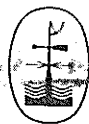


ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
БЕЛОРУССКОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
БЕЛОРУССКИЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

КЛИМАТ Витебска

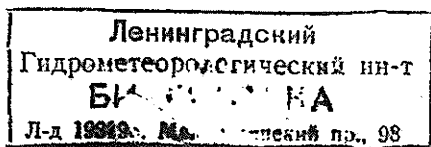
Под редакцией канд. техн. наук И. А. САВИКОВСКОГО
и канд. геогр. наук Ц. А. ШВЕР



Ленинград Гидрометеониздат
1981

В книге описывается климатический режим Витебска по данным многолетних метеорологических наблюдений. Описание включает как краткую характеристику сезонов в целом, так и подробные данные по каждому метеорологическому элементу (температура, влажность, давление, ветер, облачность, осадки, атмосферные явления и др.).

Книга рассчитана на специалистов — градостроителей, энергетиков, работников городского хозяйства, транспорта, медицины, географов, климатологов. Может представлять интерес и для более широкого круга читателей, которые хотят ознакомиться с климатом своего города.



К 20807-094 5-79(2). 1903040000
069(02)-81

© Белорусское республиканское управление
по гидрометеорологии и контролю
природной среды (Белорусское УГКС), 1981 г.

312814

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учет климатических особенностей города необходим при планировании социально-экономического развития и строительства городов, при проектировании промышленного, гражданского и жилищного строительства, при организации и проведении санитарно-профилактических мероприятий и мероприятий по охране труда. В предлагаемой книге систематизирован и обобщен весь материал метеорологических наблюдений в Витебске. Обобщение проводилось с учетом методических рекомендаций отдела прикладной климатологии Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова (ГГО).

Использованы таблицы «Справочника по климату СССР», вып. 7, части I—V, в которые внесены некоторые коррективы в соответствии с данными наблюдений последних лет. Получен ряд новых характеристик климата Витебска, не входивших в Справочник, в частности данные по сочетаниям температуры и влажности, средние и экстремальные значения метеорологических величин по сезонам года, отклонения средних месячных величин от нормы, характеристики гололедно-изморозевых явлений, величины снегопереноса при метелях и др. На основе специального исследования рассмотрены повторяемости и связи аномалий средней месячной температуры и месячной суммы осадков. Расчетным путем получены характеристики радиационного режима Витебска.

Климатическое описание Витебска подготовлено сотрудниками Минской гидрометеорологической обсерватории и Бюро погоды Белорусского территориального гидрометеорологического центра З. Х. Таутневой (разд. 1.1—1.3, 2.2, 2.3, 4—6, 8, 9), В. Р. Жумарь (разд. 7, 10), И. А. Савиковским (разд. 3), Е. К. Мацко (разд. 1.4), Б. С. Краснобаевым (разд. 2.1). В обсуждении результатов и редактировании принял участие М. А. Гольберг.

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

Научно-методическое рецензирование книги проведено сотрудниками отдела прикладной климатологии ГГО Ц. А. Швер, Н. Г. Горышиной, Г. И. Прилипко, Л. Г. Васильевой.

1. ВВЕДЕНИЕ

Основные характеристики метеорологических величин, приведенные в книге, — это средние значения, повторяемости, обеспеченности и экстремальные значения (максимумы и минимумы). Осреднение данных позволяет сгладить влияние случайных факторов, нарушающих сравнимость наблюдений, в частности, влияние отдельных изменений погоды. Средние значения служат основным показателем при сравнении климата различных пунктов и рассмотрении годового хода метеорологических величин.

В некоторых таблицах приведено среднее число дней с тем или иным значением величины или атмосферным явлением. Оно может быть и меньше единицы. Например, среднее число дней с грозой в марте равно 0,1. Это означает, что гроза в марте в среднем бывает один раз в 10 лет.

Детальное представление о значениях, которые принимает метеорологическая величина, можно получить из таблицы ее повторяемостей. Под повторяемостью понимается отношение (в процентах) фактического числа случаев (дней, сроков) с данным значением величины к общему числу случаев за весь период наблюдений. 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 82 мм (табл. 67). Это означает, что в 2 % случаев январская сумма осадков не меньше 82 мм, а в 98 % случаев — меньше этой величины. Иначе говоря, сумма осадков 82 мм или больше наблюдается в январе в среднем один раз в 50 лет.

Различают средние и абсолютные экстремумы. Средний максимум (минимум) — 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 и наименьшие средние месячные величины, абсолютные

максимумы и минимумы) выбирались за весь период наблюдений по 1975 г. включительно.

Наблюдения на метеостанции Витебск до 1966 г. проводились в сроки 1, 7, 13, 19 ч по среднему солнечному времени, т. е. в 1 ч 59 мин, 7 ч 59 мин, 13 ч 59 мин и 19 ч 59 мин по московскому декретному времени. В тексте и таблицах эти сроки обозначены соответственно как 2, 8, 14, 20 ч. В тех случаях, когда приведены данные самописца, также указано московское декретное время (без учета перевода часов летом).

Данные по сезонам (зима, весна и т. д.), имеющиеся в ряде таблиц, относятся к календарным интервалам: декабрь — февраль, март — май, июнь — август и сентябрь — ноябрь. Границы климатических сезонов, которые определяются по датам перехода средней суточной температуры воздуха через определенные пределы, даны в разд. 8 «Климатическая характеристика сезонов года».

1.1. Природные условия Витебска и его окрестностей

Витебск — важный промышленный и культурный центр, третий город Белоруссии по числу жителей (297 тыс. жителей по переписи 1979 г.). Площадь города 65 км².

В Витебске имеются многочисленные предприятия легкой и пищевой промышленности, станкостроения и других отраслей. Он является крупным транспортным узлом, от которого отходят 14 железных и автомобильных дорог. В городе — самая крупная пристань на Западной Двине.

Витебск располагается на холмистой местности, местами прорезанной оврагами, глубина которых в окрестностях города достигает 10—12 м. Только южная часть города размещена на открытой равнине. Западная Двина, протекающая в глубоко врезанной долине, пересекает город широкой дугой. В центральной части города река течет с севера на юг. С левого берега в Двину в пределах города впадают Витьба и Лучеса. Левобережье, где находится административный и культурный центр города, отличается пересеченным рельефом.

Рельеф правобережной части города несколько более ровный. Здесь расположены основные промышленные предприятия, находятся железнодорожная и автобусная станции. Город быстро растет вдоль Западной Двины, особенно в правобережной части.

В Витебске имеются большие массивы зеленых насаждений, их общая площадь около 2,7 км². В центре, вдоль широкой поймы р. Витьбы, раскинулся большой парк культуры и отдыха им. Фрунзе, у берегов Двины — парк им. Ленина, Ботанический сад, парковая набережная. Площадь насаждений ежегодно увеличивается.

Район Витебска находится в зоне смешанных лесов. Под лесами и болотами занято около 30 % территории. Больших лесных массивов вблизи города нет, только в 5 км с юго-восточной стороны есть небольшой молодой лес. Почва в городе и окрестностях — в основном подзолистые суглинки на лессовидных породах.

К северу и северо-западу от города располагаются отроги Городокской возвышенности, к северо-востоку вдоль Западной Двины простирается равнинная местность (Суражская равнина). Когда-то она была дном одного из приледниковых озер. Об этом свидетельствуют толщи песчано-глинистых отложений. Лишь кое-где на поверхность выступает морена, слагающая невысокие холмы. В плоских котловинах низины приютились небольшие округлые и лентовидные озера (Тиосто, Вымно и Яновичское).

С востока к Витебску подходит сильно расчлененная Витебская возвышенность. Ее восточное крыло занято широкой моренной грядой, иссеченной многочисленными ручьями и заросшей лесами. В средней ее части находится высшая точка — Горшева гора (295 м над ур. моря). Ближе к Витебску поверхность возвышенности становится волнисто-платообразной. Лесов здесь уже меньше и они чередуются с полями. На участках возвышенности, лежащих у Западной Двины и Лучесы, много оврагов и балок. Западнее Витебска начинается переход к Чашникской низине с многочисленными озерами, окруженными лесами, преимущественно хвойными.

1.2. История метеорологических наблюдений и изученность климата

Первые метеорологические наблюдения в Витебске были начаты еще в 1810 г. Пункт метеонаблюдений был организован при Витебской гимназии, которая находилась в центре города на левом берегу Западной Двины. От реки метеоплощадка отделялась лишь одним кварталом домов. Приборы размещались к юго-западу от высокого здания гимназии на обширном дворе с садиком. Наблюдения велись нерегулярно с большими перерывами. В книге К. С. Веселовского «О климате России» опубликованы данные о температуре воздуха в Витебске за 1810—1812, 1816—1822, 1828—1830, 1838—1840 гг. и 1846 г. и об осадках за 1839—1840, 1842—1843 гг. и 1846 г. После длительного перерыва наблюдения были возобновлены в 1886 г. В 1899 г. наблюдения при гимназии прекратились.

В 1924 г. были начаты метеорологические наблюдения при железной дороге. Станция была расположена в полосе отчуждения Северо-западной железной дороги на юго-западной окраине города. С юга и востока на расстоянии 1,5 км протекала р. Западная Двина.

В 1930 г. метеорологическая площадка была перенесена в пределах полосы отчуждения на небольшую террасу, которая несколько возвышалась над улицей, прилегающей с юго-востока. С юго-западной стороны находилась небольшая роща, отдельные деревья которой подходили к ограде площадки. С северо-восточной стороны вдоль ограды площадки располагались отдельные деревья. На этом месте станция находилась до 1941 г.

В период Отечественной войны станция не работала. В июне 1944 г. станция была восстановлена примерно в 1 км к югу от прежнего места на холмистой местности, пересеченной оврагами глубиной 15—30 м. В 600 м к северу от площадки проходила гряда холмов высотой 20—25 м, в 1 км к югу протекала р. Западная Двина. Ближайшие одноэтажные строения находились в 20 м к северо-западу, в 100 м к юго-западу располагался фруктовый сад.

В октябре 1948 г. станция перенесена на 1 км к юго-юго-западу от прежнего местоположения. Метеорологическая площадка была размещена на возвышенном месте на правом берегу р. Западной Двины, которая протекает в 150 м южнее. С юго-востока, юга, юго-запада и запада на расстоянии 4—8 м площадку огибает овраг глубиной 7—8 м и шириной 15—20 м, по дну которого протекает ручей. В 25 м с северо-востока, в 60 м с востоко-юго-востока и в 150—200 м с северо-запада и запада располагались деревянные постройки.

В ноябре 1953 г. станция перенесена на расстояние 5 км к северо-северо-востоку от прежнего местоположения, на северо-западную окраину Витебска и объединена с гидрологической станцией. Характер окружающей местности — холмы и овраги. В 100 м к северу в крутых берегах протекает р. Западная Двина (ширина 120 м). Отдельные одноэтажные дома расположены в 70 м к востоку, 80 м юго-юго-востоку и 140 м к северо-востоку. В 80 м к югу проходит линия железной дороги.

В декабре 1958 г. станция перенесена на расстояние 8 км к юго-востоку от прежнего местоположения. Окружающая местность также холмистая и изрезана оврагами. В 700 м к западу от станции протекает р. Западная Двина. Метеорологическая площадка расположена в защищенном месте. С запада в 60 м расположен двухэтажный дом высотой 12 м, на северо-востоке в 40 м — одноэтажный дом. С запада и севера на расстоянии 50—60 м располагаются ряды деревьев высотой 12—15 м.

В сентябре 1960 г. метеоплощадка перенесена на 700 м к югу. В 3 м от северо-восточного угла метеоплощадки находился дом, а в 25 м к северу посажены фруктовые деревья, высотой 1,5—2 м. Метеоплощадка была защищена со всех сторон, кроме юго-восточной и южной части горизонта.

В апреле 1971 г. метеоплощадка перенесена на 60 м к востоку. В ближайшем окружении находятся одноэтажные строе-

ния, которые располагаются в 50 м к северо-западу и 80 м к северу, в остальных направлениях место открытое.

Первыми крупными работами по климату, в которых дана характеристика района Витебска, были исследования А. И. Кайгородова. Эти исследования имели важное значение для народного хозяйства республики. В 30-е годы из печати вышли «Климатический атлас Белоруссии», «Сравнительный климатический очерк Белоруссии», «Ветровые ресурсы БССР», «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 метеоэлементов.

Позднее метеорологические наблюдения в Витебске обобщались в ряде публикаций Минской гидрометеорологической обсерватории. В 1965—1968 гг. выходит в пяти частях «Справочник по климату СССР», выпуск 7 (Белорусская ССР). Материал представлен в основном по отдельным метеозлементом в виде таблиц с пояснительным текстом к каждой таблице.

В 1970 г. был издан «Агроклиматический справочник» по Белоруссии. В 1972 г. была опубликована работа «Гололед и изморозь на территории Белорусской ССР». В 1973—1979 гг. в дополнение к «Справочнику по климату СССР» изданы погодичные метеорологические данные за период наблюдений 1951—1965 гг. по температуре воздуха и почвы, осадкам, ветру, влажности воздуха, атмосферным явлениям, снежному покрову.

