 °С увеличивает потоотделение на 10—20 %. Для рассмотренных условий при покое уменьшение скорости ветра на 1 м/с примерно так же увеличивает тепловую нагрузку, как повышение температуры на 2 °С.

Таблица 111

Потоотделение (μ) и показатель напряженности терморегуляторной системы (M)

Условия	р, г/ч			M %		
	1	2	3	1	2	3
Покой	110	294	505	4	19	32
Работа средней тяжести	270	454	667	10	29	42
Ходьба	210	345	602	7	16	29
Бег	656	729	1085	18	24	35

В табл. 111 приведена и другая характеристика теплового состояния человека — показатель напряженности терморегуляторной системы M . Он равен отношению фактического потоотделения к максимально возможному (соответствующему полному увлажнению тела) при тех же метеорологических условиях. Если M превышает 50 %, то имеет место выраженное напряжение терморегуляторных механизмов организма. При рассматриваемых средних условиях M не превышает 35 %.

9. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИМАТА МОГИЛЕВА

Предыдущие главы содержали подробные климатические характеристики района Могилева по отдельным метеорологическим элементам. В заключение рассмотрим обобщенную картину климата этого района, в частности — по сезонам года, а также изменения климатических характеристик, возникающие вследствие влияния самого города.

9.1. Основные черты климата

Из трех основных климатообразующих факторов — солнечной радиации, атмосферной циркуляции и характера подстилающей поверхности — в условиях Белоруссии первостепенную роль, особенно в холодное полугодие, играет атмосферная циркуляция.

В зимнее время преобладание атмосферной циркуляции над радиационным фактором приводит к нарушению широтного хода метеоэлементов. Так, изотермы в Белоруссии идут с северо-северо-запада на юго-юго-восток, т. е. не в широтном, а почти в меридиональном направлении. Средняя температура января в Могилеве такая же, как в Пскове и Конотопе, хотя Псков на 4° севернее Могилева, а Конотоп на 4° южнее.

В летние месяцы активность атмосферной циркуляции уменьшается, а роль солнечной радиации в формировании климата увеличивается. Это приводит к более четкой широтной зональности климата.

Сравним среднюю температуру ($^{\circ}$ С) января и июля в Могилеве и других городах, расположенных примерно на одной широте с ним:

	Гданьск	Гродно	Могилев	Тула	Барнаул
Январь	-2,3	-5,1	-7,5	-10,1	-17,7
Июль	17,2	18,0	18,2	18,4	19,7

Климат Могилева, как и всей Белоруссии, определяют как переходный от морского к континентальному и называют умеренно континентальным. Это определение дано по классификации климатов Б. П. Алисова, в основу которой положены условия атмосферной циркуляции, выражающиеся в преобладании воздушных масс определенного типа. Могилев находится в умеренном кли-

матическом поясе, где преобладают воздушные массы умеренных широт. В этом поясе, выделяют морской и континентальный типы климата. Могилев находится в довольно широкой переходной зоне между этими двумя основными типами. Чередование воздушных масс различного происхождения создает характерный для Могилева (особенно для холодного полугодия) неустойчивый тип погоды.

Средняя разность температур самого теплого месяца (июля) и самого холодного (января) составляет 26 °С (в Бресте 23 °С, в Минске 25 °С, в Москве 28 °С). Средняя годовая температура воздуха 5,3 °С ниже, чем в Минске (на 0,1 °С) и Бресте (на 2,1 °С). В среднем за зиму (декабрь—февраль) бывает 29 дней с оттепелью. Наряду с этим в суровые зимы в отдельные дни минимальная температура воздуха может быть ниже —35 °С. Максимальная температура воздуха в отдельные годы достигает в июле — августе 36—38 °С.

Преобладающий атлантический воздух обуславливает в Могилеве высокую относительную влажность воздуха и значительную облачность, которые, в свою очередь, способствуют выпадению большого количества осадков. Средняя годовая относительная влажность воздуха 79 %, примерно такая же, как в Минске. В холодное время года средняя месячная влажность доходит до 89 %, в теплый период она не ниже 67 %.

В Могилеве за год бывает 156 пасмурных, 31 ясный и 209 полусурных дней. Наибольшее количество пасмурных дней приходится на ноябрь — январь. К весне облачность уменьшается и достигает минимума в летние месяцы (июнь — июль). Число же ясных дней достигает максимума весной.

Могилев находится в зоне достаточного увлажнения. За год выпадает 644 мм осадков, 68 % которых приходится на теплое время года (апрель — октябрь). Обильные ливневые осадки обычно связаны с выходом циклонов с юга и юго-запада и сопровождаются летом грозами, зимой метелями. Засушливые периоды связаны с антициклонической погодой, когда над территорией Европейской части Советского Союза продолжительное время располагается мощный антициклон.

Снежный покров появляется в первой декаде ноября, но, как правило, не бывает устойчивым. Устойчивый снежный покров в среднем устанавливается в начале декабря, а разрушается в конце марта.

Средняя годовая скорость ветра 3,6 м/с. Сильные ветры (15 м/с и более) наблюдаются сравнительно редко и чаще всего в холодное время года (ноябрь — март). В году в среднем около восьми дней с сильным ветром.

9.2. Особенности сезонов

Годовой ход метеорологических элементов обуславливает деление года на сезоны. В климатологии обычно границы сезонов определяют по датам перехода средней суточной температуры

через определенные значения. Сроки наступления сезонов отличаются не только в разных районах, но и меняются от года к году в одном и том же районе, поэтому в отдельные годы могут быть довольно значительные отклонения времени наступления и окончания сезонов от указанных дат.

Зима. За границы зимы принимаются даты осеннего и весеннего устойчивого перехода средней суточной температуры через 0°C . В Могилеве зима начинается в середине ноября (в среднем 14 ноября). В это время наблюдаются систематические вторжения холодных воздушных масс, появляется первый снежный покров, который может сходить и вновь образовываться, затяжные морозящие дожди чередуются с мокрым снегом. Интенсивно понижается температура воздуха.

Общая продолжительность зимы составляет четыре с половиной месяца. В зимние месяцы средние суточные температуры в Могилеве могут колебаться в широких пределах — от 5, 10 до -30 , -35°C , но преобладают в зимний сезон все же небольшие средние суточные температуры от 0 до -10°C . Такие температуры в среднем за декабрь — март бывают 68 дней. Что касается более низких температур, то повторяемость их по мере понижения температуры уменьшается. Средние суточные температуры в интервале $-10... -15^{\circ}\text{C}$ в среднем наблюдаются 17 дней за четыре месяца, а в интервале $-15... -20^{\circ}\text{C}$ — всего около 8 дней. Значительные морозы с температурой -20°C и ниже в сезоне наблюдаются в среднем 3 дня (в Витебске — 4 дня, в Минске — 2 дня, в Гродно — 1 день).

Относительно мягкий характер зимы в Могилеве объясняется утешающим воздействием морских воздушных масс Атлантики или Средиземного моря. Частая смена этих теплых воздушных масс холодными арктическими или континентальными приводит к постоянной смене морозных и оттепельных периодов.

Морозными считаются дни, когда максимальная температура воздуха не поднимается выше 0°C . Средняя непрерывная продолжительность морозных периодов в Могилеве равна примерно 7 дням. Периоды продолжительностью до 5 дней в среднем наблюдаются в 67 % всех случаев, а более 10 дней — в 18 %. При морозной и ясной погоде уменьшается содержание влаги в воздухе, что, в частности, способствует просушиванию стен зданий.

В любом зимнем месяце бывают оттепели. В среднем на декабрь — февраль приходится 29 дней с оттепелью (в Витебске — 29 дней, в Минске — 31, в Гомеле — 34, в Бресте — 51). Они в основном непродолжительны и в 74 % случаев длятся не более 5 дней. Чаще всего оттепели не отличаются высокими температурами, обычно максимальная температура воздуха не поднимается выше 4°C . Но бывают, хотя и редко, периоды, когда температура поднимается до 8°C , а в начале и конце зимы — до $17-18^{\circ}\text{C}$. За весь период наблюдений самая продолжительная оттепель (33 дня) отмечалась в зиму 1926-27 г. Интенсивные и длительные оттепели среди зимы, с теплой, но сырой погодой, во

многих отношениях следует рассматривать как неблагоприятное метеорологическое явление. При оттепелях активизируется деятельность болезнетворных микроорганизмов, увеличивается число простудных заболеваний. Оттепели отрицательно влияют на сохранность зданий и сооружений, вызывая их разрушение в результате резких колебаний температуры. Снег во время оттепелей сильно подтаивает, а иногда среди зимы даже сходит, что приводит к глубокому промерзанию почвы.

В табл. 112 приведены сведения о температурном и ветровом режиме в наиболее теплую и наиболее холодную зимы.

В Могилеве теплые зимы наблюдаются при выходе циклонов атлантического и средиземноморского происхождения, которые приносят теплые и влажные воздушные массы. В такие зимы преобладает облачная погода с осадками в виде снега и дождя, а в отдельных случаях — с гололедом. Для таких зим характерны продолжительные оттепели и отсутствие устойчивого снежного покрова, как это наблюдалось в теплую зиму 1974-75 г. Снежный покров был неустойчив, высота его не превышала 13 см.

Холодные зимы наблюдаются при вторжениях арктических воздушных масс. Оттепели, если и бывают, характеризуются малой продолжительностью.

Во все зимние месяцы преобладает пасмурная погода. Каждый месяц, примерно в течение 10—20 дней, небо затянуто сплошной невысокой облачностью, которая обычно держится весь день. За зиму в Могилеве всего 2—3 ясных дня.

Примерно 17—20 дней в каждом из трех зимних месяцев бывают осадки. Чаще всего это снег, но нередко при оттепелях: морось, обложной слабый дождь или дождь со снегом. Часто возникают туманы (6—10 дней в каждом месяце). За три зимних месяца наблюдается в среднем 12 дней с гололедом и 15 дней с изморозью.

Средняя скорость ветра равна 4,2 м/с, но ежегодно в каждом месяце можно ожидать нескольких дней, когда в отдельные часы скорость увеличивается до 10 м/с и более. При усилении ветра могут наблюдаться метели (5—8 дней в каждом месяце), которые продолжаются по нескольку часов. Частая смена морозных и оттепельных периодов, пасмурные дни, частые осадки, туманы, гололедные отложения — характерные признаки могилевской зимы.

Весна. Весна начинается в конце марта (29 марта), когда средняя суточная температура воздуха становится положительной. К этому времени разрушается устойчивый снежный покров, начинает оттаивать почва.

Весной в Могилеве быстро растет приходящая солнечная радиация. Разрушение снежного покрова приводит к резкому уменьшению альбедо, в несколько раз возрастает радиация, поглощаемая земной поверхностью. Под влиянием радиационного нагрева, теплого воздуха и весенних дождей начинается интенсивное снеготаяние и уже к концу марта — середине апреля в среднем снег исчезает совсем. Средняя дата схода снежного покрова в Могилеве

Сведения о температурном и ветровом режиме в наиболее теплую (1974-75 г.)
и наиболее холодную (1953-54 г.) зимы

Характеристика	Теплая зима				Холодная зима			
	XII	I	II	XII-II	XII	I	II	XII-II
Средняя месячная температура, °С	-0,9	-2,0	-3,8	-2,2	-5,1	-12,7	-12,9	-10,2
Отклонение температуры от нормы, °С	4,2	5,5	3,2	4,3	0	-5,2	-5,9	-3,7
Абсолютный максимум, °С	4,1	5,6	5,2	5,6	7,3	2,2	-1,0	7,3
Абсолютный минимум, °С	-8,1	-17,5	-15,9	-17,5	-12,8	-30,1	-27,3	-30,1
Сумма отрицательных температур на последний день месяца, °С	-42,9	-69,8	-109,0	—	-174,4	-394,2	-360,3	—
Средняя месячная скорость ветра, м/с	4,9	5,1	5,0	5,0	2,7	4,6	2,8	3,4
Отклонение скорости ветра от нормы, м/с	0,8	0,8	0,9	0,8	-1,4	0,3	-1,3	-0,8
Максимальная скорость ветра, м/с	10	18	14	14	12	16	12	13
Число дней с метелью	—	6	12	18	1	18	7	26
Продолжительность метелей, ч	—	60	82	142	8	141	72	221

леве — 9 апреля (в Витебске — 10 апреля, в Гомеле — 2 апреля, в Гродно — 27 марта, в Бресте — 23 марта). В период разрушения снежного покрова и в первое время после его исчезновения большое количество тепла расходуется сначала на таяние снега, а затем на испарение влаги с поверхности почвы. Поэтому нарастание температуры в начале весны происходит довольно медленно. Лишь после того, как растаял снег и подсохла земля, температура воздуха начинает быстро расти и уже в последней декаде апреля она на 6 °С выше, чем в первой. Температура продолжает расти и в мае, но уже не так интенсивно.

В весенние месяцы температура воздуха может колебаться в еще более широких пределах, чем в зимние, но в целом преобладают положительные температуры до 10 °С. В апреле отрицательная средняя суточная температура наблюдается в среднем около 3 дней. Нередки температуры выше 5 °С (15 дней). В мае больше погод летнего типа. В среднем в течение 22 дней стоит погода с температурой выше 10 °С, в течение 11 дней — выше 15 °С и 2 дня — выше 20 °С. Весной увеличивается количество ясных, малооблачных дней, продолжительность солнечного сияния. Дни со сплошной невысокой облачностью теперь уже редки. Чаще всего облачность в течение дня меняется, обычно она не закрывает всего неба. Почти каждый день хотя бы ненадолго появляется яркое по-весеннему теплое солнце.

В весенний сезон отмечается наименьшее число дней с осадками, но все-таки они бывают в среднем 13—15 дней в каждом месяце. Изменяется характер осадков — обложные дожди сменяются интенсивными ливнями. В мае или апреле гремят первые грозы, иногда они сопровождаются градом.

Весной насыщенность воздуха водяными парами снижается по сравнению с зимними месяцами. В отдельные дни мая относительная влажность опускается до редких для Могилева значений — 30 % и менее. Такие дни в климатологии называются сухими. В среднем ежегодно в мае можно ожидать около трех таких дней (это примерно одна треть годового количества сухих дней в Могилеве).

Весенняя погода, как правило, неустойчива. Для нее характерны частые и неожиданные перемены, периодические возвраты холодов. При холодных вторжениях арктических воздушных масс наблюдаются заморозки, особенно опасные поздней весной в период цветения.

Лето. Окончанием весны и началом лета можно считать переход средней суточной температуры воздуха через 14 °С (22 мая). Лето продолжается четыре месяца и оканчивается, когда средняя суточная температура становится меньше 10 °С (22 сентября). На летний сезон в Могилеве приходится половина поступающей за год солнечной радиации.

Лето умеренно теплое, влажное. В конце мая средняя суточная температура воздуха становится выше 15 °С и удерживается на этом уровне до конца августа.

Циркуляционные процессы летом ослабевают, поэтому в формировании летних погод значительно повышается роль радиации. Это приводит к тому, что погода летом наиболее устойчивая. Средние суточные температуры в летние месяцы колеблются в незначительных пределах. Около 75 % всех дней в сезоне имеют среднюю суточную температуру в пределах от 10 до 20 °С и около 24 % — температуру в пределах от 20 до 30 °С. Однако увеличение роли радиации не означает, что несущественно влияние на погоду Атлантического океана и воздушных масс, приходящих с континента или из Арктики. Морской воздух летом приносит прохладу. Изредка над Могилевом проходят теплые массы тропического воздуха с юга, тогда устанавливается очень жаркая погода и в отдельные дни температура воздуха поднимается днем выше 30 °С. Очень жарким было лето 1936 г. Средняя месячная температура воздуха была выше нормы в июне на 2,5 °С, в июле на 4,7 °С и в августе на 0,7 °С. Дневные температуры достигали 30—36 °С.

В отдельные годы, даже в самый разгар лета, при вторжении арктических воздушных масс возможны резкие похолодания. Очень холодным было лето 1962 г., особенно июнь. Средняя месячная температура воздуха была ниже нормы в июне на 2,5 °С, в июле на 2,8 °С и в августе на 0,8 °С.

Минимальные температуры понизились в июне до 2 °С, в июле и августе до 7 °С. Лето было не только холодным, но и самым дождливым за весь период наблюдений. В июне выпало почти полторы нормы осадков, в июле — две с половиной и в августе — две нормы. Всего за июнь — август выпало 452 мм осадков при норме 237 мм. Холодная погода была вызвана циклонами, смещавшимися с Норвежского моря и Скандинавии.

Примерно 13—14 дней в каждом из летних месяцев в Могилеве идут дожди. Они обильны, но непродолжительны. В среднем в течение дня дождь длится около 4 ч. Это в основном ливневые дожди.

Ливневые дожди нередко сопровождаются грозами. Из 28 дней с грозами в году на июнь — август в среднем приходится 21 день. В отдельные летние сезоны бывает более 30 дней с грозой (1953 г. — 33 дня). Иногда грозы сопровождаются градом. В Могилеве он наблюдается сравнительно редко, в сезоне один-два раза в два года.

Несмотря на большое в среднем количество осадков летом, влага быстро испаряется. Насыщенность воздуха водяными парами, сравнительно небольшая днем в связи с высокими температурами, ночью резко повышается.

Ветры летом в основном слабые, особенно в ночное время. Сильные (15 м/с и более) ветры, преимущественно западных направлений, наблюдаются в среднем 8—9 раз в сезон.

Осень. Осень начинается при переходе средней суточной температуры воздуха через 10 °С к меньшим значениям и заканчивается при переходе через 0 °С. В Могилеве её начало в среднем

приходится на 22 сентября (в Витебске — на 22 сентября, в Минске и Гомеле — на 24 сентября, в Бресте — на 2 октября). Продолжается осень в Могилеве в среднем до 14 ноября.

К концу сентября в ночные и утренние часы возникают первые заморозки на поверхности почвы. Постепенно уменьшается продолжительность дня, увеличивается облачный покров. Быстро убывает приход солнечной радиации. Преобладает пасмурная, сырая, ветреная с затяжными дождями погода. Осенью происходит смена летнего типа циркуляции на зимний. Усиливаются циклоническая деятельность и западный перенос морских воздушных масс из района Атлантики, характерные для зимнего режима. В это время разница в температуре воздуха над океаном и континентом уменьшается, поэтому морские воздушные массы не оказывают большого влияния на температуру. Однако они приносят много влаги, что приводит к образованию сплошной облачности и выпадению обложных осадков.

В конце второй декады октября средняя суточная температура воздуха переходит через 5°C . Все чаще происходят вторжения холодных арктических масс, при которых температура воздуха опускается ниже 0°C , а в отдельные ночи в результате радиационного выхолаживания приземных слоев воздуха до $-5\dots -10^{\circ}\text{C}$ (в среднем 3—4 дня).

Несмотря на общее ухудшение погоды и понижение температуры для осени характерны и возвраты тепла. На короткий срок устанавливается тихая, теплая, солнечная погода. Днем температура иногда может повышаться в октябре до 20, в ноябре до 15°C .

Понижение температуры воздуха осенью сопровождается повышенным относительной влажностью.

По мере наступления осени возрастает число пасмурных дней (в октябре до 14, в ноябре до 20 дней). В октябре примерно каждый третий день, а в ноябре каждый второй день идут моросящие дожди. В ноябре они продолжаются в среднем по 9 ч в день. Снежный покров неустойчив, может образовываться и исчезать несколько раз.

Туманы бывают почти каждый третий, четвертый день. В конце осени наблюдаются отложения гололеда и изморози. Увеличение повторяемости и интенсивности циклонов над Белоруссией вызывает осенью увеличение скорости ветра и числа дней с сильным ветром.