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

1.3. Общая характеристика климата

Под погодой любого района понимается состояние атмосферы, характеризующее совокупностью значений метеорологических элементов в определенный момент или последовательным изменением их за определенный промежуток времени. Как бы ни были значительны колебания в погоде отдельных лет, они за многолетний период создают определенный, характерный для данной местности режим погоды — климат данной местности. Поэтому текущая погода, ее аномалии являются составной частью климата, и, описывая климат, необходимо характеризовать не только средние значения температуры, ветра, влажности

и других метеоэлементов, но и их возможные и наблюдавшиеся отклонения от средних, экстремальные значения, повторяемости отклонений и т. д.

Обычно климат любой местности формируется под влиянием солнечной радиации, циркуляционных процессов в атмосфере и характера подстилающей поверхности (особенностей растительности, рельефа, почвы, рек, а в условиях города — и степени застройки отдельных его районов). Из перечисленных факторов особенно большая роль в формировании климата Витебска принадлежит атмосферной циркуляции.

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 скорее в меридиональном направлении. Средняя январская температура в Витебске такая же, как в Ленинграде и Сумах, хотя по сравнению с этими пунктами разница в широте составляет 4° . В то же время температура в январе в Витебске на $4,4^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в Калининграде, на 6°C выше, чем в Ульяновске, и на 11°C выше, чем в Новосибирске, находящихся с Витебском примерно на одной широте.

В летние месяцы активность атмосферной циркуляции уменьшается, а роль солнечной радиации в формировании климата увеличивается. Это приводит к более четкой широтной зональности климата. Средняя июльская температура в Витебске такая же, как в Вильнюсе, но несколько ниже, чем в расположенных на той же широте Ульяновске (на $1,6^{\circ}\text{C}$) и Новосибирске (на $0,7^{\circ}\text{C}$).

Климат Витебска и всей Белоруссии определяют как переходный от морского к континентальному и называют умеренно-континентальным. Это определение связано с классификацией климатов Б. П. Алисова, в основу которой положены условия атмосферной циркуляции, выражающиеся в преобладании воздушных масс определенного типа. Витебск находится в умеренном климатическом поясе, где преобладают воздушные массы умеренных широт. В этом поясе выделяют морской и континентальный тип климата. Витебск находится в довольно широкой переходной зоне между этими двумя основными типами климата. Чередование воздушных масс различного происхождения создает характерный для Витебска (особенно для холодного полугодия) неустойчивый тип погоды.

Средняя разность температур самого теплого и самого холодного месяцев составляет 26°C (в Бресте 23°C , в Минске 25°C , в Москве 28°C). Средняя годовая температура воздуха $5,1^{\circ}\text{C}$. Это на $0,3^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в Минске, и на $2,3^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в Бресте. Самый теплый месяц — июль ($18,0^{\circ}\text{C}$), наиболее холодный — январь ($-7,8^{\circ}\text{C}$). 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 -36°C . Максимальная температура воздуха в отдельные годы достигает в июле — августе $34-36^{\circ}\text{C}$.

Преобладающий атлантический воздух обуславливает в Витебске высокую относительную влажность воздуха и значительную облачность, которые в свою очередь способствуют выпадению большого количества осадков. Средняя годовая относительная влажность воздуха 80 %, примерно такая же, как в Минске. В холодное время года средняя месячная влажность доходит до 95 %, в теплый период она не ниже 50 %.

В соответствии с географическим положением Витебска общая длительность светлой части суток за год составляет 4279 ч, фактически же солнце светит в среднем 1797 ч, в остальное время оно закрыто облаками. В Витебске за год бывает 164 пасмурных, 28 ясных и 173 полужасных дня. 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.

Витебск находится в зоне достаточного увлажнения. За год выпадает 620 мм осадков, 71 % 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 антициклональной погодой, когда на Европейской территории Советского Союза (ЕТС) продолжительное время располагается мощный антициклон.

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

Средняя годовая скорость ветра 4,1 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 бывает около девяти дней с сильным ветром.

Таблица 1

Средняя повторяемость различных классов погоды

Номер класса погоды	Класс погоды	Повторяемость, %
1	Жаркая погода	0,0
2	Засушливая погода	0,0
3	Теплая погода	1,4
4	Комфортная погода	28,1
5	Прохладная погода	22,6
6	Холодная погода	47,5
7	Суровая погода	0,4

Средняя повторяемость различных классов погоды в Витебске для строительно-климатического районирования дана в табл. 1, а критерии, по которым погода относится к определенному классу, — в табл. 2. Наименование 4-го класса «Комфортная погода» условно: чаще комфортные условия ограничивают более узкими интервалами температуры и влажности (см. разд. 10 «Комплексные характеристики»).

Таблица 2

Характеристика классов погоды
(цифры в таблице — номера классов)

Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %			
от	до	< 24	25 — 49	50 — 74	> 75
≥ 32,0		2	1	1	1
31,9	28,0	3	3	1	1
27,9	24,0	3	4	3	1
23,9	20,0	4	4	4	3
19,9	12,0	4	4	4	4

Температура воздуха, °С		Скорость ветра, м/с			
от	до	< 1,9	2 — 4,9	5 — 9,9	> 10
11,9	4,0	5	5	5	5
3,9	—11,9	6	6	6	6
—12,0	—19,9	6	6	6	7
—20,0	—27,9	6	6	7	7
—28,0	—35,9	6	7	7	7
< —36,0		7	7	7	7

1.4. Гидрологическая характеристика р. Западной Двины у Витебска

Река Западная Двина, одна из наиболее значительных рек Белоруссии, берет начало из оз. Корякино (в 14 км к юго-западу от с. Пено Калининской области), впадает в Рижский залив у г. Риги. Протекает по Калининской и Смоленской областям РСФСР, Белорусской и Латвийской ССР. Длина реки от истока до устья 1020 км, площадь водосбора 87 900 км², густота речной сети 0,45 км/км², средний уклон 0,18 ‰.

Основные притоки: правые — р. Торопа (длина 174 км), р. Дрисса (длина 183 км); левые — р. Межа (длина 259 км), р. Каспля (длина 136 км), р. Лучеса (длина 90 км), р. Улла (длина 123 км), р. Дисна (длина 178 км), р. Друйка (длина 52 км).

Водосбор асимметричный, вытянут в широтном направлении с востока на запад в виде узкой изогнутой к югу полосы.

Около 27 % площади водосбора занимают массивы сухого леса, размещенные неравномерно. Озерность водосбора составляет 3 %. Болота и заболоченные земли, в том числе и леса, занимают 20 % площади. Значительная часть территории осушена. Распаханность водосбора составляет 30 %.

Режим р. Западной Двины в пределах Белорусской ССР изучается на шести постах. Гидрологический пост в Витебске расположен в 398 км от истока, в 0,6 км ниже притока Западной Двины р. Витьбы и в 2 км выше впадения р. Лучесы. Площадь водосбора до створа поста 27 300 км².

Ширина долины Западной Двины в районе Витебска 200—300 м; долина имеет корытообразную форму, правый склон ее высотой 15—16 м, левый — 10—11 м; оба склона очень крутые, вогнутые, слабо рассечены оврагами, сложены суглинками; пойма отсутствует.

Ширина русла реки 100—150 м; русло реки песчано-гравелистое, слабдеформирующееся. Берега умеренно крутые и крутые, высотой 7—10 м.

Западная Двина принадлежит к типу равнинных рек с преобладанием снегового питания. Режим стока в годовом разрезе характеризуется высоким весенним половодьем, относительно низкой летней меженью, периодическими летними и осенними паводками. В переходный осенне-зимний период обычно наблюдается несколько повышенная водность в результате значительных осадков. Сток весеннего периода в среднем составляет 56 %, летне-осеннего — 33 %, зимнего — 11 %.

Вскрытие Западной Двины у Витебска обычно происходит в первых числах апреля. Наиболее раннее вскрытие за период наблюдений с 1876 г. отмечено 17 февраля 1925 г., наиболее позднее — 22 апреля 1931 г. Вскрытие начинается с появления промоин, закраин (открытые участки воды в ледяном покрове) и сопровождается ледоходом, продолжительность которого в среднем составляет около 10 дней. В отдельные годы ледоход продолжается три — четыре недели. В последнее десятилетие у г. Витебска лед искусственно взламывается за несколько дней до естественного вскрытия с целью предотвращения заторов у мостов.

Вытянутая узкая форма бассейна Западной Двины оказывает существенное влияние на характер весеннего половодья. В связи с короткими путями склонового стекания и значительными уклонами весеннее половодье развивается довольно быстро, максимум держится недолго, обычно не более суток. В годы с дружной весной суточное приращение уровня составляет 2—3 м. Весеннее половодье у Витебска обычно начинается в конце марта. В отдельные наиболее ранние вёсны подъем уровня может происходить в конце февраля, в поздние вёсны — во

второй декаде апреля. Продолжительность подъема в среднем 20 дней. Спад уровней весеннего половодья происходит сравнительно медленно и продолжается полтора месяца (до начала июня). Наиболее раннее окончание половодья наблюдалось в начале мая (1974 г.), позднее — в конце июня (1880, 1908, 1924 гг.). Продолжительность половодья составляет 60—70 дней. Высота весеннего подъема в среднем 6—7 м, а в годы с высоким половодьем (1956, 1958, 1931 гг.) уровень может повышаться до 10—12 м над предподъемным.

Летне-осенняя межень устанавливается, как правило, в конце мая — начале июня. Устойчивость меженн нередко нарушается дождевыми паводками высотой 2—3 м. В особо дождливые годы количество их достигает трех — четырех за сезон, а высота до 6 м. Самые низкие уровни наблюдаются в августе — сентябре. Питание реки в этот период осуществляется в основном за счет грунтовых вод.

Зимняя межень более устойчивая, продолжается в среднем около 70—80 дней, лишь изредка при оттепелях сопровождается незначительными паводками.

Замерзает река обычно в первой декаде декабря. Наиболее ранний ледостав наблюдался 11 ноября 1897, 1919 гг., наиболее поздний — 21 января 1913 г. Средняя продолжительность ледостава — около четырех месяцев. Перед ледоставом вначале появляются забереги, осенний ледоход, шугоход. В результате сброса промышленных вод на реке часто образуются полыньи.

Толщина льда на Западной Двине у Витебска в среднем 30—45 см, в суровые зимы бывает до 65 см. Наибольшая толщина льда наблюдается в феврале — марте.

Особенностью режима реки являются большие колебания в стоке воды. Так, у Витебска наибольший расход за весь период наблюдений (с 1877 г.) составил 3320 м³/с (28 апреля 1931 г.), наименьший — 8 м³/с (8—11 января 1940 г.) Средние годовые расходы колеблются от 100 м³/с (1921 г.) до 375 м³/с (1902, 1927 гг.). Норма (средняя многолетняя величина) годового стока равна 229 м³/с, максимального — 1700 м³/с, минимального летнего — 53 м³/с, минимального зимнего — 48 м³/с.

Вода в реке относится к гидрокарбонатно-кальциевому классу и имеет резко выраженный гидрокарбонатный характер в течение всего года, за исключением отдельных периодов во время весеннего половодья, летних и летне-осенних дождевых паводков. Минерализация и жесткость в период весеннего половодья очень малы и, как правило, не превышают 86 мг/л и 1,0 мг-экв/л соответственно, увеличиваясь в меженные периоды до 200 мг/л и 2,0 мг-экв/л. Характерным является повышенное содержание органических веществ болотного происхождения, железа и наличие довольно высокой цветности, особенно в многоводные годы. Река используется для судоходства и промышленного водоснабжения.

2. АТМОСФЕРНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ И ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА

2.1. Особенности атмосферной циркуляции

Циркуляционные процессы характеризуются большой активностью циклонической деятельности с быстрым переносом воздушных масс атлантического происхождения и их трансформацией. Этот перенос осуществляется в системе циклонов, которые зачастую смещаются сериями, причем в тылу каждого циклона возникает более или менее хорошо выраженный гребень высокого давления, а заканчивается серия формированием антициклона, который при определенных условиях может быстро смещаться или оставаться малоподвижным.

В течение всего года в Витебске повторяемость циклонической формы циркуляции выше антициклонической (табл. 3).

Таблица 3
Повторяемость (%) различных барических образований
(по данным за 1972—1976 гг.)

Вид образования	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Циклоны	53	62	60	56	58
стационарные	8	16	22	9	14
западные	10	8	7	16	10
северо-западные (с южной половины Скандинавии)	28	16	12	19	18
юго-западные, южные (средиземноморские)	5	16	12	10	11
черноморские	2	6	7	2	5
Антициклоны	47	38	40	44	42
стационарные	9	13	19	17	14
отрог азорского	11	7	12	7	9
восточные	14	6	0	8	7
скандинавские	10	12	9	12	11
Ультраполярные вхождения	3	—	—	—	1

Циклонические процессы в среднем наблюдаются 212 дней, антициклонические — 153 дня. Наибольшая повторяемость циклонических образований бывает весной — на 24 % больше, чем антициклонических, наименьшая — зимой, больше на 6 %.

На погодные условия Витебска чаще всего влияют периферийные части циклонов и антициклонов. Непосредственно через район города проходит их значительно меньше, всего около $1/10$.