9.3. Особенности городского климата

Большой город с многочисленными промышленными предприятиями, скоплением жилых и общественных зданий, каменным и асфальтовым покрытием улиц и площадей, парками и садами, транспортными средствами формирует свой местный климат, который подчас значительно отличается от климата окрестностей и близлежащих малых городов. Скопление над городом загряз-

няющих примесей в виде различных органических и неорганических соединений в твердом, жидком и газообразном состоянии вследствие работы промышленных предприятий, отопления зданий, движения городского транспорта уменьшает как приход лучистой энергии, так и потерю тепла лучеиспусканием. Как уже указывалось в гл. 2, альbedo городской застройки, как правило, меньше, чем альbedo окружающей местности.

Чтобы оценить изменение климатических характеристик под влиянием города, сравнивались данные метеостанции Могилев с фоновыми значениями, полученными путем интерполяции между станциями Славное (72 км к северо-западу от Могилева) и Славгород (68 км к юго-востоку). Результаты приведены в табл. 113.

Таблица 113

Отклонение данных метеостанции Могилев от фоновых данных

Характеристика	Зима	Весна	Лето	Осень
Температура, °С				
средняя	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1
средний максимум	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1
средний минимум	0,0	+0,3	+0,3	0,0
Скорость ветра, м/с	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3
Упругость водяного пара, гПа	+0,1	+0,2	0,0	+0,1
Относительная влажность, %	0,0	-1	-2	-2

Во все сезоны средняя температура в Могилеве оказалась выше фоновой, в среднем за год на 0,1 °С. Такие же различия обнаруживаются по минимальным температурам. Средние максимумы температуры выше фоновых на 0,1 °С. Полученные различия, по крайней мере частично, обусловлены влиянием городской застройки.

Климатические данные метеостанции Могилев относятся к окраинным районам города. По данным наблюдений в Минске и Гомеле при ясном небе температура в центральных районах города в среднем на 0,6—0,8 °С выше, чем на окраине. Максимальные температурные различия (до 4—6 °С) наблюдаются ночью, когда нагретые за день здания и асфальт отдают тепло, а потеря тепла лучеиспусканием уменьшена из-за повышенной загрязненности воздуха.

В дневные часы усиливается конвективное и турбулентное перемешивание воздуха, поэтому разница между центром и окраинами обычно не превышает 1 °С. Суточная амплитуда температуры воздуха в центре меньше, чем на окраине.

Температура почвы в городе очень изменчива, что связано с чередованием асфальтированных и травянистых поверхностей газонов и скверов, с тепловым влиянием коммуникаций теплоцентралей и отопительных систем, с различием теплопроводности покрытий улиц.

Влажность на метеостанции Могилев мало отличается от фоновой (табл. 113). В центральных районах асфальтированная поверхность уменьшает естественное испарение, влага от осадков и полива стекает в канализационную сеть. В результате упругость водяного пара в центре города ниже, чем на окраинах, на 0,3—0,5 гПа, а относительная влажность — на 3—7 %.

Устойчивый снежный покров в городе появляется позже, чем в пригороде, а сход снежного покрова в городе происходит на несколько дней раньше, чем в окрестностях.

Площадь города представляет собой очень шероховатую поверхность, поэтому, как правило, скорость ветра внутри городской застройки меньше, чем на метеостанции. Однако в отдельных случаях на возвышенных участках территории города может наблюдаться увеличение скорости ветра по сравнению с пригородом. Застройка заметно изменяет и направление ветра.

От скорости и направления ветра существенно зависит степень загрязнения приземного слоя воздуха промышленными выбросами. Наблюдается два максимума загрязнения в зависимости от скорости ветра. Один из них возникает при скорости ветра 0—1 м/с, когда перемешивание очень слабо и вблизи земли скапливаются так называемые низкие выбросы: выход газов через фонари крыш предприятий, невысокие вентиляционные установки, выбросы небольших котельных и, конечно, автотранспорта, который способствует загрязнению городской атмосферы примерно на половину. В выхлопных газах автомобилей содержится окись углерода, окислы азота и другие вредные вещества.

Второй максимум загрязнения (в зависимости от скорости ветра) наблюдается при ветре скоростью 4—5 м/с. Он обусловлен высокими горячими выбросами из заводских труб.

Существенно влияет на степень загрязнения атмосферы распределение температуры по вертикали. Иногда возникает инверсионное распределение температуры, при котором температура в слое воздуха, прилегающем к земле или приподнятом над землей, с высотой не понижается, а повышается (приземная или приподнятая инверсия). Несколько причин приводит к образованию инверсий. Это может быть радиационное выхолаживание земной поверхности и прилегающего к ней слоя воздуха в ясные ночи, возможно возникновение слоя инверсии при переносе относительно теплого воздуха на более холодную подстилающую поверхность. При этом приземный воздух охлаждается, и температура его становится ниже, чем у вышележащих слоев. Инверсия резко ослабляет перемешивание воздуха. Приподнятый слой инверсии образует своеобразный потолок, задерживающий вертикальное перемешивание и способствующий накоплению загрязняющих веществ в приземном слое. Поэтому при инверсиях концентрация вредных веществ у земли значительно возрастает. Особенно опасны сочетания приземной инверсии со скоростью ветра 0—1 м/с (застой воздуха).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаменко В. Н. Климат больших городов. Обзор. — Обнинск, 1975. — 71 с.
2. Анапольская Л. Е. и др. Метеорологические факторы теплового режима зданий. — Л.: Гидрометеониздат, 1973. — 235 с.
3. Ароинн Д. Э. Климат и архитектура. — М.: Госстройиздат, 1959. — 252 с.
4. Бартенева О. Д., Полякова Е. А., Русин Н. П. Режим естественной освещенности на территории СССР. — Л.: Гидрометеониздат, 1971.
5. Гололед и изморозь на территории Белорусской ССР. — Л.: Гидрометеониздат, 1972. — 264 с.
6. Заварина М. В. Строительная климатология. — Л.: Гидрометеониздат, 1976. — 312 с.
7. Информационное письмо Главного управления гидрометеослужбы № 20. Доклады на ВДНХ СССР «Климаты больших городов СССР». — М.: Гидрометеониздат, 1976. — 192 с.
8. Климат Гомеля/Под ред. И. А. Савиковского и Ц. А. Швер — Л.: Гидрометеониздат, 1980. — 150 с.
9. Климат Киева/Под ред. Л. И. Сакали. — Л.: Гидрометеониздат, 1980. — 288 с.
10. Климат и город. Материалы конференции «Климат — город — человек». — М., 1974. — 152 с.
11. Климат Минска/Под ред. М. А. Гольберга. — Минск: Высшая школа, 1976. — 288 с.
12. Климат Москвы (особенности климата большого города)/Под ред. А. А. Дмитриева, Н. П. Бессонова. — Л.: Гидрометеониздат, 1969. — 324 с.
13. Кратцер П. А. Климат города. — М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1958. — 239 с.
14. Материалы по радиационному режиму Белоруссии (Белорусский территориальный гидрометеорологический центр). — Минск: 1977. — 38 с.
15. Основные данные по климату СССР (ВНИИ гидрометеорологической информации). — Обнинск, 1976. — 391 с.
16. Пивоварова З. И. Характеристика радиационного режима на территории СССР применительно к запросам строительства. — Л.: Гидрометеониздат, 1973. — 128 с. (Труды ГГО, вып. 321.)
17. Рекомендации по описанию климата большого города. Ч. 1—5. (Главная геофизическая обсерватория). — Л., 1976—1979.
18. Смит К. Основы прикладной метеорологии. — Л.: Гидрометеониздат, 1978. — 424 с.
19. Справочник по климату СССР. Вып. 7. Белорусская ССР. Ч. 1—5. — М.; Л.: Гидрометеониздат, 1965—1968.
20. Строительные нормы и правила. — И.А. 6-72. Строительная климатология и геофизика. — М.: Стройиздат, 1973. — 320 с.
21. Швер Ц. А. Атмосферные осадки на территории СССР. — Л.: Гидрометеониздат, 1976. — 302 с.
22. Chandler T. J. Urban Climatology and its Relevance to Urban Design (Technical Note WMO № 149). — Geneva: 1976. — 61 p.
23. Oke T. R. Review of Urban Climatology 1973—1976 (Technical Note WMO № 169). — Geneva: 1979. — 100 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Период наблюдений, использованный в таблицах

Номер таблицы	Число лет	Период наблюдений
Атмосферная циркуляция		
11—13	6	1972—1977
14	48	1886—1975 ¹
15—19	19	1945—1963
20	16	1945—1960
21, 23	25	1945—1969
22, 24	21	1945—1965
Термический режим		
25—28	50	1887—1960 ¹
29	40	1887—1960 ¹
30	21	1948—1958
31—33	16	1945—1960
34, 35	51	1911—1975 ¹
36	32	1911—1960
37, 38	47	1895—1960
39	56	1886—1960 ¹
40, 41	36	1911—1962 ¹
42	59	1887—1975 ¹
43	32	1911—1960 ¹
44—46	50	1887—1960 ¹
47	11	1948—1958
48	49	1887—1960 ¹
49	21	1945—1965
50	11	1950—1960
51	14	1947—1960
52	16	1945—1960
Режим увлажнения		
53, 54, 56	26	1936—1965 ¹
55	16	1945—1960
57—60	69	1891—1965 ¹
61	66	1891—1965 ¹
62	35	1891—1965 ¹
63, 64	16	1945—1960
66	50	1892—1965 ¹
67, 68	21	1945—1965
Режим облачности и атмосферные явления		
69, 71, 74, 77, 89, 90	26	1936—1965
70	15	1946—1960
72	23	1939—1965
73	21	1945—1960
78, 84	14	1947—1968
85	16	1945—1965
87	23	1950—1972
88	27	1936—1965
91	16	1945—1960
92—97	25	1936—1965

Номер таблицы	Число лет	Период наблюдений
---------------	-----------	-------------------

7. Аномалии температуры и осадков

98—101	75	1887—1975 ¹
102—106	70	1891—1975 ¹
107	70	1891—1975 ¹

8. Комплексные климатические показатели и характеристика биоклимата

108—111	11	1966—1976
---------	----	-----------

¹ Наблюдения велись с перерывами.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Освещенность горизонтальной поверхности (кл) для различных высот солнца и различной облачности без снежного покрова

Количество облачности, баллы	Высота солнца, ...°										
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55

Ясно, солнце

0—1	4	9	15	23	31	39	48	58	67	76	85
-----	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Ясно, тень

0—1	3	4	6	7	8	9	10	12	13	14	15
-----	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

Перистые облака, солнце чисто

2—3	4	10	15	24	32	40	49	58	68	77	86
4—6	5	10	16	24	33	41	51	60	70	79	88
7—8	5	10	16	25	33	43	53	64	73	83	92
9	5	11	17	25	37	48	60	69	79	86	97

Перистые облака, солнце в облаках

2—3	3	7	11	16	21	25	30	35	41	46	51
4—6	4	7	12	17	22	26	32	37	43	48	53
7—8	4	7	12	17	22	28	34	40	46	52	57
9—10	4	8	13	18	26	33	41	46	52	57	62

Высоко-кучевые облака, солнце чисто

2—3	4	10	16	24	33	42	52	62	74	84	94
4—6	5	11	17	26	36	47	59	70	80	90	99
7—8	5	11	18	29	40	52	63	73	83	92	101
9	5	11	19	31	43	54	65	76	86	96	105

Высоко-кучевые облака, солнце в облаках

2—3	3	5	7	8	10	12	14	16	20	22	24
4—6	4	6	8	10	13	17	21	24	26	28	29
7—8	4	6	9	13	17	22	25	27	29	30	31
9—10	4	6	10	15	20	24	27	30	32	34	35

Кучевые облака, солнце

2—3	4	10	16	25	34	43	52	62	70	81	90
4—6	5	11	18	27	37	46	56	65	75	84	93
7—8	5	11	17	27	37	46	56	66	76	85	95
9	5	10	16	26	35	44	54	65	75	86	95

Количество облачности, баллы	Высота солнца, ...°										
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55

Кучевые облака, тень

2—3	3	5	7	9	11	13	14	16	17	19	20
4—6	4	6	9	11	14	16	18	19	21	22	23
7—8	4	6	8	11	14	16	18	20	22	23	24
9—10	4	5	7	10	12	14	16	19	21	24	25

Слоисто-кучевые облака, солнце

2—3	4	9	16	24	33	42	52	61	70	79	88
4—6	4	10	17	27	37	47	57	66	76	84	93
7—8	5	11	17	28	39	50	60	70	81	90	99
9	4	9	16	27	38	47	59	72	86	96	105

Слоисто-кучевые облака, тень

2—3	3	4	7	8	10	12	14	15	16	17	18
4—6	3	5	8	11	14	17	19	20	22	22	23
7—8	4	6	8	12	16	20	22	24	27	28	29
9—10	3	4	7	11	15	17	21	26	32	34	35

Высокослоистые облака

10	2	4	12	17	21	26	30	34	40	44	49
----	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Слоистые облака

10	2	3	4	6	8	9	11	12	14	15	16
----	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

Дождевые облака

10	2	3	5	7	10	12	14	16	18	20	22
----	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Освещенность горизонтальной поверхности (кЛ) для различных высот солнца и различной облачности при снежном покрове

Количество облачности, баллы	Высота солнца, ...°							
	5	10	15	20	25	30	35	40

Ясно, солнце

0—1	5	10	16	24	32	40	49	58
-----	---	----	----	----	----	----	----	----

Ясно, тень

0—1	4	5	7	8	9	10	11	12
-----	---	---	---	---	---	----	----	----

Перистые облака, солнце чисто

2—3	5	10	16	24	33	41	51	62
4—6	5	11	17	26	35	45	56	66
7—8	5	11	18	27	39	50	61	70
9	5	11	19	34	46	56	66	75

Перистые облака, солнце в облаках

2—3	4	7	12	16	22	26	31	37
4—6	4	8	13	18	23	29	35	41
7—8	4	8	14	18	26	33	39	44
9—10	4	8	15	24	32	39	45	50

Количество облачности, баллы	Высота солнца, ...°							
	5	10	15	20	25	30	35	40
Слоисто-кучевые облака, солнце								
2—3	4	10	17	25	33	42	52	62
4—6	4	11	17	27	37	48	58	69
7—8	5	11	17	31	44	57	68	80
9	4	10	18	36	56	70	84	94
Слоисто-кучевые облака, тень								
2—3	3	5	8	9	10	12	14	16
4—6	3	6	8	11	14	18	20	23
7—8	4	6	8	16	21	27	30	34
9—10	3	5	9	20	33	40	46	48
Слоистые облака								
10	3	5	7	14	20	27	34	41
Дождевые облака								
10	3	5	8	15	22	29	36	43

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Повторяемость (%) скорости ветра по градамям в различные часы суток

Месяц	Время, ч	Скорость ветра, м/с					
		0—1	2—5	6—9	10—13	14—17	18—20
I	2	22,6	54,2	15,3	6,5	1,2	0,2
	8	21,6	53,6	16,6	6,8	1,2	0,2
	14	16,8	57,0	19,4	5,4	1,4	
	20	23,4	52,8	16,2	6,6	1,0	
II	2	27,8	46,3	17,7	7,1	1,1	
	8	28,2	47,0	18,1	6,1	0,4	0,2
	14	20,7	50,4	22,6	5,2	0,9	0,2
	20	26,1	49,6	18,3	5,4	0,4	0,2
III	2	33,3	44,0	16,1	4,9	1,7	
	8	32,4	47,2	14,8	4,6	0,8	0,2
	14	16,5	49,4	24,1	8,3	1,5	0,2
	20	29,7	48,6	13,8	6,6	1,3	
IV	2	39,3	48,1	8,9	3,7		
	8	31,0	56,7	10,0	2,3		
	14	9,7	56,3	26,7	6,8	0,5	
	20	29,8	56,3	10,7	3,0	0,2	
V	2	47,9	43,3	7,3	1,5		
	8	31,2	55,7	11,7	1,4		
	14	10,5	56,7	27,7	5,1		
	20	31,2	55,5	10,4	2,6	0,3	
VI	2	54,5	37,9	6,5	0,9	0,2	
	8	36,1	51,9	10,4	1,2	0,4	
	14	11,4	60,5	22,3	5,4	0,4	
	20	32,6	58,1	7,2	1,9	0,2	

Месяц	Время, ч	Скорость ветра, м/с					
		0-1	2-5	6-9	10-13	14-17	18-20
VII	2	52,3	41,3	5,9	0,3	0,2	
	8	35,3	57,6	6,4	0,5	0,2	
	14	12,0	61,3	23,1	3,4	0,2	
	20	33,1	56,7	9,3	0,9		
VIII	2	51,4	42,8	4,8	0,8	0,2	
	8	41,3	50,4	7,1	1,2		
	14	16,8	55,0	24,4	3,6	0,2	
	20	46,0	49,4	3,8	0,8		
IX	2	48,1	42,8	7,3	1,6	0,2	
	8	44,7	45,8	8,3	1,2		
	14	12,6	59,7	23,3	4,2		0,2
	20	45,4	48,8	4,7	1,1		
X	2	40,2	41,8	13,3	3,9	0,5	0,3
	8	36,0	48,6	11,0	3,7	0,7	
	14	13,2	57,6	24,1	4,6	0,5	
	20	37,7	48,5	10,5	2,4	0,7	0,2
XI	2	26,3	49,1	18,4	5,1	1,1	
	8	25,4	51,6	17,9	4,7	0,4	
	14	15,4	54,2	25,3	4,6	0,5	
	20	23,8	51,6	19,5	4,7	0,4	
XII	2	23,6	50,6	18,2	6,6	0,7	0,3
	8	25,0	51,8	17,0	5,4	0,8	
	14	17,7	57,7	19,5	4,4	0,7	
	20	19,4	57,9	16,8	5,6	0,3	

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
---------------	---	----	---	----	---	----	---	----

Январь

0-1	2,4	2,9	1,6	2,8	3,7	2,2	2,8	3,3
2-5	3,9	5,3	5,2	9,0	9,1	9,1	6,8	5,4
6-9	1,1	1,0	1,5	2,8	2,5	3,3	2,5	1,7
10-13	0,4	0,3	0,2	0,5	1,2	1,5	1,3	1,2
14-17	0,2	0,05	0,05		0,2	0,3	0,3	0,3
18-20						0,05		0,05

Февраль

0-1	3,4	1,8	3,6	4,1	5,1	3,4	2,4	3,3
2-5	5,7	3,4	5,1	7,4	7,4	6,6	5,6	7,0
6-9	2,0	1,5	1,8	3,2	2,6	1,5	2,3	2,4
10-13	1,0	0,1	0,6	1,6	0,6	0,6	0,8	1,2
14-17				0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
18-20							0,1	0,1