Над всей Белоруссией, в том числе и над Витебском, в средней тропосфере преобладают потоки западных направлений, поэтому и циклоны, перемещающиеся с районов Атлантики, приносят с собой трансформирующийся морской воздух. В холодную половину года эти циклоны вызывают потепление, а в теплое время они обуславливают прохладную дождливую погоду. Большинство циклонов, смещаясь с запада на восток, заполняются или не меняют своей интенсивности и лишь немно-

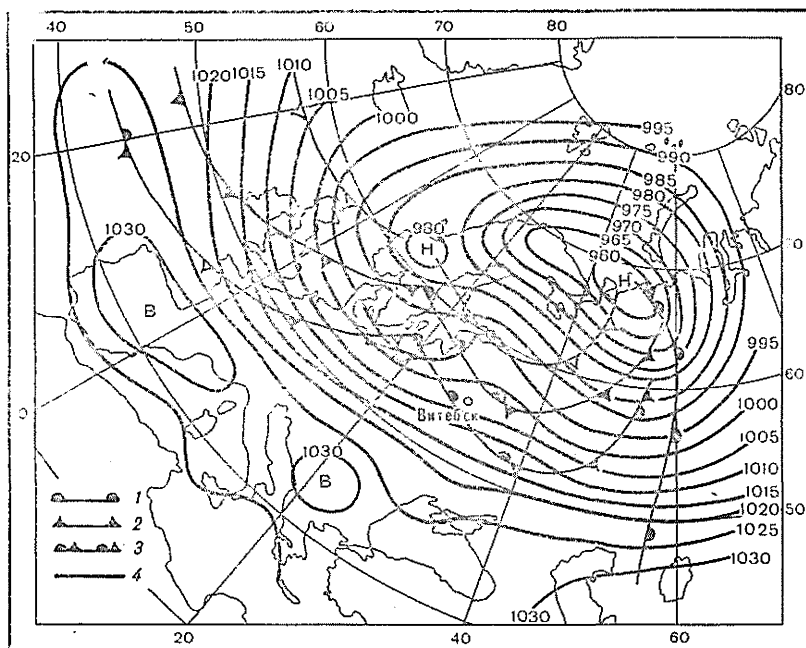


Рис. 1. Карта погоды за 1 января 1976 г. (вынос теплого воздуха с Атлантики).

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

гие, проходя над Белоруссией, углубляются. В ряде случаев циклоны, заполняясь, становятся малоподвижными, и тогда в течение двух-трех дней в Витебске зимой наблюдаются слабые осадки с небольшими морозами, летом — холодная дождливая погода.

Зимой район Витебска преимущественно находится под влиянием циклонов, смещающихся с Атлантики, реже — периферии азорского и сибирского антициклонов. В связи с этим пре-

обладает западный и юго-западный перенос воздушных масс, обуславливающий частые оттепели и осадки. Наиболее интенсивное потепление бывает, когда над Скандинавией и севером ЕТС располагается обширная область низкого давления, а над югом Западной Европы — область повышенного давления (рис. 1). В этом случае мощными западными потоками выносятся с Атлантики на территорию Белоруссии теплый и влажный воздух. Распространение теплых воздушных масс связано также с развитием циклонической деятельности над юго-западом Европы и обширным антициклоном или отрогом сибирского антициклона на юге ЕТС. Тогда вынос теплого воздуха на территорию Белоруссии происходит с юга и юго-запада (рис. 2).

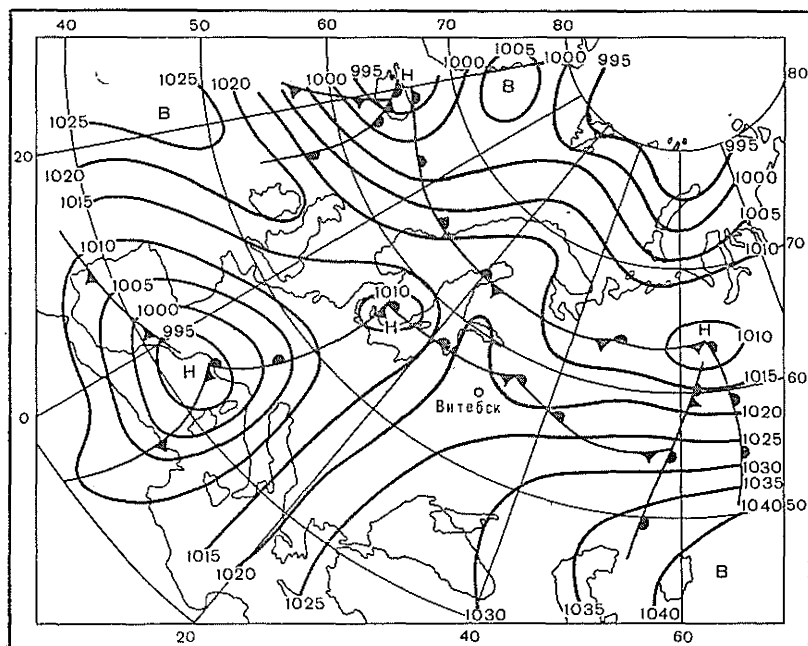


Рис. 2. Карта погоды за 25 декабря 1973 г. (вынос теплого воздуха с северо-запада).

Усл. обозначения см. рис. 1.

Значительно реже вынос тепла на район Витебска осуществляется с северо-запада. По периферии обширного антициклона, занимающего Западную Европу, циклоны с севера Атлантики, обигая антициклон, «ныряют» к юго-востоку. При таких процессах наблюдаются морозящие осадки, туманы, слабый гололед.

В тех случаях, когда антициклон расположен севернее — над Англией, циклон ныряет по более южной траектории и чаще

всего является последним в серии (рис. 3). Одновременно со смещением циклона в юго-восточном направлении в его тылу над Скандинавией формируется антициклон, который способствует более бурному развитию процесса. Приближение циклона вызывает быстрое потепление. После прохождения циклона потепление сменяется резким похолоданием. Последнее сопровождается усилением ветра, снегопадами и метелями.

Наиболее интенсивные оттепели, значительные осадки, метели, гололеды наблюдаются при выходе на Белоруссию южных

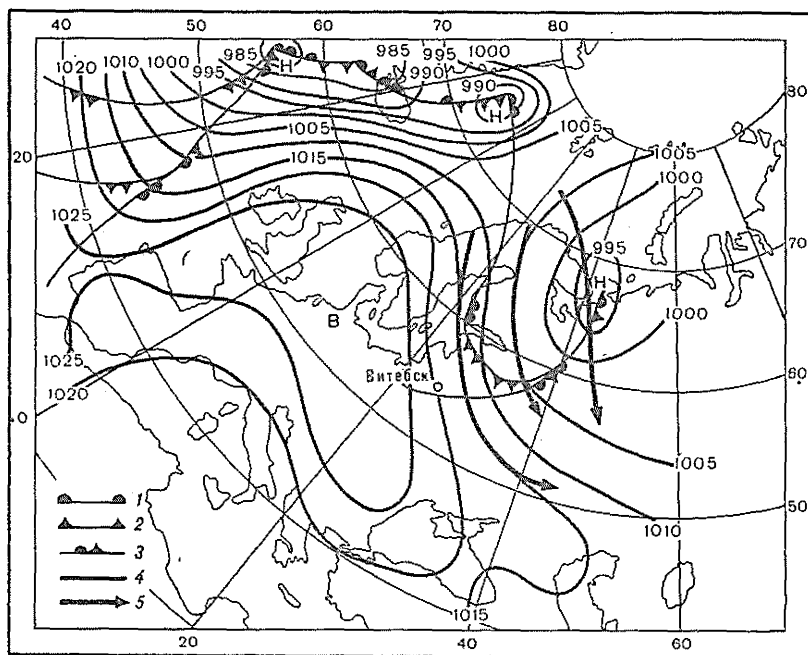


Рис. 3. Карта погоды за 28 февраля 1968 г. (вынос теплого воздуха с северо-запада).

1 — теплый фронт, 2 — холодный фронт, 3 — фронт окклюзии, 4 — линии одинакового давления (изобары), 5 — траектории «ныряющих» циклонов.

и юго-западных циклонов, приносящих в теплых секторах морской тропический воздух.

Вторжение арктического воздуха происходит в тылу циклонов и в передней части антициклонов.

Характерным для зимы является воздействие сибирского антициклона. Значительно реже район Витебска оказывается под влиянием антициклонов, смещающихся с Карского или восточной части Баренцева моря. Эти антициклоны формируются в холодном сухом воздухе и обычно приносят малооблачную морозную погоду. Причем наиболее сильные морозы наблюда-

ются не в начале вторжения, а позже, при дальнейшем выхолаживании воздушной массы, особенно в малоподвижном антициклоне. Температура в этих случаях может понижаться до $-25...-30^{\circ}\text{C}$ и ниже.

Весной циклоническая деятельность усиливается. Наибольшую повторяемость имеют циклоны, перемещающиеся с юга Скандинавии или с юго-запада Европы. С последними связан мощный вынос теплого воздуха со Средиземного моря, что является первым признаком начала весны. Нередко теплая погода

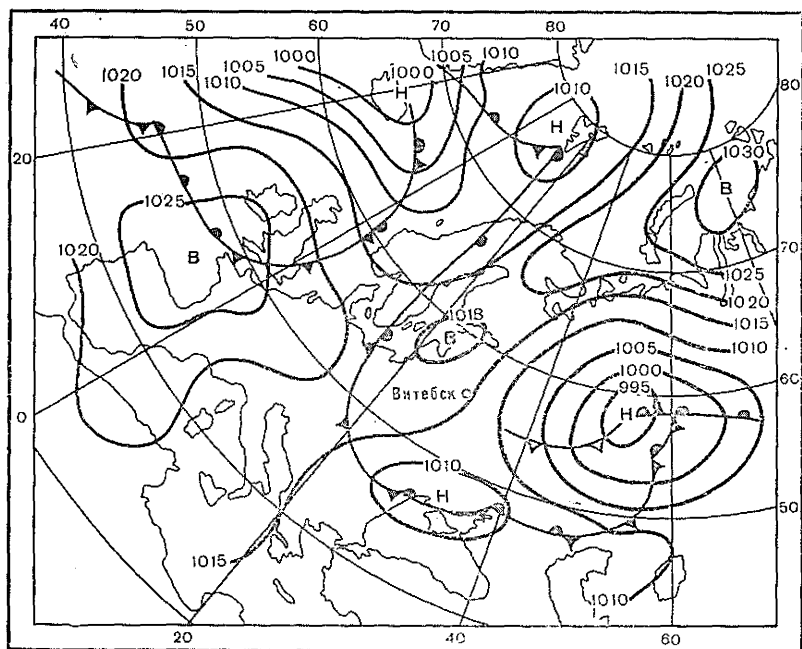


Рис. 4. Карта погоды за 21 мая 1974 г. (вторжение арктического воздуха с северо-востока).

Усл. обозначения см. рис. 1.

сменяется заметными похолоданиями. Особенно резкими бывают возвраты холодов в мае на фоне уже довольно теплой погоды. Они обычно связаны с прохождением тыловой части циклона при северо-западном, северном или северо-восточном вторжении арктического воздуха.

Наиболее сильные похолодания и заморозки наблюдаются при ультраполярных вхождениях (рис. 4). Поступающий с северо-востока воздух отличается большой сухостью, поэтому преобладает ясная погода, что создает условия для дополнительного радиационного выхолаживания в ночное время.

Летом выпадает наибольшее количество осадков (40 % от годовой нормы). В основном они связаны с фронтальными разделениями циклонов. Сильные ливневые дожди с грозами выпадают на холодных фронтах, особенно если на них образуются волны (рис. 5), и при выходе южных циклонов (рис. 6). Интенсивные осадки внутримассового происхождения в Витебске выпадают реже, чем фронтальные. Они наблюдаются в малоградиентных областях пониженного давления.

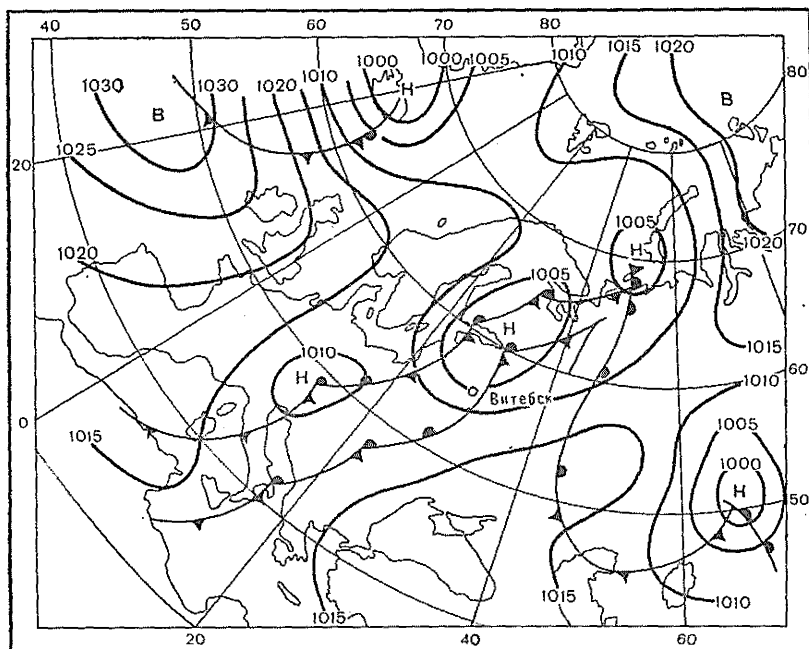


Рис. 5. Карта погоды за 16 июня 1972 г. (прохождение холодного фронта с волнами, вызвавшего выпадение сильного дождя с градом).