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Март								
0—1	2,2	3,5	3,6	3,8	4,1	4,5	4,4	3,6
2—5	3,8	6,4	7,1	6,1	5,4	5,6	6,6	6,4
6—9	2,3	1,7	1,6	1,8	1,2	1,3	2,1	3,2
10—13	0,4	0,3	0,2	0,8	1,2	0,6	0,6	1,4
14—17	0,2	0,2		0,2	0,2	0,05	0,05	0,2
18—20								0,1
Апрель								
0—1	2,7	3,1	2,4	5,0	4,8	3,6	4,4	4,1
2—5	5,0	4,9	4,8	8,9	8,6	6,4	7,4	6,1
6—9	1,0	0,8	1,5	2,2	2,2	1,7	1,9	2,4
10—13	0,5	0,2	0,4	0,6	0,9	0,2	0,4	0,7
14—17					0,2		0,05	
Май								
0—1	3,9	4,2	3,4	3,6	5,2	3,6	3,3	5,1
2—5	7,3	7,5	6,0	5,3	5,6	4,0	6,5	8,6
6—9	1,9	1,8	1,3	1,8	1,8	0,7	1,8	3,2
10—13	0,4	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2	0,5	0,4
Июнь								
0—1	3,8	3,4	2,6	6,0	5,7	4,1	5,2	5,8
2—5	7,5	6,4	5,2	5,9	4,4	4,4	6,4	11,4
6—9	1,7	0,4	0,8	1,0	1,1	0,6	1,2	2,8
10—13	0,2	0,05	0,1	0,2	0,2	0,05	0,5	0,6
14—17	0,05						0,05	0,2
Июль								
0—1	5,9	3,1	3,0	3,1	4,1	4,6	6,0	5,9
2—5	7,8	6,1	4,5	3,8	4,9	5,2	9,9	10,6
6—9	1,4	1,0	0,9	0,5	0,5	0,8	2,1	2,8
10—13	0,2		0,2		0,1	0,1	0,3	0,4
14—17					0,05		0,05	0,05
Август								
0—1	5,3	4,0	4,6	3,2	4,8	5,9	7,0	7,3
2—5	5,6	5,7	4,8	3,9	4,0	6,2	7,6	8,8
6—9	0,8	1,3	0,8	0,4	0,6	1,2	1,8	1,6
10—13	0,2	0,2	0,05		0,05	0,3	1,6	0,2
14—17	0,05	0,05					0,05	
Сентябрь								
0—1	3,8	2,8	3,0	4,1	8,6	7,5	6,0	5,2
2—5	4,6	2,5	3,4	4,5	7,7	8,7	9,3	6,4
6—9	0,7	0,4	0,2	0,5	1,4	2,0	3,0	1,6
10—13	0,5			0,05	0,2	0,3	0,7	0,3
14—17							0,05	
18—20								
Октябрь								
0—1	2,5	2,2	2,0	3,5	6,3	5,8	5,1	5,3
2—5	3,8	2,2	3,1	5,5	9,5	8,8	7,3	8,1
6—9	1,2	0,7	1,0	1,2	1,5	2,4	3,2	2,9
10—13	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4	0,5	1,2	0,7
14—17	0,05				0,1	0,2	0,05	0,2
18—20							0,05	

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Ноябрь								
0—1	1,0	1,2	2,9	4,3	6,2	5,3	3,4	1,9
2—5	2,4	2,3	6,4	7,8	10,1	7,5	7,1	4,6
6—9	1,0	0,9	2,3	5,5	4,0	1,9	2,1	1,8
10—13	0,3	0,5	0,7	1,2	1,0	0,6	0,4	0,7
14—17	0,1			0,3		0,1	0,1	0,1
Декабрь								
0—1	1,3	1,2	2,2	3,0	5,0	4,5	2,8	2,7
2—5	2,9	3,7	6,2	9,8	11,8	10,2	5,3	3,8
6—9	0,6	0,5	2,2	3,4	3,4	3,0	2,0	1,6
10—13	0,3	0,2	0,2	1,6	1,3	1,0	1,0	0,4
14—17				0,05	0,2	0,2	0,3	0,05
18—20				0,05			0,05	

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления
ветра в разные часы суток

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь								
Срок наблюдения 2 ч								
0—1	2,6	3,7	2,2	4,3	3,8	1,8	2,8	3,2
2—5	3,0	5,5	4,3	7,4	10,0	9,8	6,8	4,8
6—9	1,4	1,0	1,4	2,8	2,2	3,4	2,2	1,6
10—13	0,4	0,2	0,2	0,2	1,4	1,6	1,6	1,0
14—17					0,2	0,2	0,6	
18—20			0,2			0,2		
Срок наблюдения 8 ч								
0—1	2,4	2,8	1,4	3,1	3,7	2,6	3,4	3,5
2—5	4,9	6,0	4,3	9,0	9,6	8,6	6,0	4,9
6—9	0,8	1,4	1,6	3,3	2,4	3,5	2,0	1,2
10—13	0,2	0,4	0,2	1,0	1,2	1,4	1,4	1,2
14—17	0,2					0,6		0,6
18—20								0,2
Срок наблюдения 14 ч								
0—1	1,6	1,8	1,0	2,9	2,6	1,2	3,1	1,8
2—5	4,7	4,9	6,8	9,4	9,6	10,3	8,8	6,0
6—9	1,2	0,8	1,4	2,5	2,6	3,3	2,7	3,1
10—13	0,4	0,4		0,6	1,0	0,8	1,4	1,0
14—17	0,2				0,2	0,2	0,4	0,2
Срок наблюдения 20 ч								
0—1	3,0	3,4	1,6	1,4	4,6	3,2	2,2	4,9
2—5	3,0	4,8	5,4	10,2	8,0	8,5	6,1	6,7
6—9	0,8	0,6	1,4	2,6	2,8	3,2	3,2	1,0
10—13	0,4	0,2	0,2	0,2	1,0	2,0	1,0	1,4
14—17	0,2	0,2			0,4			0,2

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Февраль								
Срок наблюдения 2 ч								
0—1	4,5	1,3	4,0	5,1	4,9	3,7	2,3	3,4
2—5	5,6	3,3	4,7	7,8	6,5	6,8	4,5	6,9
6—9	1,7	1,9	1,5	2,4	2,4	1,7	2,2	2,6
10—13	0,4	0,2	0,4	2,2	0,4	1,5	1,7	0,9
14—17				0,2		0,2		0,2
Срок наблюдения 8 ч								
0—1	2,2	2,4	4,9	4,4	5,4	4,2	2,6	4,0
2—5	5,6	2,7	5,4	6,9	7,5	6,5	6,5	6,5
6—9	1,8	1,1	2,4	3,4	2,7	1,1	2,2	2,4
10—13	0,5		0,5	1,1	0,7	0,5	0,2	1,1
14—17				0,2				0,2
18—20								0,2
Срок наблюдения 14 ч								
0—1	3,5	2,4	1,7	3,0	4,9	3,3	0,6	2,0
2—5	6,2	2,4	5,5	8,6	8,4	7,0	6,6	8,0
6—9	2,7	1,4	2,0	3,5	4,0	1,3	2,4	2,7
10—13	0,5	0,2	0,5	1,1	0,5		0,2	1,8
14—17				0,2	0,2		0,5	
18—20							0,2	
Срок наблюдения 20 ч								
0—1	3,5	1,1	3,7	4,2	5,4	2,7	4,0	4,0
2—5	5,8	5,0	5,0	6,6	8,0	6,6	5,0	7,0
6—9	2,0	1,5	1,5	3,5	1,7	1,7	2,4	2,0
10—13	0,6		0,9	2,0	0,9	0,2	1,1	0,2
14—17								
18—20								0,2
Март								
Срок наблюдения 2 ч								
0—1	2,2	5,2	4,2	4,9	5,5	4,8	6,0	3,4
2—5	4,2	5,0	6,7	6,5	4,6	5,9	4,6	5,8
6—9	2,2	1,6	1,6	1,8	0,6	1,2	2,6	2,8
10—13	0,4	0,2		0,6	1,9		0,2	1,6
14—17	0,4	0,2		0,2			0,2	0,2
Срок наблюдения 8 ч								
0—1	3,6	4,0	3,2	3,6	4,8	5,7	5,1	4,8
2—5	3,4	6,7	6,9	5,7	5,7	5,0	6,5	7,3
6—9	1,8	1,4	1,6	0,8	0,8	2,0	2,0	2,4
10—13	0,4		0,2	1,0	0,8	0,4	0,8	0,8
14—17		0,2		0,2				0,2
18—20								0,2
Срок наблюдения 14 ч								
0—1	1,0	1,0	2,4	3,0	2,0	3,4	2,4	2,4
2—5	3,0	8,5	7,1	7,3	6,5	5,3	7,9	6,7
6—9	3,4	1,8	2,0	2,6	2,8	1,6	2,6	5,3
10—13	0,4	0,6	0,2	0,6	1,0	1,0	0,8	2,0
14—17	0,2	0,2			0,4	0,2		0,2
18—20								0,2