Усл. обозначения см. рис. 1.

Высокие температуры воздуха чаще наблюдаются в малоградиентных областях повышенного давления, сформированных в массах сухого воздуха. При малооблачной погоде и слабых ветрах в результате интенсивного прогрева воздуха температура в Витебске повышается до 25—30 °С.

Осень характеризуется усилением циклонической деятельности. Преобладают западные и северо-западные циклоны. Погода стоит пасмурная, часто выпадают дожди, но с меньшей интенсивностью, чем в летнее время (за период — 25 % от годовой нормы).

Однако бывают осенью и теплые солнечные дни. Такая погода связана с выносом теплых воздушных масс с юга по за-

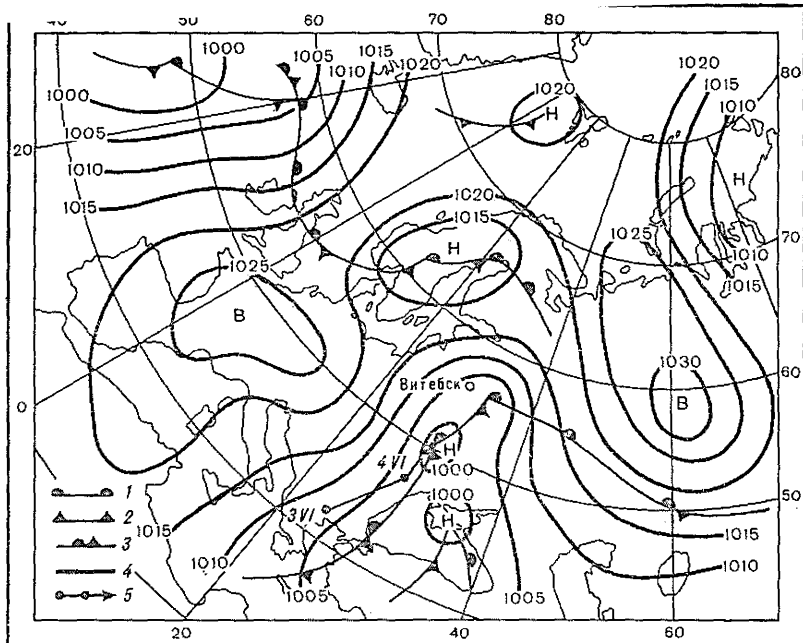


Рис. 6. Карта погоды за 5 июня 1975 г. (выход южного циклона).
1 — теплый фронт, 2 — холодный фронт, 3 — фронт окклюзии, 4 — линии одинакового давления (изобары), 5 — перемещение центра циклона.

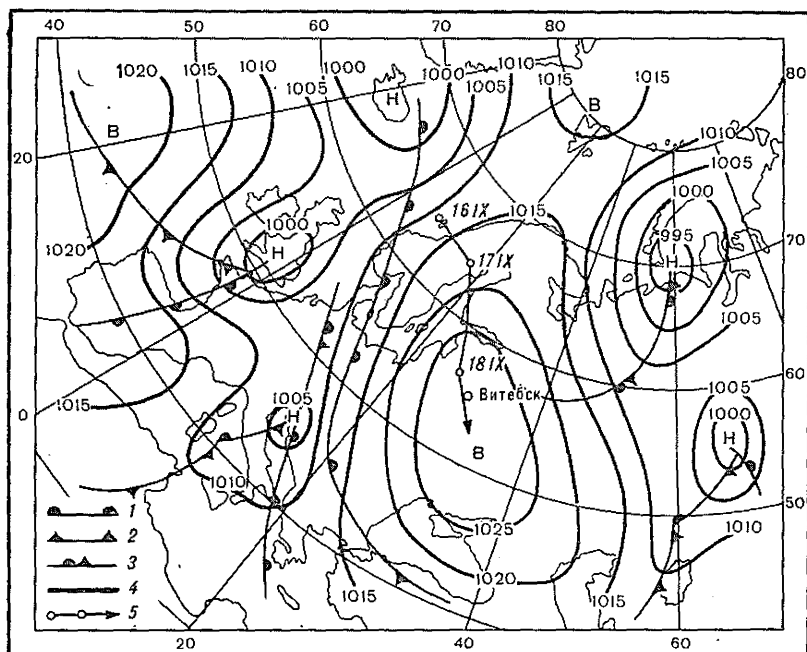


Рис. 7. Карта погоды за 19 сентября 1973 г. (вторжение арктического воздуха с северо-запада).

1 — теплый фронт, 2 — холодный фронт, 3 — фронт окклюзии, 4 — линии одинакового давления (изобары), 5 — перемещение центра антициклона.

падной периферии антициклона, расположенного на юго-востоке ЕТС.

Неблагоприятное явление для народного хозяйства представляют ранние осенние заморозки, обусловленные вторжением арктического воздуха и дополнительным радиационным выхолаживанием ночью при антициклональном типе погоды (рис. 7).

В целом в районе Витебска в течение года погода формируется под влиянием воздушных масс различного происхождения, что и определяет большое разнообразие типов погоды (табл. 4 и 5).

Таблица 4

Типы погоды в зимнем (декабрь—февраль) сезоне
(по данным за 1972—1976 гг.)

Тип погоды	Перенос воздушных масс	Повторяемость, %	Преобладающие характеристики в 15 ч	
			температура, °С	упругость водяного пара, мбар
Относительно теплая, влажная	С Атлантики через Западную Европу и Балтийское море Со Средиземного моря через Балканский полуостров и Черное море Слабоградиентные барические поля	56	От 0 до 4	5—6
		31		
		13		
Умеренно холодная, умеренно влажная	Из северо-западных и центральных районов Западной Европы Из южных районов ЕТС Из северо-западных районов ЕТС Слабоградиентные барические поля	39	От —6 до —1	3—4
		21		
		5		
		35		
Холодная, относительно сухая	Из юго-восточных районов ЕТС Из северо-восточных районов ЕТС Из центральных и северо-западных районов ЕТС Слабоградиентные барические поля	39	От —15 до —7	2
		22		
		10		
		29		
Очень холодная, сухая	Из северо-восточных и северных районов ЕТС Слабоградиентные барические поля	31	От —20 до —16	1
		69		

Таблица 5

Типы погоды в летнем (июль—август) сезоне
(по данным за 1972—1976 гг.)

Тип погоды	Перенос воздушных масс	Повторяемость, %	Преобладающие характеристики в 15 ч	
			температура, °С	относительная влажность, %
Очень теплая, сухая	Из центральных и южных районов ЕТС	21	От 25 до 30	35—50
	Из центральных районов Западной Европы	11		
	Слабоградиентные барические поля	68		
Умеренно теплая, умеренно влажная	Из центральных и южных районов Западной Европы	24	От 19 до 24	60—70
	Из центральных и южных районов ЕТС	18		
	Из северных районов ЕТС	5		
	Слабоградиентные барические поля	53		
Прохладная, влажная	С Атлантики и Балтийского моря	31	От 12 до 18	70—90
	Из северо-восточных районов ЕТС	23		
	Из юго-западных районов ЕТС	10		
	Слабоградиентные барические поля	36		

2.2. Давление воздуха

Давление воздуха является основным фактором, определяющим направление и скорость движения воздуха (ветер). Оно связано с условиями общей циркуляции атмосферы, господствующей в данном районе.

В практике обычно используют данные по давлению как на высоте установки барометра, так и приведенные к уровню моря. При переходе от уровня станции к другому уровню в пределах города или вблизи него можно использовать приближенное соотношение: на каждые 8 м высоты давление уменьшается на 1 мбар.

Как видно из табл. 6, среднее давление воздуха в Витебске несколько уменьшается летом и увеличивается зимой и осенью, причем годовая амплитуда мала (5,2 мбар). Невелики и изменения средних годовых величин давления. Так, за весь период наблюдений наиболее высокое среднее годовое давление составило 998,1 мбар (1972 г.), а наиболее низкое — 992,5 мбар

Таблица 6

Среднее месячное, годовое давление воздуха (мбар),
абсолютный максимум и минимум

Месяц	На уровне моря	На уровне станции				
	$\bar{p}$	$\bar{p}$	$p_{\text{макс}}$	год	$p_{\text{мин}}$	год
I	1019,1	997,2	1031,0	1929	948,7	1892
II	1016,6	994,9	1031,3	1972	950,4	1958
III	1016,2	994,9	1026,9	1892	949,9	1956
IV	1014,9	994,2	1028,2	1960	959,9	1967
V	1015,3	995,1	1017,9	1968	965,1	1944
VI	1013,2	993,2	1011,1	1937	963,3	1928
VII	1011,8	992,0	1015,4	1938	967,2	1945
VIII	1013,5	993,5	1012,2	1941	966,4	1945
IX	1015,4	995,1	1022,2	1960	963,2	1948
X	1016,7	995,9	1028,6	1896	953,8	1930
XI	1017,8	996,6	1026,6	1896	947,0	1973
XII	1017,1	995,5	1031,8	1946	950,8	1957
Год	1015,6	994,9				

(1955 г.). Как видим, средние годовые величины давления достаточно устойчивы. Более значительны изменения месячных величин давления от года к году, причем амплитуда колебаний давления в холодный период значительно больше, чем в теплый. Насколько могут изменяться средние месячные величины давления, хорошо видно по разности A_p между их наибольшими и наименьшими величинами (мбар):

Месяц . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
A_p	25,1	25,9	21,6	17,2	10,4	11,4	13,1	13,6	16,5	18,8	23,3	24,2

О крайних значениях давления в Витебске можно судить по абсолютным максимумам и минимумам, выбранным из наблюдений в отдельные сроки (табл. 6). Наибольшая разность между максимумом и минимумом давления наблюдается в январе — 82,3 мбар, а наименьшая в августе — 45,8 мбар.

2.3. Ветер

Ветер характеризуется скоростью, измеряемой в метрах в секунду, и направлением, откуда дует ветер. Характеристики ветра в Витебске получены на основе наблюдений по флюгеру (высота 12 м).

Общая циркуляция атмосферы обуславливает преобладание в Витебске в течение года ветра южной четверти горизонта (табл. 7). Господствующие направления ветра сохраняются и по сезонам, кроме лета, когда преобладают западные и северо-западные ветры. Повторяемость различных направлений ветра от

года к году колеблется. Для преобладающих направлений в отдельные годы возможны отклонения от средней многолетней за год на 6—8 %, в редких случаях — до 19 %. В марте 1953 г. повторяемость западных, северо-западных и северных ветров составила 73 %, тогда как восточные, юго-восточные и южные, вместе взятые, отмечались в 7 % случаев. В октябре 1960 г. преобладающими были ветры восточных направлений (56 % случаев), повторяемость западных ветров составила 18 %.

В суточном ходе при неизменной синоптической ситуации днем ветер поворачивает вправо. Поэтому в дневное время весной и летом, когда чаще сохраняется тип синоптической ситуации, уменьшается повторяемость юго-восточного и отчасти южного направлений ветра и увеличивается повторяемость юго-западного и западного направлений (табл. 8). Хорошо выражен суточный ход повторяемости штилей: максимум их наблюдается ночью, а минимум — днем (табл. 8).

Более наглядное представление о характере распределения ветра по направлениям дают розы ветров по сезонам и за год (рис. 8).

На рис. 9 дан годовой ход скорости ветра, а в табл. 9 приведены характеристики скорости ветра по месяцам, сезонам 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. Максимальная средняя годовая скорость наблюдалась в 1966 г. (5,1 м/с), а минимальная — в 1974 г. (3,5 м/с).

В табл. 10 и приложении 4 дана повторяемость скорости ветра по градациям. В течение всего года преобладают слабые ветры (до 5 м/с), повторяемость которых составляет около 70 % зимой и около 85 % летом. Напротив, скорость ветра 6—9 м/с наблюдается зимой в полтора раза чаще, чем летом. С увеличением скорости ветра ее повторяемость резко уменьшается. Скорость ветра более 9 м/с наблюдается зимой примерно в 7—11 % всех случаев, а летом — в 2—4 %. За 1951—1965 гг. в январе наблюдалось 269 случаев со скоростью ветра более 9 м/с, тогда как за весь этот период в июле было всего 40 случаев с таким ветром.

Из данных табл. 10 и приложения 4 можно получить интегральную повторяемость скорости ветра выше (ниже) любого заданного предела.

Суточный ход скорости ветра прослеживается в течение всего года (приложение 4, табл. 11). Он хорошо выражен в летние месяцы, когда ночью преобладает штиль или очень слабый ветер (1 м/с), а днем скорости 2—5 м/с.