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Срок наблюдения 20 ч								
0—1	3,8	3,6	4,8	3,6	4,2	4,2	4,2	4,0
2—5	4,8	5,7	7,8	5,3	5,1	6,5	7,3	6,1
6—9	2,0	2,0	1,2	1,8	0,8	0,2	1,2	2,6
10—13	0,4	0,2	0,6	1,2	1,2	0,8	0,8	1,0
14—17	0,2	0,2		0,2	0,4			
Апрель								
Срок наблюдения 2 ч								
0—1	3,8	4,8	3,5	6,7	6,9	4,9	6,1	6,6
2—5	3,8	3,5	4,3	7,5	7,2	5,7	6,6	5,6
6—9	1,0	0,8	1,2	0,8	1,4	1,2	1,0	1,9
10—13	0,6		0,2	0,4	0,8	0,2	0,6	0,4
Срок наблюдения 8 ч								
0—1	3,5	3,2	4,0	5,9	4,8	4,7	4,4	3,5
2—5	4,4	5,9	6,2	8,8	10,2	5,8	7,8	6,3
6—9	0,6	0,8	1,0	1,2	1,0	0,6	1,6	1,4
10—13	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2		0,4	0,6
Срок наблюдения 14 ч								
0—1	0,4	2,0	0,4	1,2	1,2	1,6	2,0	1,0
2—5	6,1	5,3	4,4	8,9	9,6	7,9	7,5	6,4
6—9	1,9	1,2	2,3	4,8	4,2	3,8	3,5	4,8
10—13	0,4	0,2	0,6	1,0	2,0	0,8	0,4	1,4
14—17					0,8			
Срок наблюдения 20 ч								
0—1	2,9	2,1	1,5	6,3	6,3	3,4	5,1	4,9
2—5	6,2	4,9	4,0	10,7	8,0	6,3	7,8	6,3
6—9	0,4	0,6	1,3	1,9	1,9	1,0	1,5	1,7
10—13	0,8	0,2	0,2	1,0	0,6			
14—17							0,2	
Май								
Срок наблюдения 2 ч								
0—1	5,3	7,1	3,6	5,7	9,2	4,9	5,9	9,1
2—5	7,3	5,3	4,4	3,8	4,8	2,0	6,3	7,3
6—9	0,6	1,0	1,0	0,4	0,8	0,4	1,0	1,6
10—13	0,4			0,2			0,2	0,4
Срок наблюдения 8 ч								
0—1	4,8	5,0	4,5	3,9	5,9	3,4	3,2	4,2
2—5	7,0	8,9	8,2	5,9	5,6	3,6	4,7	8,6
6—9	1,6	1,8	0,8	1,4	0,8	0,4	1,6	3,2
10—13	0,2	0,2			0,2		0,2	0,2
Срок наблюдения 14 ч								
0—1	0,8	1,4	1,4	2,0	1,6	1,8	1,2	1,4
2—5	6,0	8,0	5,6	6,7	6,5	7,0	8,2	9,8
6—9	3,6	3,6	3,0	2,6	3,0	1,8	3,6	5,4
10—13	0,6	0,4	0,2	0,4	1,2	0,6	1,0	0,6
Срок наблюдения 20 ч								
0—1	5,1	3,6	4,2	3,0	4,8	4,2	3,0	5,7
2—5	8,6	7,9	6,3	5,2	5,6	3,8	7,2	9,6
6—9	2,0	1,0	0,4	1,0	0,8	0,2	1,0	3,0
10—13	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Июнь								
Срок наблюдения 2 ч								
0-1	6,4	3,5	3,5	10,0	9,8	5,7	8,2	10,5
2-5	3,9	3,7	4,3	3,9	2,2	3,9	3,4	8,3
6-9	1,8	0,4	1,2	1,8	0,2	0,4	0,8	1,2
10-13							0,2	0,6
14-17								0,2
Срок наблюдения 8 ч								
0-1	3,9	5,0	3,9	6,2	6,5	5,0	5,0	4,2
2-5	8,8	6,1	5,8	6,4	4,5	2,7	7,2	10,8
6-9	1,0	0,8	0,6	0,6	0,6		1,3	1,9
10-13							0,2	0,6
14-17							0,2	0,2
Срок наблюдения 14 ч								
0-1	0,8	1,0	0,6	2,3	1,6	2,3	2,1	2,7
2-5	8,6	6,4	5,1	8,2	7,0	5,9	7,8	13,2
6-9	2,7	0,6	1,0	2,5	2,7	1,9	2,1	6,3
10-13	0,4	0,2	0,2	0,8	0,6	0,2	1,0	0,8
14-17	0,2							0,2
Срок наблюдения 20 ч								
0-1	3,7	4,2	2,3	5,9	5,3	3,7	5,6	6,1
2-5	9,4	5,6	5,7	5,2	4,4	5,5	7,6	11,9
6-9	1,4		0,4	0,6	0,8	0,4	0,8	1,9
10-13	0,2		0,2	0,2	0,2		0,4	0,4
Июль								
Срок наблюдения 2 ч								
0-1	9,4	4,4	3,6	5,1	5,7	6,5	11,6	9,4
2-5	6,3	4,4	3,8	2,4	3,0	2,8	8,9	6,7
6-9	0,4	0,8	0,6		0,2	0,2	1,4	1,8
10-13	0,2						0,2	
14-17							0,2	
Срок наблюдения 8 ч								
0-1	4,7	3,2	3,8	1,8	5,0	5,0	5,9	7,1
2-5	8,0	7,1	5,5	4,2	5,3	3,2	9,6	12,2
6-9	1,0	0,6	0,6	0,6	0,2	0,4	1,4	3,0
10-13	0,2				0,2	0,2		
Срок наблюдения 14 ч								
0-1	2,6	1,2	1,8	1,8	1,8	1,8	1,0	1,2
2-5	8,7	7,0	4,4	5,9	7,0	9,0	10,8	10,4
6-9	3,2	1,4	1,4	0,8	1,4	2,4	4,0	5,8
10-13	0,2		0,2		0,2	0,2	1,0	1,2
14-17					0,2			
Срок наблюдения 20 ч								
0-1	7,1	3,6	2,6	3,6	4,0	5,1	5,9	6,1
2-5	8,2	6,1	4,4	2,8	4,2	5,9	10,5	13,5
6-9	1,2	1,4	0,8	0,4	0,2	0,2	1,4	0,2
10-13	0,2							0,2
14-17								0,2

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
------------------	---	----	---	----	---	----	---	----

Август

Срок наблюдения 2 ч

0—1	7,5	5,2	4,0	3,6	5,7	7,9	9,7	11,4
2—5	3,6	6,4	4,8	2,0	3,0	4,6	8,5	7,5
6—9	0,6	0,4	0,6	0,2		0,4	0,8	0,4
10—13		0,2			0,2		0,6	
14—17	0,2							

Срок наблюдения 8 ч

0—1	5,8	4,8	6,2	3,0	5,7	6,1	7,3	7,1
2—5	7,6	5,8	2,6	5,6	4,4	4,8	7,5	8,7
6—9	0,4	1,4	0,4		0,2	0,6	1,2	1,6
10—13		0,4				0,2	0,4	
14—17		0,2						

Срок наблюдения 14 ч

0—1	2,2	1,0	3,6	2,2	2,2	2,8	2,4	2,6
2—5	5,5	5,5	6,1	4,6	4,9	9,8	7,5	11,6
6—9	1,8	2,8	2,0	1,6	2,4	3,2	4,9	3,8
10—13	0,4		0,2			0,4	1,4	0,4
14—17							0,2	

Срок наблюдения 20 ч

0—1	5,8	4,8	4,6	4,2	5,4	7,5	9,6	8,7
2—5	5,8	5,8	5,3	3,4	3,8	6,3	7,1	8,1
6—9	0,6	0,6				0,4	0,2	0,8
10—13	0,2					0,4	0,2	0,4

Сентябрь

Срок наблюдения 2 ч

0—1	3,5	3,1	3,8	5,8	10,7	10,4	7,4	6,7
2—5	3,5	1,8	3,1	2,9	6,5	7,6	9,1	6,0
6—9		0,6	0,2	0,2	0,2	1,8	3,1	0,6
10—13	0,6				0,2	0,2	0,4	

Срок наблюдения 8 ч

0—1	3,9	3,3	4,3	6,4	11,1	8,0	7,0	5,7
2—5	4,4	2,9	3,1	4,4	6,2	7,0	8,2	5,7
6—9	0,2			0,2	0,6	1,6	2,7	2,1
10—13	0,4						0,6	

Срок наблюдения 14 ч

0—1	1,7	1,0	1,9	0,6	3,2	2,8	1,9	1,2
2—5	5,6	3,1	4,2	6,0	11,9	10,7	11,9	8,4
6—9	2,0	0,4	0,4	1,0	2,7	3,4	6,4	3,4
10—13	0,6			0,2		1,2	1,4	0,6
14—17								
18—20							0,2	

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
------------------	---	----	---	----	---	----	---	----

Срок наблюдения 20 ч

0—1	5,9	3,5	1,9	3,5	9,4	9,2	7,9	7,1
2—5	4,8	2,1	3,2	4,7	6,3	9,8	10,1	5,6
6—9	0,4	0,6		0,4		0,8	0,4	1,2
10—13	0,2				0,2		0,2	0,6

Октябрь

Срок наблюдения 2 ч

0—1	3,0	1,8	2,2	5,2	7,5	7,9	5,7	6,5
2—5	3,0	1,6	2,4	4,0	8,3	7,5	7,7	7,7
6—9	1,6	0,8	1,0	1,8	0,8	1,6	3,2	2,2
10—13	0,2	0,2	0,4	0,6	0,2	0,6	1,6	0,4
14—17	0,2				0,2	0,2		
18—20							0,2	

Срок наблюдения 8 ч

0—1	3,0	2,8	2,2	4,9	8,1	6,3	4,9	5,5
2—5	2,2	2,0	3,8	6,1	8,7	8,3	7,1	9,1
6—9	1,2	0,2	1,2	0,6	0,6	1,4	3,0	2,4
10—13	0,4	0,4	0,4	0,6	0,2	0,2	0,8	1,0
14—17						0,2	0,2	

Срок наблюдения 14 ч

0—1	1,0	1,4	1,8	1,4	2,4	2,2	1,4	1,4
2—5	6,1	3,6	3,4	5,7	11,3	11,8	8,3	7,7
6—9	1,6	1,2	1,0	1,4	3,2	5,0	4,6	5,3
10—13	0,6		0,4	0,2	1,0	0,8	1,2	1,2
14—17						0,2		0,2

Срок наблюдения 20 ч

0—1	3,0	2,6	1,8	2,8	7,5	6,9	8,1	7,7
2—5	3,6	1,6	2,8	6,5	9,7	7,9	6,2	8,3
6—9	0,2	0,6	1,0	1,2	1,2	1,6	1,8	1,8
10—13	0,4		0,2	0,4		0,4	1,0	0,4
14—17					0,2			0,6

Ноябрь

Срок наблюдения 2 ч

0—1	1,6	1,4	3,7	3,5	7,3	5,4	3,5	2,5
2—5	1,8	1,4	6,4	11,9	8,0	7,6	7,2	4,0
6—9	0,6	0,6	2,1	4,6	4,2	1,9	1,2	1,6
10—13	0,2	0,4	0,6	1,2	1,2	0,6	0,4	0,6
14—17	0,2			0,4		0,2		

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
------------------	---	----	---	----	---	----	---	----

Срок наблюдения 8 ч

0—1	0,6	0,8	1,9	5,2	7,3	6,1	3,3	1,2
2—5	3,1	2,8	7,0	11,5	9,3	7,3	5,9	4,5
6—9	1,2	0,6	1,7	5,9	3,3	0,8	1,4	2,1
10—13	0,4	0,2	0,4	1,2	0,6	0,8	0,6	0,6
14—17	0,2							0,2