Таблица 7

Повторяемость (%) различных 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	6	8	4	15	20	22	13	12	6
II	9	6	8	20	20	15	11	11	7
III	10	10	10	13	15	16	14	11	7
IV	8	10	8	20	22	12	11	9	6
V	11	15	11	14	13	10	13	13	7
VI	11	8	8	15	12	11	17	18	7
VII	10	11	8	9	13	14	18	17	9
VIII	7	13	6	13	12	15	19	15	8
IX	7	7	4	13	18	19	18	14	9
X	6	5	5	16	20	20	15	13	7
XI	4	4	8	28	23	15	9	9	2
XII	6	6	6	18	25	20	11	8	5
Зима	7	7	6	18	22	19	12	10	6
Весна	10	12	10	16	17	13	13	11	7
Лето	9	11	7	12	12	13	18	17	8
Осень	6	5	6	19	20	18	14	12	6
Год	8	9	7	16	18	16	14	12	7

Таблица 8

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

Сезон	Время, ч	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Зима	2	6	7	5	19	20	22	10	11	8
	8	7	6	6	20	20	19	11	11	7
	14	6	8	7	17	19	21	12	10	3
	20	6	7	7	17	20	20	12	11	5
Весна	2	10	10	10	19	17	12	11	11	14
	8	8	14	8	18	17	13	11	11	7
	14	7	11	10	14	15	17	15	11	2
	20	12	10	11	15	14	13	13	12	5
Лето	2	8	11	7	16	12	14	17	15	20
	8	9	12	6	15	12	13	17	16	7
	14	9	9	9	9	10	15	21	18	1
	20	11	10	8	10	10	13	20	18	5
Осе	2	5	5	6	20	19	21	13	11	10
	8	4	6	6	22	20	18	13	11	6
	14	6	5	6	17	17	21	15	13	1
	20	6	5	7	19	19	20	13	11	6
Год	2	7	8	7	19	17	17	13	12	13
	8	7	10	6	19	17	16	13	12	7
	14	7	8	8	15	15	18	16	13	2
	20	9	8	8	15	16	16	15	13	5

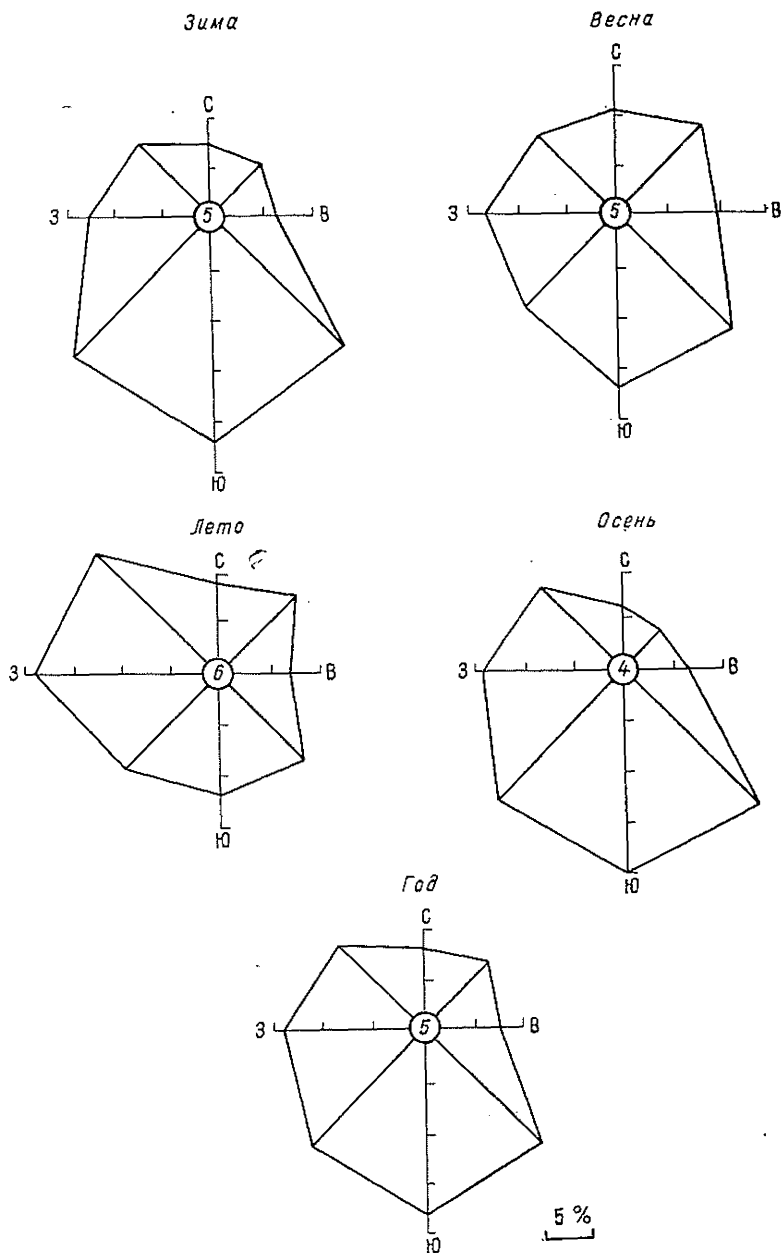


Рис. 8. Повторяемость (%) направлений ветра и штилей в различные сезоны и за год.
В кружке — штили.

Детально характеризуют ветровой режим средние скорости ветра по направлениям (табл. 12) и повторяемости сочетаний скорости и направления (рис. 10, приложения 2, 3). Повторяемость штилей по направлениям распределялась пропорционально повторяемости скорости ветра 1 м/с. Из-за различия в используемых рядах наблюдений имеются отдельные расхождения между табл. 11, 12, приложениями 2, 3 и табл. 7, 10, приложением 4.

Наибольшие средние месячные скорости ветра приходятся, как правило, на преобладающие направления ветра.

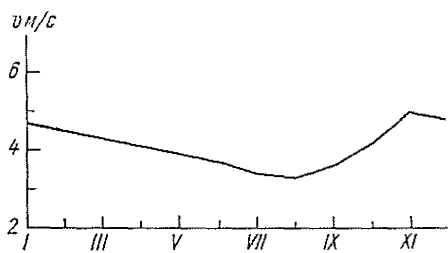


Рис. 9. Годовой ход средней скорости ветра.

Ветер со скоростью 15 м/с и больше называется сильным. Если хотя бы в один из сроков за сутки скорость достигла этой величины, то такой день считают днем с сильным ветром. Наибольшая повторяемость сильных ветров в целом за год и летом приходится на северозападную четверть горизонта (табл. 13). Зимой вследствие усиления циклонической деятельности число дней с сильным ветром увеличивается, летом — уменьшается (табл. 14). Примерно в 36 % лет годовое число дней с сильным ветром бывает более десяти.

Большой интерес представляет число дней со скоростью ветра выше определенного предела (табл. 15).

В табл. 16 приведены максимальные скорости ветра по направлениям, наблюдавшиеся за 1945—1965 гг.

Выше речь шла о средней за несколько минут скорости ветра. Однако из-за турбулентности скорость ветра обычно колеблется около среднего значения, и возникающие при этом порывы могут значительно превосходить среднюю скорость. Такие порывы необходимо учитывать в инженерных расчетах для определения прочности креплений и в других случаях.

Максимальные скорости ветра при порывах на высоте 12 м имеют следующие значения:

Сезон	Зима	Весна	Лето	Осень
$v_{\text{макс}}$ м/с	28	30	25	25

В течение многих лет при проектировании сооружений в качестве расчетной принималась максимальная скорость ветра, зарегистрированная за весь период наблюдений (табл. 16), или средняя из годовых максимумов. Но наблюдаемые максимумы скорости ветра не позволяют непосредственно судить о возмож-

Таблица 9

Средняя многолетняя, максимальная и минимальная средняя месячная и годовая скорость ветра $\bar{v}$ (м/с), ее среднее арифметическое отклонение $\Delta \bar{v}$ м/с

Месяц	$\bar{v}$	$\Delta \bar{v}$	$\bar{v}_{\text{макс}}$	Год	$v_{\text{мин}}$	Год
I	4,7	0,7	7,2	1965	2,8	1950
II	4,5	0,7	7,5	1969	3,0	1948
III	4,3	0,6	5,7	1961,65	3,0	1960
IV	4,1	0,6	6,4	1965	2,6	1974
V	3,9	0,4	5,1	1969	3,0	1947
VI	3,7	0,3	4,6	1962	2,8	1967
VII	3,4	0,4	4,2	1968,69	1,6	1967
VIII	3,3	0,5	4,4	1962	2,1	1955
IX	3,6	0,6	5,4	1966	2,0	1949
X	4,2	0,5	5,8	1966	2,3	1951
XI	5,0	0,7	6,9	1951	3,4	1947
XII	4,8	0,7	7,4	1954	3,0	1956
Зима	4,7	0,5	6,3	1964/65	3,9	1971/72 и др.
Весна	4,1	0,2	5,4	1965	3,1	1974
Лето	3,5	0,3	4,3	1962	2,3	1967
Осень	4,3	0,4	5,9	1966	3,2	1975
Год	4,1	0,3	5,7	1966	3,5	1974

Таблица 10

Повторяемость (%) скорости ветра (м/с) по градациям

Месяц	0—1	2—3	4—5	6—7	8—9	10—11	12—13	14—15	16—17	18—20	21—24
I	16,2	28,6	23,9	14,2	6,1	3,0	6,3	0,6	0,8	0,3	
II	19,1	29,6	21,5	14,1	6,2	2,2	5,8	0,3	0,9	0,3	
III	20,9	31,0	21,3	11,9	6,5	2,1	4,8	0,6	0,9	0,04	
IV	20,0	33,2	21,2	13,3	6,5	1,8	3,5	0,3	0,1	0,1	
V	23,3	32,0	23,8	11,0	4,1	2,2	3,3	0,04	0,2	0,1	
VI	22,3	36,6	22,4	11,0	3,7	1,4	2,2	0,2	0,2	0,04	
VII	25,5	37,7	22,1	9,1	3,7	0,7	1,1	0,1	0,04		
VIII	27,2	37,0	21,0	9,6	2,9	1,2	1,0	0,1	0,04		
IX	26,8	32,6	22,1	10,8	4,0	1,3	2,0	0,2	0,2	0,02	
X	19,8	31,5	22,4	13,8	5,7	2,6	4,0		0,2	0,04	
XI	12,9	27,7	23,4	16,6	7,2	4,3	7,5	0,1	0,3		
XII	14,9	28,8	23,6	14,4	6,0	3,7	7,2	1,1	0,3	0,1	0,04
Год	20,8	32,1	22,4	12,5	5,2	2,2	4,0	0,3	0,4	0,1	0,004

Таблица 11

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

Таблица 12
Средняя скорость ветра (м/с) по направлениям

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

Таблица 13
Повторяемость (%) сильного ветра по направлениям
(по отношению ко всем случаям с сильным ветром)

Сезон	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Зима	12	12	21	12	6	6	10	21
Весна	17	8	13	7	22	5	11	17
Лето	5	14	0	0	0	24	14	43
Осень	14	18	18	8	4	10	14	14

Таблица 14
Число дней n с сильным ветром по сезонам

Сезон	$\bar{n}$	Δn	$n_{\max}$	$n_{\min}$
Зима	3,3	2,8	9	0
Весна	2,7	1,9	7	0
Лето	1,0	1,9	3	0
Осень	1,8	2,2	6	0
Год	8,8	4,2	18	2

Таблица 15

Среднее число дней со скоростью ветра хотя бы в один из сроков больше указанного предела и во все сроки меньше 6 м/с

Месяц	Скорость ветра, м/с					
	<6	>6	≥10	≥15	≥18	≥21
I	13,7	17,3	6,5	1,5	0,3	
II	11,8	16,2	5,8	1,2	0,3	
III	14,0	17,0	5,8	1,6	0,04	
IV	12,5	17,5	5,0	0,5	0,1	
V	15,1	15,9	4,4	0,6	0,1	
VI	15,7	14,3	2,8	0,6	0,04	
VII	17,6	13,4	2,0	0,2		
VIII	18,4	12,6	1,7	0,2	0,04	
IX	15,7	14,3	3,0	0,4		
X	13,9	17,1	4,7	0,6	0,04	
XI	11,7	18,3	6,8	0,8	0,04	
XII	13,1	17,9	6,8	0,6	0,1	0,04
Год	173	192	55,3	8,8	1,1	0,02

Таблица 16

Максимальные скорости ветра (м/с)

Сезон	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Независимо от направления
Зима	18	9	18	24	20	20	20	20	24
Весна	17	16	20	20	16	20	18	18	20
Лето	17	14	20	17	17	20	12	16	20
Осень	16	12	14	17	17	18	20	20	20
Год	18	16	20	24	20	20	20	20	24

Таблица 17

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	16	17	19	22
СВ	15	16	18	21
В	17	19	21	25
ЮВ	19	21	24	29
Ю	17	19	20	23
ЮЗ	19	21	23	27
З	18	20	22	26
СЗ	18	20	22	26
Независимо от направления	22	24	26	30

ных значениях скоростей ветра при проектировании строительных объектов, рассчитанных на различную длительность существования (от одного до 100 лет и более). Поэтому при определении ветровых нагрузок на сооружения за расчетную скорость целесообразно принимать максимальную скорость ветра с заданной обеспеченностью (табл. 17). 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.

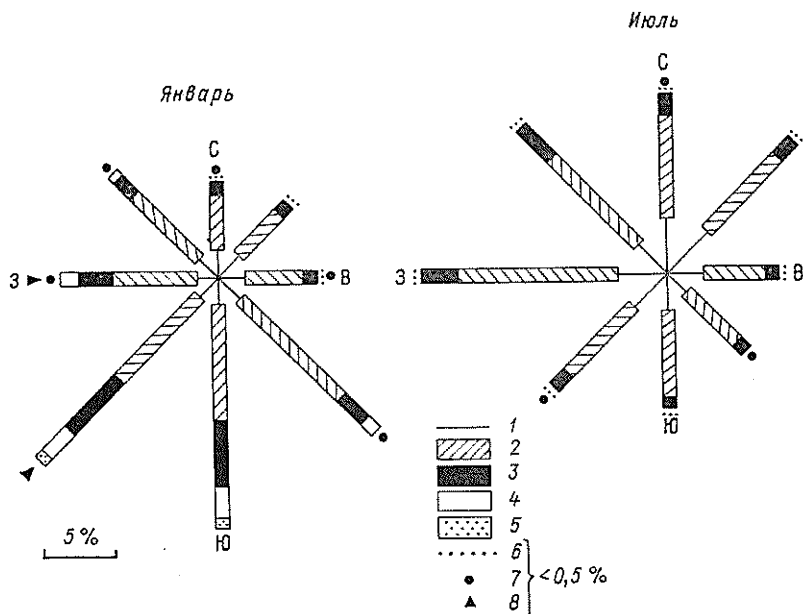


Рис. 10. Повторяемость (%) ветра различной скорости по направлениям за январь и июль.

1) 0—1 м/с, 2) 2—5 м/с, 3) 6—9 м/с, 4) 10—13 м/с, 5) 14—17 м/с, 6) 18—20 м/с, 7) 14—17 м/с, 8) 18—20 м/с.

В строительной практике нормативная ветровая нагрузка на различные сооружения вычисляется по нормативному скоростному напору ветра (давление ветра на единицу площади), который выражается в килограммах на квадратный метр и определяется по формуле $q = (\alpha v)^2 / 16$, где v — расчетная скорость ветра на высоте флюгера, возможная один раз в 5, 10, 20 или 50 лет; $\alpha = 0,75 + 5/v$ — коэффициент к скоростям ветра, полученным из обработки наблюдений по флюгеру, принимаемый равным не более единицы.

Подробные данные о ветре приведены в приложениях 2, 3 и 4.

3. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ

3.1. Астрономические факторы

Поступление солнечной радиации к земной поверхности и стенам зданий определяется в первую очередь астрономическими факторами — временем восхода и захода солнца, его перемещением по небосводу в течение дня. В табл. 18 приведено время восхода и захода солнца и продолжительность дня в Витебске. 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 наступает позже, а заход раньше. Поправка (в минутах) к времени восхода или захода при закрытости горизонта, равной 4° , в различные месяцы составляет:

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Поправка, мин	41	34	31	32	36	40	38	33	32	32	38	44

При меньшей закрытости поправка пропорционально изменяется.

В табл. 18 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 различные работы. Условия наблюдения далеких и близких объектов остаются практически такими же, как и днем.

Граница гражданских сумерек со стороны ночи характеризуется настолько значительным ослаблением освещения, что становится трудно читать, разбирать карту или циферблат часов, рассматривать мелкие детали предметов. С окончанием сумерек включают уличное освещение в городах и сигнальные огни на транспорте. За границу гражданских сумерек при ясном небе принят момент, когда глубина погружения солнца под горизонт равна 6° . При этом освещенность открытой горизонтальной площади составляет около 4 лк. Данные о времени начала и конца сумерек при облачности относятся к тому случаю, когда облака покрывают всю часть неба, занятую зарей. Если облака нахо-

Таблица 18

Начало и конец дня и сумерек (ч мин) в Витебске (время декретное)

Дата	Начало сумерек			Восход	Продолжительность дня	Заход	Конец сумерек		
	ясное небо	просвечивающая облачность	плотная облачность				ясное небо	просвечивающая облачность	плотная облачность
5 I	8 39	8 47	8 50	9 23	7 22	16 45	17 29	17 21	17 18
15 I	8 33	8 41	8 43	9 16	7 44	17 00	17 43	17 35	17 33
25 I	8 20	8 28	8 30	9 02	8 18	17 20	18 02	17 54	17 52
5 II	8 03	8 10	8 13	8 43	9 00	17 43	18 23	18 16	18 13
15 II	7 44	7 51	7 54	8 23	9 40	18 03	18 42	18 35	18 32
25 II	7 22	7 29	7 32	8 00	10 24	18 24	19 02	18 55	19 52
5 III	7 04	7 11	7 14	7 41	11 00	18 41	19 18	19 11	19 08
15 III	6 39	6 46	6 49	7 15	11 46	19 01	19 37	19 30	19 27
25 III	6 12	6 19	6 23	6 49	12 32	19 21	19 58	19 51	19 47
5 IV	5 43	5 51	5 56	6 21	13 22	19 43	20 21	20 13	20 08
15 IV	5 17	5 25	5 31	5 56	14 06	20 02	20 41	20 33	20 27
25 IV	4 50	5 00	5 05	5 32	14 50	20 22	21 04	20 54	20 49
5 V	4 25	4 36	4 42	5 10	15 32	20 42	21 27	21 16	21 10
15 V	4 01	4 13	4 19	4 50	16 10	21 00	21 49	21 37	21 31
25 V	3 42	3 55	4 02	4 35	16 42	21 17	22 10	21 57	21 50
5 VI	3 27	3 41	3 49	4 23	17 08	21 31	22 27	22 13	22 05
15 VI	3 18	3 33	3 42	4 18	17 22	21 40	22 40	22 25	22 16
25 VI	3 19	3 33	3 42	4 19	17 25	21 44	22 44	22 30	22 21
5 VII	3 29	3 42	3 51	4 26	17 14	21 40	22 37	22 24	22 15
15 VII	3 44	3 56	4 05	4 38	16 54	21 32	22 26	22 14	22 05
25 VII	4 04	4 16	4 23	4 54	16 23	21 17	22 07	21 55	21 48
5 VIII	4 28	4 39	4 45	5 13	15 44	20 57	21 42	21 31	21 25
15 VIII	4 50	5 00	5 06	5 32	15 04	20 36	21 18	21 08	21 02
25 VIII	5 11	5 21	5 27	5 50	14 22	20 12	20 51	20 41	20 35
5 IX	5 34	5 43	5 49	6 12	13 32	19 44	20 22	20 13	20 07
15 IX	5 53	6 01	6 07	6 30	12 48	19 18	19 55	19 47	19 41
25 IX	6 13	6 21	6 27	6 49	12 05	18 54	19 30	19 22	19 16
5 X	6 32	6 40	6 46	7 08	11 20	18 28	19 04	18 56	18 50
15 X	6 51	6 59	7 05	7 28	10 34	18 02	18 39	18 31	18 25
25 X	7 10	7 18	7 24	7 48	9 50	17 38	18 16	18 08	18 02
5 XI	7 32	7 40	7 47	8 11	9 04	17 15	17 54	17 46	17 39
15 XI	7 49	7 57	8 04	8 30	8 26	16 56	17 37	17 29	17 22
25 XI	8 07	8 15	8 22	8 50	7 52	16 42	17 25	17 17	17 10
5 XII	8 21	8 30	8 35	9 05	7 28	16 33	17 17	17 08	17 03
15 XII	8 33	8 42	8 45	9 19	7 10	16 29	17 15	17 06	17 03
25 XII	8 39	8 48	8 51	9 24	7 10	16 34	17 19	17 10	17 07

дятся вне сегмента зари, то на значение освещенности они влияют мало, и в этих случаях надо пользоваться графой для ясного неба табл. 18.

В табл. 18, как и во всех таблицах и графиках, указано используемое в обиходе московское декретное время. Оно не совпадает с истинным солнечным временем, определяемым по положению солнца на небосводе. Поэтому истинный полдень, когда солнце находится на юге (точнее, проходит через плоскость меридиана) приходится не на 12 ч, а в Витебске на следующие моменты по декретному времени (15-го числа):

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

Освещение помещений, улиц, дворов прямыми солнечными лучами зависит от угловой высоты и азимута солнца. Высота солнца, т. е. угол между направлением на солнце и горизонтальной плоскостью, определяет угол падения на нее солнечных лучей. Азимут — угол между плоскостью меридиана и верти-

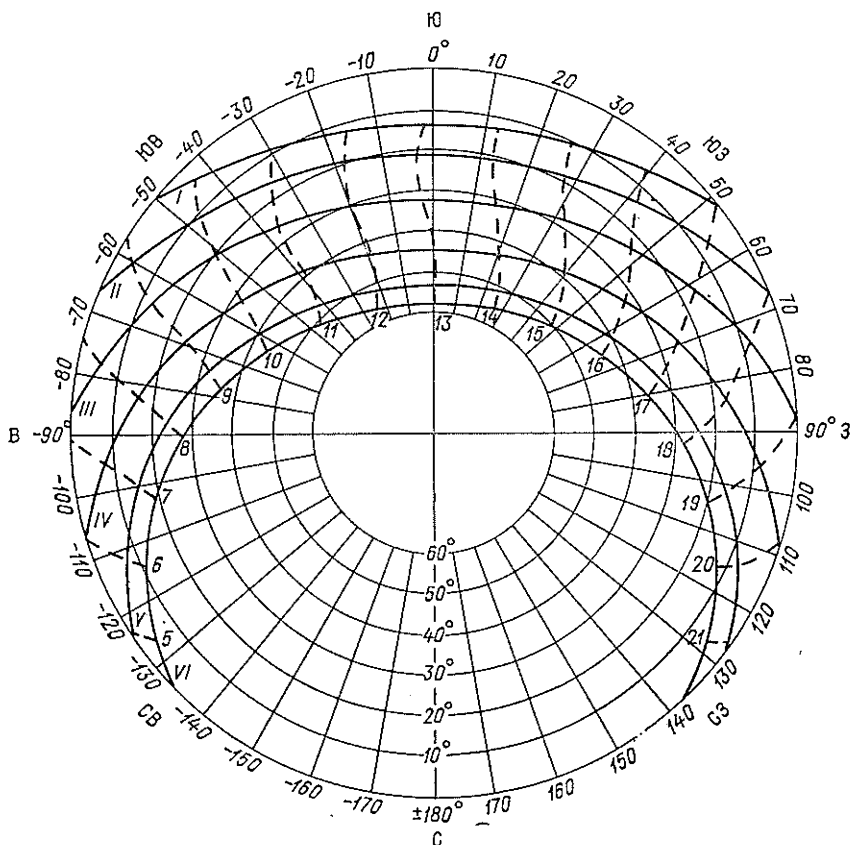


Рис. 11. Высота и азимут солнца в Витебске в январе—июне.

кальной плоскостью, проходящей через солнце — определяет, с какой стороны падают солнечные лучи. Азимут солнца обычно отсчитывают от направления на юг.

Высота и азимут солнца представлены на рис. 11, 12, на которых выпуклыми кривыми схематически изображен путь

солнца по небу 15-го числа в различные месяцы. Азимут отложен по окружности влево и вправо от направления на юг, высота — по радиусам к центру. Линиями, обозначенными «7», «8» и т. д., соединены точки, соответствующие одному и тому же целому часу. По этим графикам можно найти приближенное значение высоты и азимута солнца в любой момент времени и в

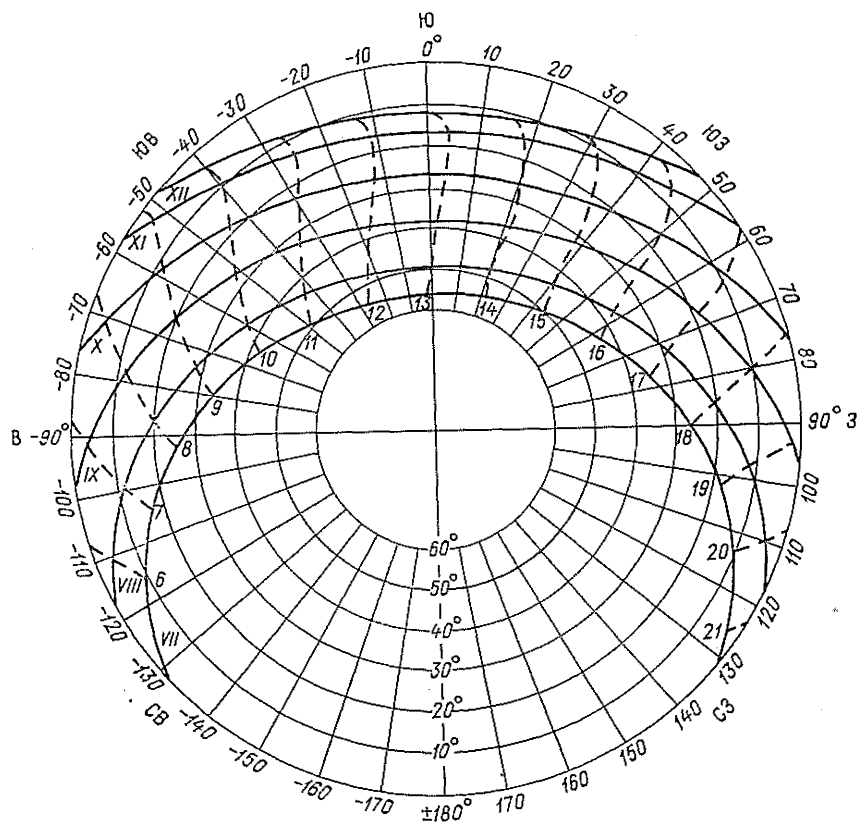


Рис. 12. Высота и азимут солнца в Витебске в июле—декабре.