Срок наблюдения 14 ч

0—1	0,6	0,2	1,6	3,9	4,2	2,5	2,7	1,6
2—5	2,9	2,3	5,8	12,9	11,0	7,9	7,6	4,8
6—9	0,8	0,6	2,7	5,7	4,2	2,7	3,1	2,3
10—13		0,6	0,6	1,4	0,8	0,2	0,4	0,8
14—17				0,6				

Срок наблюдения 20 ч

0—1	0,9	2,0	4,4	4,8	4,4	5,4	2,7	2,0
2—5	1,5	1,8	5,4	14,5	10,2	6,0	6,1	4,4
6—9	1,1	1,3	2,2	5,1	4,0	2,2	2,0	0,6
10—13	0,4	0,6	0,9	0,6	1,3	0,4		0,4
14—17				0,2			0,2	

Декабрь

Срок наблюдения 2 ч

0—1	1,2	2,2	2,2	2,4	7,1	4,6	3,2	3,2
2—5	2,8	2,2	5,5	10,4	9,3	9,8	5,3	4,0
6—9	0,2	0,8	1,8	2,8	3,8	2,6	1,4	2,4
10—13	0,4	0,2	0,2	2,4	2,0	0,6	1,2	0,6
14—17				0,2			0,6	
18—20				0,2			0,2	

Срок наблюдения 8 ч

0—1	2,0	1,0	3,2	1,8	5,1	5,1	3,8	3,8
2—5	2,0	3,6	6,7	10,1	11,0	8,7	5,1	3,4
6—9	1,0	0,2	2,6	3,2	3,8	1,6	2,0	1,6
10—13	0,4	0,2	0,2	1,6	1,4	1,4	0,6	0,6
14—17					0,6	0,4	0,2	

Срок наблюдения 14 ч

0—1	1,0	1,0	1,4	3,2	4,5	4,3	2,0	1,6
2—5	3,0	4,9	5,5	9,0	13,2	11,4	6,0	4,5
6—9	0,8	0,6	3,0	4,1	3,2	2,8	2,0	0,8
10—13	0,4	0,2	0,2	1,4	0,8	0,8	1,2	
14—17					0,4	0,2		

Срок наблюдения 20 ч

0—1	1,0	0,4	2,0	4,5	3,6	4,3	2,2	2,4
2—5	3,8	4,3	7,3	9,9	13,8	11,0	4,7	3,4
6—9	0,6	0,6	1,6	3,4	2,8	2,8	2,4	1,6
10—13		0,2		1,2	1,2	1,2	1,0	0,4
14—17							0,2	0,2

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Повторяемость (%) ясного (0—2 балла), полuyсного (3—7 баллов) и пасмурного (8—10 баллов) состояния неба в различные часы суток

Месяц	Время, ч	Общая облачность, баллы			Нижняя облачность, баллы		
		0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10
I	2	18	3	79	25	3	72
	8	15	3	82	21	3	76
	14	13	9	78	28	7	65
	20	19	6	75	29	4	67
II	2	22	5	73	31	4	65
	8	12	5	83	20	5	75
	14	13	9	78	32	7	61
	20	25	5	70	35	4	61
III	2	34	3	63	42	4	54
	8	19	10	71	35	5	60
	14	21	16	63	41	13	46
	20	29	11	60	47	7	46
IV	2	44	10	46	57	4	39
	8	28	13	59	51	9	40
	14	16	21	63	34	25	41
	20	23	20	57	46	19	35
V	2	51	14	35	64	8	28
	8	32	16	52	59	12	29
	14	12	31	57	24	41	35
	20	25	25	50	50	24	26
VI	2	46	19	35	61	13	26
	8	35	20	45	63	12	25
	14	10	39	51	20	51	29
	20	25	26	49	52	27	21
VII	2	42	25	33	64	11	25
	8	32	21	47	61	14	25
	14	10	34	56	21	50	29
	20	23	29	48	53	27	20
VIII	2	56	12	32	68	9	23
	8	30	18	52	57	13	30
	14	11	34	55	24	48	28
	20	26	29	45	56	25	19
IX	2	48	11	41	61	7	32
	8	24	12	64	44	12	44
	14	13	26	61	30	32	38
	20	31	24	45	50	19	31
X	2	30	6	64	38	5	57
	8	12	10	78	26	8	66
	14	10	18	72	27	16	57
	20	28	11	61	39	8	53
XI	2	17	5	78	23	4	73
	8	10	7	83	18	5	77
	14	7	10	83	19	7	74
	20	16	4	80	22	3	75
XII	2	13	4	83	18	3	79
	8	9	5	86	16	3	81
	14	7	7	86	18	5	77
	20	15	3	82	19	2	79

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Повторяемость (%) основных форм облаков в различные часы суток

Облака	Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Перистые	2	6	4	9	9	14	24	20	12	12	7	11	7	13
	8	12	20	28	30	33	38	37	38	31	32	30	13	32
	14	25	27	27	28	37	43	39	34	38	28	34	29	34
	20	7	6	25	37	41	46	43	37	31	13	12	6	31
Перисто-кучевые	2	1		0,4	2	0,3	0,3	0,3	0,3	1				0,5
	8	1	1	1	3	1	5	2	3	2	2	3	1	2
	14	2	2	2	2	1	3	1	2	3	1	2	2	2
	20			1	3	2	3	2	2					1
Перисто-слоистые	2	4	5	5	3	2	4	0,3	2	3	3	6	5	3
	8	3	2	5	6	5	5	3	3	5	2	6	9	4
	14	2	12	8	14	6	4	4	6	7	4	7	9	7
	20	4	7	4	7	4	4	4	5	4	5	2	4	5
Высоко-кучевые	2	4	7	6	13	14	20	18	16	15	14	15	8	14
	8	10	11	19	25	33	34	40	36	30	29	20	18	29
	14	18	20	13	17	15	18	20	27	22	26	21	13	20
	20	8	9	13	20	27	31	32	32	18	13	12	7	22
Высокослоистые	2	17	6	4	4	2	2	4	5	2	5	7	6	4
	8	11	6	7	9	8	7	7	10	9	8	9	6	8
	14	16	12	9	8	4	5	6	8	6	10	11	9	8
	20	10	8	7	11	15	9	10	11	7	5	8	6	8

Облака	Время, ч	I	II	III
Кучевые	2	0,2 1	2	9 0,4
	8			
	14			
	20			
Кучево-дождевые	2	1 2 4	0,5 1 4 2	1 1 4 2
	8			
	14			
	20			
Слоисто-кучевые	2	28 31 26 28	32 34 26 28	27 30 24 30
	8			
	14			
	20			
Слоисто-дождевые	2	22 23 19 19	20 23 18 20	17 17 10 12
	8			
	14			
	20			
Слоистые	2	21 26 24 23	15 20 18 14	11 15 15 10
	8			
	14			
	20			
Разорванно-дождевые	2	11 13 12 11	11 13 12 11	8 9 7 7
	8			
	14			
	20			
Неба не видно из-за тумана или метели	2	8 11 9 7	9 14 10 5	6 12 4 4
	8			
	14			
	20			

IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
0,2		1	1	0,2					0,2
2	5	9	7	4	2	0,3	0,3		3
39	62	67	70	62	46	23	4	0,3	34
2	9	17	16	9	0,2		0,2		5
3	7	14	8	10	5	2	1	1	5
3	6	10	6	7	5	3	1	2	4
16	20	26	23	23	17	12	4	4	14
13	21	31	26	22	13	4	2	1	12
22	32	43	31	23	30	39	30	25	30
28	29	23	21	23	26	41	33	25	28
25	26	22	23	20	30	38	35	26	27
47	49	43	43	45	57	44	35	22	40
13	5	3	6	5	5	11	16	22	12
12	6	5	5	6	7	10	16	24	12
8	3	3	3	3	6	9	14	21	9
7	3	2	3	2	4	11	15	20	10
4	2	0,4	1	2	3	9	24	32	10
6	4	6	8	10	10	15	28	34	15
3	1	0,2	2	1	3	9	23	30	10
2	0,2	0,2	0,2	0,2	2	8	25	34	9
9	5	3	4	5	5	12	12	14	8
11	8	8	6	9	12	17	14	16	11
10	6	5	4	7	12	16	14	18	10
11	5	4	4	4	7	12	14	14	8
2		0,4	0,2	1	1	4	10	14	5
5	2	2	1	5	9	13	17	17	9
0,4						2	13	16	4
0,4						2	9	11	4

УКАЗАТЕЛЬ ТАБЛИЦ

1. Начало и конец дня и сумерек (ч мин) в Могилеве	14
2. Начало и конец облучения стен прямой солнечной радиацией (ч мин) при безоблачном небе на 15-е число	17
3. Возможная суточная продолжительность (ч) облучения прямой солнечной радиацией стен различной ориентации и горизонтальной поверхности	18
4. Суточные суммы радиации (МДж/м ²) при безоблачном небе	20
5. Месячные и годовые суммы радиации (МДж/м ²) при действительных условиях облачности	22
6. Среднее альbedo <i>A</i> различных покрытий	24
7. Значения коэффициента $k_s = S_{скл}/S'$ для склонов с различным углом наклона α	25
8. Суммы фотосинтетически активной радиации (МДж/м ²)	26
9. Средняя освещенность (кя) горизонтальной поверхности	27
10. Определение сумеречной освещенности по глубине или времени погружения солнца	28
11. Повторяемость (%) различных барических образований	31
12. Типы погоды в зимнем (декабрь—февраль) сезоне	36
13. Типы погоды в летнем (июнь—август) сезоне	37
14. Средние значения и абсолютные экстремумы атмосферного давления <i>p</i> (гПа)	38
15. Повторяемость (%) разных направлений ветра и штилей	39
16. Повторяемость (%) разных направлений ветра и штилей в различные часы суток	41
17. Средние многолетние, максимальные и минимальные значения средней месячной и годовой скорости ветра (м/с), ее средние квадратические отклонения	41
18. Повторяемость (%) скорости ветра по градациям	43
19. Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с) в различные часы суток	43
20. Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с) по направлениям	44
21. Число дней <i>n</i> с сильным ветром по сезонам	44
22. Повторяемость (%) сильных ветров (15 м/с и более) по направлениям	44
23. Число дней со скоростью ветра хотя бы в один из сроков более указанного предела и во все сроки менее 6 м/с	45
24. Наибольшие скорости ветра (м/с) по направлениям, возможные один раз в 5, 10, 20 и 50 лет	46
25. Средние многолетние, максимальные и минимальные значения средней месячной и годовой температуры воздуха (°С)	46
26. Средняя температура воздуха (°С) по декадам	48
27. Повторяемость (%) различных градаций средней месячной и годовой температуры воздуха	49
28. Средняя месячная температура воздуха (°С) различной обеспеченности	50