любой день. Например, в 9 ч 15 апреля высота солнца равна 25° , а азимут — 70° , в 15 ч 43 мин 27 февраля — соответственно 20° и 40° .

Начало и конец облучения стен солнечными лучами для северных и южных, западных и восточных стен приведены в табл. 19. Такие же данные для стен других ориентаций можно получить по рис. 11 и 12. 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 ч 40 мин до 19 ч 40 мин.

Таблица 19

Начало и конец облучения стен прямой солнечной радиацией (ч мин)
при безоблачном небе на 15-е число

Месяц	Ориентация стен									
	южная		западная		северная				восточная	
	начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец	начало	конец
I	9 16	17 00	13 08	17 00					9 16	13 08
II	8 23	18 03	13 13	18 03					8 23	13 13
III	7 15	19 01	13 08	19 01					7 15	13 08
IV	7 26	18 32	12 59	20 02	5 56	7 26	18 32	20 02	5 56	12 59
V	7 50	18 00	12 55	21 00	4 50	7 50	18 00	21 00	4 50	12 55
VI	8 09	17 49	12 59	21 40	4 18	8 09	17 49	21 40	4 18	12 59
VII	8 09	18 01	13 05	21 32	4 38	8 09	18 01	21 32	4 38	13 05
VIII	7 45	18 23	13 04	20 36	5 32	7 45	18 23	20 36	5 32	13 04
IX	7 02	18 46	12 54	19 18	6 30	7 02	18 46	19 18	6 30	12 54
X	7 28	18 02	12 45	18 02					7 28	12 45
XI	8 30	16 56	12 43	16 56					8 30	12 43
XII	9 19	16 29	12 54	16 29					9 19	12 54

3.2. Продолжительность солнечного сияния

Солнечным сиянием называется освещение земной поверхности параллельными лучами, исходящими от солнца (прямой солнечной радиацией). В соответствии со средним порогом чувствительности прибора, регистрирующего солнечное сияние — гелиографа, продолжительностью солнечного сияния считают время с интенсивностью прямой радиации более $0,2 \text{ кВт/м}^2$.

Семилетние данные наблюдений по гелиографу в Витебске приведены к периоду в 16 лет. В табл. 20 дана средняя продолжительность солнечного сияния за каждый часовой промежуток, которую можно рассматривать и как вероятность солнечного сияния. В суточном ходе максимум этой величины приходится на 13—15 ч, кроме мая и июня, когда из-за интенсивного развития кучевой облачности к полудню максимум сдвинут на первую половину дня. Во все месяцы, кроме мая и июня, дополуденная продолжительность солнечного сияния меньше послеполуденной.

В табл. 21 приведена средняя месячная продолжительность солнечного сияния и ее отношение к возможной, т. е. к продолжительности при безоблачном небе. Из последней исключены промежутки около восхода и захода с интенсивностью прямой радиации меньше порога, т. е. не регистрируемые гелиографом. В таблице приведено также число дней без солнца, когда солнечное сияние не наблюдалось в течение всего дня. Годовой ход

Таблица 20

Почасовая и суточная продолжительность (ч) солнечного сияния

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
4—5						0,01	0,00					
5—6					0,15	0,27	0,19	0,01				
6—7				0,10	0,44	0,48	0,47	0,21	0,02			
7—8			0,06	0,35	0,52	0,61	0,59	0,42	0,23	0,01		
8—9		0,01	0,24	0,44	0,58	0,66	0,63	0,50	0,40	0,11	0,01	
9—10	0,00	0,05	0,35	0,53	0,69	0,71	0,67	0,55	0,46	0,23	0,09	0,01
10—11	0,07	0,15	0,41	0,55	0,69	0,72	0,65	0,60	0,43	0,26	0,17	0,06
11—12	0,15	0,21	0,46	0,57	0,69	0,73	0,67	0,64	0,52	0,27	0,20	0,09
12—13	0,18	0,26	0,47	0,57	0,67	0,71	0,67	0,62	0,51	0,32	0,22	0,13
13—14	0,19	0,29	0,50	0,59	0,63	0,69	0,69	0,64	0,51	0,33	0,22	0,16
14—15	0,19	0,29	0,50	0,61	0,65	0,68	0,67	0,65	0,55	0,34	0,23	0,14
15—16	0,16	0,28	0,50	0,59	0,63	0,65	0,66	0,62	0,54	0,28	0,17	0,11
16—17	0,06	0,22	0,47	0,55	0,63	0,63	0,62	0,60	0,52	0,25	0,05	0,01
17—18		0,08	0,40	0,50	0,58	0,60	0,60	0,58	0,46	0,08		
18—19			0,20	0,38	0,53	0,57	0,58	0,55	0,29	0,00		
19—20			0,03	0,14	0,44	0,47	0,51	0,37	0,06			
20—21				0,00	0,13	0,30	0,28	0,04				
21—22						0,01	0,02					
Сутки	1,00	1,84	4,59	6,47	8,65	9,50	9,17	7,60	5,50	2,48	1,36	0,71

Таблица 21

Месячная продолжительность τ (ч) солнечного сияния, ее отношение (%) к возможной продолжительности (τ/τ') и число дней n без солнца

Месяц	τ	τ/τ'	n	Месяц	τ	τ/τ'	n
I	31	14	21	VII	284	58	1
II	52	21	15	VIII	236	53	2
III	142	41	8	IX	165	45	2
IV	194	48	3	X	77	25	11
V	268	56	1	XI	41	18	17
VI	285	58	1	XII	22	11	21
				Год	1797	42	103

солнечного сияния резко выражен, он обусловлен как ходом продолжительности дня, так и ходом количества облачности. В отдельные наиболее пасмурные зимние месяцы солнце светит не более 4—5 ч в месяц.

Возможная продолжительность солнечного сияния для стен различной ориентации, т. е. продолжительность при безоблачном небе, и средняя действительная продолжительность (табл. 22) вычислены по данным табл. 19, 20 и рис. 11, 12.

Таблица 22

Возможная и действительная суточная продолжительность
солнечного сияния для стен разной ориентации

Ориентация стен	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Возможная продолжительность, ч												
Ю	7,7	9,7	11,8	11,1	10,2	9,7	9,9	10,6	11,7	10,6	8,4	7,2
ЮЗ и ЮВ	7,2	7,8	8,6	9,4	10,2	10,6	10,4	9,8	9,0	8,2	7,4	7,0
З и В	3,9	4,8	5,9	7,0	8,1	8,7	8,4	7,5	6,4	5,3	4,2	3,6
СЗ и СВ	0,6	1,8	3,1	4,7	6,0	6,8	6,5	5,3	3,8	2,4	1,0	0,2
С				3,0	6,0	7,7	7,0	4,4	1,1			
Действительная продолжительность, ч												
Ю	1,0	1,9	4,6	5,9	6,5	6,5	6,4	6,3	5,4	2,5	1,4	0,7
ЮЗ	1,0	1,8	3,8	4,7	5,7	6,0	5,9	5,4	4,3	2,2	1,3	0,7
З	0,6	1,1	2,5	3,4	4,3	4,6	4,6	4,0	3,0	1,4	0,7	0,4
СЗ	0,03	0,2	1,2	1,9	2,9	3,3	3,2	2,6	1,6	0,4	0,1	0,01
С				0,5	2,1	3,0	2,8	1,3	0,1			
СВ	0,0	0,1	0,8	1,7	2,9	3,5	3,2	2,2	1,2	0,3	0,1	0,0
В	0,4	0,8	2,1	3,1	4,4	4,9	4,6	3,7	2,6	1,1	0,6	0,3
ЮВ	1,0	1,6	3,4	4,5	5,7	6,2	5,9	5,0	3,9	2,0	1,3	0,7
Отношение действительной к возможной, %												
Ю	13	20	39	53	64	67	65	59	46	24	17	10
ЮЗ	14	23	44	50	56	57	57	55	48	27	18	10
З	15	23	42	49	53	53	55	53	47	26	17	11
СЗ	5	11	39	40	48	49	49	49	42	17	10	5
С				17	35	39	40	30	9			
СВ	0	6	26	36	48	51	49	42	32	12	10	0
В	10	17	36	44	54	56	55	49	41	21	14	8
ЮВ	14	20	40	48	56	58	57	51	43	24	18	10

3.3. Солнечная радиация и радиационный баланс

Актинометрические наблюдения в Витебске не проводятся, поэтому характеристики радиационного режима получены расчетным путем с использованием актинометрической станции Минск в качестве опорной.

В табл. 23 приведены средние суточные суммы радиации (энергия на единицу площади) при безоблачном небе. Суммы прямой радиации ($S_{\text{пр}}$) 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.

Рассеянная радиация D возникает при рассеянии солнечных лучей воздухом и взвешенными в нем твердыми и жидкими час-

Таблица 23
Суточные суммы радиации (МДж/м²) при безоблачном небе

Радиация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Горизонтальная поверхность												
Прямая	2,3	5,6	10,7	16,0	20,9	23,4	22,3	17,5	12,3	7,3	3,3	1,6
Рассеянная	1,5	2,2	3,5	4,6	5,4	5,7	5,4	4,9	3,5	2,2	1,3	0,9
Суммарная	3,8	7,8	14,2	20,6	26,3	29,1	27,7	22,4	15,8	9,5	4,6	2,5
Южная стена												
Прямая	11,3	16,3	16,7	14,3	11,3	9,8	10,5	12,6	15,1	16,2	13,8	9,8
Суммарная	14,4	21,5	23,5	20,0	17,6	16,6	17,0	18,6	19,9	19,6	16,1	11,7
Юго-западная и юго-восточная стены												
Прямая	8,1	12,0	13,6	13,3	12,6	12,0	12,3	12,4	13,0	12,2	9,8	7,0
Суммарная	10,8	16,8	20,1	18,7	18,8	18,7	18,6	18,1	17,4	15,1	11,8	8,7
Западная и восточная стены												
Прямая	2,2	5,0	7,4	9,3	11,1	11,7	11,6	9,8	7,6	5,5	3,3	1,8
Суммарная	4,6	9,4	13,4	14,4	17,2	18,4	17,8	15,3	11,6	8,1	5,0	3,2
Северо-западная и северо-восточная стены												
Прямая	0,0	0,5	1,8	3,7	5,9	7,0	6,7	4,2	2,2	0,8	0,1	
Суммарная	2,3	4,6	7,5	8,4	11,6	13,3	12,5	9,3	5,9	3,2	1,6	
Северная стена												
Прямая				0,3	1,9	2,6	2,7	0,7				
Суммарная				4,6	7,2	8,5	8,1	5,4				

тичками (аэрозолем), особенно облаками, и поступает к земле со всего небосвода. Суммарная радиация на горизонтальную поверхность — это сумма прямой и рассеянной радиации. Суммарная радиация на стену включает прямую, рассеянную и отраженную радиацию и определена по формуле:

$$Q_{\text{ст}} = S_{\text{ст}} + k_D D + 0,5QA,$$

где D и Q — суммы рассеянной и суммарной радиации на горизонтальную поверхность; k_D — среднее месячное отношение рассеянной 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 радиации, отраженной поверхностью земли, к падающей на нее (суммарной) радиации.

Использовано альbedo площадки, покрытой в бесснежный период травой, а часть зимы — снегом. Для Витебска альbedo (A) такой площадки принято равным:

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
A%	70	71	49	20	19	20	20	20	21	23	36	63

В табл. 24 приведены средние месячные суммы радиации при действительных условиях облачности, рассчитанные по данным актинометрических наблюдений в Минске и метеорологических наблюдений в Витебске и Минске. Поглощенная поверхностью земли солнечная радиация $Q_{\text{погл}}$ вычислена по формуле:

$$Q_{\text{погл}} = Q(1-A).$$

По этой же формуле можно вычислить суммарную радиацию, поглощенную поверхностью земли с искусственным покрытием, плоской крышей или стеной. При этом Q для горизонтальной поверхности или стены заданной ориентации берется из табл. 24, а альbedo — из табл. 25.

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 %.

Эффективное излучение (табл. 24) — это разность между длинноволновым (инфракрасным) излучением земной поверхности и длинноволновым излучением атмосферы. Радиационный баланс — разность между приходом и расходом всех видов радиации для поверхности земли. Он равен разности между поглощенной радиацией и эффективным излучением. Значения последних, а следовательно, и значения баланса, приведенные в табл. 24, относятся к площадке, летом покрытой травой, а зимой — снегом.