29. Число дней со средней суточной температурой воздуха в различных пределах	50
30. Суточный ход температуры воздуха (°C)	51
31. Суточная амплитуда температуры воздуха (°C) независимо от состояния неба и при различном состоянии неба (по нижней облачности)	52
32. Повторяемость (%) различных градаций суточной амплитуды температуры воздуха	52
33. Повторяемость (%) различных градаций междусуточной изменчивости температуры воздуха и средняя междусуточная изменчивость	52
34. Минимальная температура воздуха (°C)	54
35. Экстремальные температуры воздуха (°C) по сезонам	—
36. Число дней с минимальной температурой воздуха в различных пределах	—
37. Даты первого заморозка различной вероятности	55
38. Даты последнего заморозка различной вероятности	56
39. Среднее число дней с отрицательной температурой во все часы суток, с переходом температуры через 0 °C, с положительной температурой во все часы суток и с оттепелью	56
40. Повторяемость (%) морозных периодов и периодов с оттепелью различной непрерывной продолжительности, средняя и наибольшая непрерывная продолжительность	57
41. Повторяемость P (%) дней в различной максимальной температурой при оттепелях	57
42. Максимальная температура воздуха (°C)	58
43. Число дней с максимальной температурой воздуха в различных пределах	58
44. Даты наступления средних суточных температур воздуха выше или ниже определенных пределов различной обеспеченности	59
45. Продолжительность τ (дни) периода со средними суточными температурами выше определенных пределов различной обеспеченности	59
46. Суммы средних суточных температур воздуха (°C) выше 0, 5, 10, 15 °C различной вероятности	60
47. Средняя непрерывная продолжительность (дни) интервалов со средней суточной температурой выше или ниже заданного уровня	60
48. Расчетные температуры холодного периода для проектирования	61
49. Средняя температура воздуха (°C) в зависимости от направления ветра	62
50. Средняя месячная, максимальная и минимальная температура (°C) поверхности почвы	63
51. Средняя месячная температура верхних слоев почвы (°C) по колечатым термометрам	64
52. Глубина промерзания почвы (см)	65
53. Средние многолетние, максимальные и минимальные значения средних месячных и годовых характеристик влажности воздуха, их средние квадратические отклонения	69
54. Значение характеристик влажности в различные часы суток	70
55. Повторяемость (%) относительной влажности воздуха в 14 ч в различных пределах	71
56. Число дней с относительной влажностью воздуха 30 % и ниже в один из сроков наблюдений и 80 % и выше в 14 ч	71
57. Среднее многолетнее количество осадков (мм)	72
58. Повторяемость (%) отклонений месячных сумм осадков (Δx) от средних в различных пределах	74
59. Повторяемость (%) годового максимума и годового минимума осадков	74
60. Наибольшие и наименьшие месячные и годовые суммы осадков и суммы различной обеспеченности	75
61. Максимумы суточного количества осадков (мм) различной обеспеченности	75
62. Число дней с различным количеством осадков	76
63. Число дней с твердыми, жидкими и смешанными осадками	76

64. Среднее число сухих и дождливых периодов в теплое время года	78
65. Средние даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова и продолжительность периода с устойчивым снежным покровом	80
66. Даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова различной обеспеченности	80
67. Средняя декадная высота снежного покрова (см) по постоянной рейке на метеоплощадке	81
68. Повторяемость (%) различных высот снежного покрова по декадам (рейка на метеоплощадке)	82
69. Повторяемость (%) ясного, полuyaсного и пасмурного состояния неба	84
70. Повторяемость различных градаций нижней облачности при определенных градациях общей облачности	85
71. Число ясных и пасмурных дней по общей и нижней облачности	86
72. Средняя месячная и годовая облачность (баллы) в различные часы суток	88
73. Повторяемость основных форм облаков	88
74. Число дней n с туманом	90
75. Повторяемость (%) различного числа дней с туманом по месяцам	90
76. Суммарная продолжительность τ (ч) туманов	91
77. Повторяемость (%) туманов различной продолжительности	91
78. Среднее число дней n с гололедно-изморозевыми отложениями на проводах	92
79. Повторяемость (%) различной продолжительности обледенения проводов	93
80. Максимальная величина отложения на проводах	93
81. Повторяемость (%) различных значений большого диаметра отложения	94
82. Повторяемость (%) различных направлений ветра и штилей при максимальных размерах отложений на проводах	94
83. Повторяемость (%) различной скорости ветра при максимальных размерах отложений на проводах	94
84. Повторяемость (%) температуры воздуха в различных пределах при максимальных размерах отложений на проводах	95
85. Повторяемость (%) атмосферных явлений при максимальных размерах отложений на проводах	95
86. Коэффициенты пересчета массы отложений с провода гололедного станка (диаметр 5 мм, высота 2 м) на провод ЛЭП (диаметр 10 мм, высота 10 м)	96
87. Массы отложений на проводах гололедного станка (диаметр 5 мм, высота 2 м) и ЛЭП (диаметр 10 мм, высота 10 м) и гололедные нагрузки на них, возможные один раз в заданное число лет	96
88. Число дней с метелями n и поземками n^*	97
89. Суммарная продолжительность τ (ч) метелей	98
90. Повторяемость (%) метелей различной продолжительности	98
91. Повторяемость (%) температуры воздуха в различных пределах при метелях	98
92. Число дней n с грозой	100
93. Повторяемость (%) различного числа дней с грозой по месяцам	100
94. Суммарная продолжительность τ (ч) гроз	101
95. Повторяемость (%) гроз различной продолжительности	101
96. Число дней с градом	101
97. Повторяемость (%) различного числа дней с градом в отдельные месяцы	102
98. Значения аномалий средней месячной и средней годовой температуры воздуха 20%-ной обеспеченности	103
99. Повторяемость (%) различных сочетаний характеристик двух соседних месяцев по температуре	104
100. Повторяемость (число случаев за 75 лет, %) температурных аномалий одного знака в течение нескольких месяцев подряд	105

101. Повторяемость аномальных (по температуре) и следующих за аномальными сезонам	105
102. Значения аномалий месячных сумм осадков (мм), соответствующие значениям аномалий, заданным в процентах нормы	107
103. Повторяемость (%) различных аномалий сумм осадков	107
104. Повторяемость (%) различных сочетаний характеристик двух соседних месяцев по осадкам	109
105. Повторяемость (число случаев за 60 лет, %) месячных аномалий сумм осадков в течение нескольких месяцев подряд	109
106. Повторяемость аномальных (по осадкам) и следующих за аномальными периодам	110
107. Повторяемость различных сочетаний месячных аномалий сумм осадков и температуры воздуха	111
108. Повторяемость (%) душной погоды	115
109. Средние и экстремальные значения эквивалентно-эффективных и приведенных температур	115
110. Теплопродукция и теплоотдача (Вт) тела человека при различных условиях	116
111. Потоотделение (μ) и показатель напряженности терморегуляторной системы (M)	117
112. Сведения о температурном и ветровом режиме в наиболее теплую (1974-75 г.) и наиболее холодную (1953-54 г.) зимы	122
113. Отклонение данных метеостанции Могилев от фоновых данных	126

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ВВЕДЕНИЕ	5
1.1. Физико-географические условия и особенности города	5
1.2. Гидрологическая характеристика р. Днепра у Могилева	8
1.3. История развития метеорологических наблюдений в городе	10
2. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ	12
2.1. Астрономические факторы	12
2.2. Солнечная радиация и радиационный баланс	18
2.3. Естественная освещенность	26
3. АТМОСФЕРНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ	30
3.1. Особенности циркуляции	30
3.2. Атмосферное давление	37
3.3. Ветер	39
4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ	47
4.1. Температура воздуха	47
4.2. Температура почвы	62
5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ	67
5.1. Влажность воздуха	67
5.2. Атмосферные осадки	72
5.3. Снежный покров	79
6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ	84
6.1. Облачность	84
6.2. Туманы	89
6.3. Гололедно-изморозевые отложения	91
6.4. Метели	96
6.5. Грозы и град	99
7. АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ОСАДКОВ	103
8. КОМПЛЕКСНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ХАРАКТЕРИСТИКА БИОКЛИМАТА	112

9. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИМАТА МОГИЛЕВА	118
9.1. Основные черты климата	118
9.2. Особенности сезонов	119
9.3. Особенности городского климата	125
 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	 128
 Приложения	
1. Период наблюдений, использованный в таблицах	129
2. Освещенность горизонтальной поверхности (кл) для различных высот солнца и различной облачности без снежного покрова	130
3. Освещенность горизонтальной поверхности (кл) для различных высот солнца и различной облачности при снежном покрове	131
4. Повторяемость (%) скорости ветра по градациям в различные часы суток	132
5. Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и на- правления ветра	133
6. Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направле- ния ветра в разные часы суток	135
7. Повторяемость (%) ясного (0—2 балла), полуюсного (3—7 бал- лов) и пасмурного (8—10 баллов) состояния неба в различные часы суток	142
8. Повторяемость (%) основных форм облаков в различные часы суток	143
 УКАЗАТЕЛЬ ТАБЛИЦ	 145