Таблица 24

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

Радиация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Горизонтальная поверхность													
Прямая	15	35	130	167	272	327	314	226	130	46	14	6	1682
Рассеянная	44	82	159	218	276	293	281	235	163	92	40	26	1909
Суммарная	59	117	289	385	548	620	595	461	293	138	54	32	3581
Поглощенная	18	34	147	308	444	496	476	369	231	106	35	12	2672
Эффективное излучение	46	54	96	117	151	159	142	113	126	75	54	33	1166
Радиационный баланс	-28	-20	51	191	293	337	334	256	105	31	-19	-21	1510
Южная стена													
Прямая	71	96	198	149	150	138	148	167	160	99	55	33	1464
Суммарная	117	182	356	298	343	346	347	333	276	160	85	57	2900
Юго-западная стена													
Прямая	53	74	165	130	147	154	160	151	134	75	41	25	1309
Суммарная	98	159	322	277	340	362	359	315	248	135	71	49	2735
Западная стена													
Прямая	14	29	87	89	122	147	144	113	77	32	13	6	873
Суммарная	58	113	241	234	315	355	343	274	190	91	42	29	2285
Северо-западная стена													
Прямая	0,3	2	20	33	63	88	82	47	21	4	0,4	0	361
Суммарная	43	84	171	176	253	294	280	206	130	62	29	22	1750
Северная стена													
Прямая				3	19	36	31	7					96
Суммарная	42	81	147	143	206	239	226	166	108	58	28	22	1466
Северо-восточная стена													
Прямая	0	2	17	35	76	108	94	52	21	3	0,4	0	408
Суммарная	43	84	168	178	263	314	289	213	130	61	28	22	1793
Восточная стена													
Прямая	12	23	78	95	152	180	166	129	78	29	11	5	958
Суммарная	55	106	230	240	342	388	364	293	189	88	40	28	2363
Юго-восточная стена													
Прямая	49	65	153	139	174	180	182	170	136	71	38	23	1380
Суммарная	93	150	308	286	367	388	382	334	250	131	67	47	2803

Таблица 25

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

Приход прямой и суммарной радиации к стенам при действительных условиях облачности вычислялся таким же образом, как для безоблачного неба.

Чтобы получить суточный или месячный приход прямой радиации на наклонную поверхность (склон) при действительных условиях облачности, надо умножить соответствующую сумму радиации на горизонтальную поверхность (S') на коэффициент k_s из табл. 26.

Суммарную радиацию на склон можно вычислить по формуле

$$Q_{\text{скл}} = S'k_s + (Q - S') \cos^2 \frac{\alpha}{2} + QA \sin^2 \frac{\alpha}{2},$$

где прямая (S') и суммарная (Q) радиации на горизонтальную поверхность берутся из табл. 24; A — альbedo площадки, прилегающей к склону. Для наклона 5° можно принять $\cos^2 \frac{\alpha}{2} = 1,00$ и $\sin^2 \frac{\alpha}{2} = 0$, для 10° — соответственно 0,99 и 0,01, для 20° — 0,97 и 0,03.

Таблица 26

Значения коэффициента $k_s \left(\frac{S_{\text{скл}}}{S_r} \right)$ для склонов с различным углом наклона α

α , град	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
20		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

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

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
α град	78	61	57	44	26	19	21	31	51	66	76	80

В табл. 27 приведены суммы фотосинтетически активной радиации (ФАР) — энергии солнечных лучей с длиной волны от 0,38 до 0,71 мкм. Это участок солнечного спектра, используемый листьями растений для фотосинтеза. Помимо годовой суммы ФАР подсчитаны суммы за вегетационный период (средняя суточная температура выше 5 °С) и период активной вегетации (средняя суточная температура выше 10 °С).

Таблица 27
Суммы фотосинтетически активной радиации (МДж/м²)

Радиация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Прямая на горизонтальную поверхность	5	14	56	73	120	147	135	99
Рассеянная	26	49	97	133	168	179	171	143
Суммарная	31	63	153	206	288	326	306	242

Радиация	IX	X	XI	XII	Год	Сумма за вегетационный период	
						$t > 5^{\circ}\text{C}$	$t > 10^{\circ}\text{C}$
Прямая на горизонтальную поверхность	57	19	6	2	733	622	537
Рассеянная	99	56	24	16	1161	878	731
Суммарная	156	75	30	18	1894	1500	1268

3.4. Естественная освещенность

Приближенные значения средней освещенности открытой горизонтальной площадки приведены в табл. 28. Фактическую освещенность при различных условиях можно приближенно определить при помощи таблиц приложения 5 и 6, 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» — рассеянная освещенность, которая получается, если солнце затенено достаточно плотным облаком. Для полупрозрачных форм облаков даются рубрики «Солнце чисто» и «Солнце в облаках». В последнем случае прямой солнечный свет не устраняется полностью, но значительно ослабляется.

Таблица 28
Средняя освещенность (клк) 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	11	5			
	Рассеянная				7	12	13	12	8	4			
10 30	Суммарная	5	12	27	38	50	55	51	41	30	15	6	3
	Рассеянная	4	9	17	20	24	25	24	21	16	11	5	3
13 30	Суммарная	11	22	38	46	53	58	56	45	35	21	10	7
	Рассеянная	9	15	22	25	27	28	26	19	13	7	2	6
16 30	Суммарная		8	19	27	34	40	38	29	19	7	2	
	Рассеянная		7	12	16	20	21	21	18	11	5	2	
19 30	Суммарная				3	8	12	11	4				
	Рассеянная				3	6	8	8	4				

Для пользования таблицами необходимо знать высоту солнца в данный момент. Ее можно либо измерить непосредственно ($\text{tg } h_{\odot}$ равен отношению высоты предмета к длине его тени на горизонтальной плоскости), либо определить по графикам рис. 11 и 12.

Как видно из сравнения приложений 5 и 6, 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.

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. 29. Сначала при помощи табл. 18 определяют время от нужного момента до восхода (утром) или от захода до нужного момента (вечером). Затем в строке таблицы для данного месяца выбирают величины, ближайšie к полученной, а внизу в тех же столбцах находят соответствующие значения освещенности. Результат уточняется интерполяцией.

Таблица 29

Определение сумеречной освещенности по глубине или времени погружения солнца

Месяц	Глубина погружения солнца, град				
	0	2	4	6	8

Время после захода или перед восходом, ч мин

I	0 10	0 27	0 43	0 59
II	0 08	0 23	0 38	0 52
III	0 06	0 20	0 34	0 48
IV	0 08	0 24	0 39	0 55
V	0 10	0 28	0 47	1 09
VI	0 12	0 34	0 58	1 27
VII	0 11	0 30	0 53	1 18
VIII	0 09	0 25	0 42	1 00
IX	0 08	0 22	0 37	0 51
X	0 08	0 22	0 37	0 51
XI	0 09	0 24	0 41	0 56
XII	0 11	0 28	0 45	1 02

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

4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

4.1. Температура воздуха

Температура воздуха является одним из важнейших элементов климата. Ее характеристики получены по данным наблюдений в метеорологической будке на высоте 2 м над поверхностью земли.

В Витебске средняя месячная температура (табл. 30) зимой почти на $1,0^{\circ}\text{C}$ ниже, а летом на $0,1\text{--}0,3^{\circ}\text{C}$ выше, чем в Минске. Самым холодным месяцем в 41 % лет был январь, в 39 % — февраль и в 20 % — декабрь. Самой холодной является третья декада января, самыми теплыми — вторая и третья декады июля (табл. 31).

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). Самым теплым месяцем чаще бывает июль (70 % лет). Однако в зависимости от атмосферной циркуляции, наиболее высокие температуры могут быть и в июне (в 14 % лет) и в августе (в 16 % лет). А один раз в 15 лет июль бывает самым холодным летним месяцем. В августе начинается медленное понижение температуры. Если в июле в среднем 26 дней со средней суточной температурой больше 15°C , в августе — 22 дня, то в сентябре — 5 дней.

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. 32, 33), а также величины средних квадратических отклонений σ (табл. 30).

Распределение средних месячных температур близко к нормальному, кроме марта, поэтому с достаточным основанием 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 значит, что в январе в 68 % случаев температура

Таблица 30

Средняя многолетняя, максимальная и минимальная средняя месячная и годовая температура воздуха $\bar{t}$ (°C) и ее отклонение

Месяц, сезон	$\bar{t}$	$\bar{t}_{\text{макс}}$	Год	$\bar{t}_{\text{мин}}$	Год	Отклонение	
						среднее арифметическое	среднее квадратическое
I	-7,8	-1,8	1899	-16,7	1893	3,0	3,8
II	-7,3	-1,0	1957	-18,0	1929	3,0	3,9
III	-2,9	1,5	1938	-10,5	1952	1,9	2,4
IV	5,0	9,6	1950	-0,6	1929	1,8	2,2
V	12,6	18,1	1897	8,0	1941	1,8	2,2
VI	16,0	19,1	1964	11,7	1928	1,4	1,7
VII	18,0	21,8	1938	15,0	1935, 62	1,2	1,6
VIII	16,3	20,8	1938	13,9	1926	1,2	1,6
IX	11,2	14,0	1937	7,8	1894	1,1	1,4
X	5,2	9,8	1896	1,2	1946	1,5	1,9
XI	-0,4	4,0	1928	-5,0	1965	1,7	2,1
XII	-5,2	1,1	1960	-11,2	1933	2,5	3,0
Зима	-6,8	-2,0	1960/61	-12,2	1892/93	2,1	
Весна	4,9	8,4	1897	1,7	1941, 52	1,2	
Лето	16,8	19,3	1897, 1938	14,1	1962	0,9	
Осень	5,3	8,5	1934	3,2	1946	1,0	
Год	5,1	6,9	1975	3,2	1956	0,7	

Таблица 31

Средняя температура воздуха (°C) по декадам

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

Таблица 32

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

Температура, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
от	до													
-20,0	-15,1	4	4											
-15,0	-10,1	26	18	2									4	
-10,0	-5,1	46	52	28									46	
-5,0	-0,1	24	26	57	2							48	48	
0,0	5,0			13	44						43	52	2	48
5,1	10,0				54	19				19	57			52
10,1	15,0					68	34	4	19	81				
15,1	20,0					13	66	87	77					
20,1	25,0							9	4					

не выходит за пределы $-4,0... -11,6^{\circ}\text{C}$, а в июле за пределы $16,4...19,6^{\circ}\text{C}$.

Повторяемость различных значений средней месячной температуры (см. табл. 32) определена непосредственно по фактическим данным. Величины обеспеченности (см. табл. 33) получены сглаживанием данных, поэтому между обеими таблицами есть некоторые расхождения. Из табл. 32 видно, что в январе

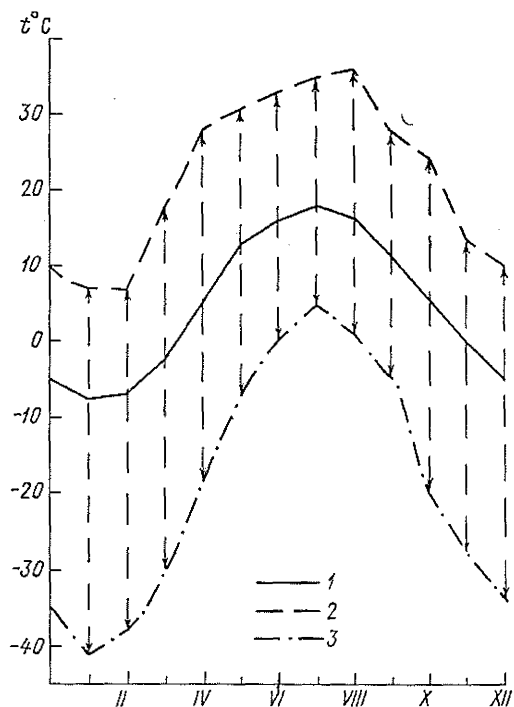


Рис. 13. Годовой ход температуры воздуха.
1 — средняя месячная температура, 2 — абсолютный максимум, 3 — абсолютный минимум.

температура воздуха -10°C и ниже бывает в 25 % лет (один раз в четыре года). Редко, примерно один раз в 20 лет, встречаются годы со средней месячной температурой воздуха в январе -14°C и ниже или выше -2°C . В июле почти ежегодно (в 95 % лет) средняя месячная температура воздуха бывает выше 15°C , но только один раз в 20 лет выше 21°C .

Основной термической характеристикой конкретных суток служит средняя суточная температура воздуха (табл. 34). Ее средние многолетние значения за каждый месяц такие-же, как

Таблица 33

Средняя месячная температура воздуха различной обеспеченности

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

Таблица 34

Число дней со средней суточной температурой воздуха в различных пределах

Температура, °C													
от	до	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-39,9	-35,0	0,1											
-34,9	-30,0	0,05	0,03										0,03
-29,9	-25,0	0,5	0,3										0,1
-24,9	-20,0	1,3	1,1										0,5
-19,9	-15,0	2,8	2,7	0,6									1,4
-14,9	-10,0	5,6	5,2	2,4									3,7
-9,9	-5,0	7,6	7,5	6,6	0,3								3,7
-4,9	0,0	9,3	7,5	11,1	4,0					0,1	2,8	10,0	10,3
0,1	5,0	3,8	3,7	9,9	12,0	1,4				0,9	10,7	11,8	7,2
5,1	10,0			0,4	9,2	8,3	1,2	0,03	0,3	9,6	13,0	4,0	0,4
10,1	15,0				3,7	11,1	9,7	4,9	8,7	14,4	3,9	0,2	
15,1	20,0				0,8	8,3	13,3	16,7	17,4	4,8	0,4		
20,1	25,0					1,9	5,6	8,7	4,3	0,2			
25,1	30,0						0,2	0,7	0,3				

у средней месячной температуры (см. табл. 30), а средние квадратические отклонения σ значительно больше:

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

В апреле и с июня по ноябрь распределение средних суточных температур подчиняется нормальному закону, в мае имеет отрицательный эксцесс, а в декабре — марте — отрицательную асимметрию (вытянуто в сторону низких температур).

В табл. 35 приведены средние значения температуры воздуха в различные часы суток по показаниям термографа, а на

рис. 14 представлен суточный ход температуры для четырех месяцев.

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. Сред-

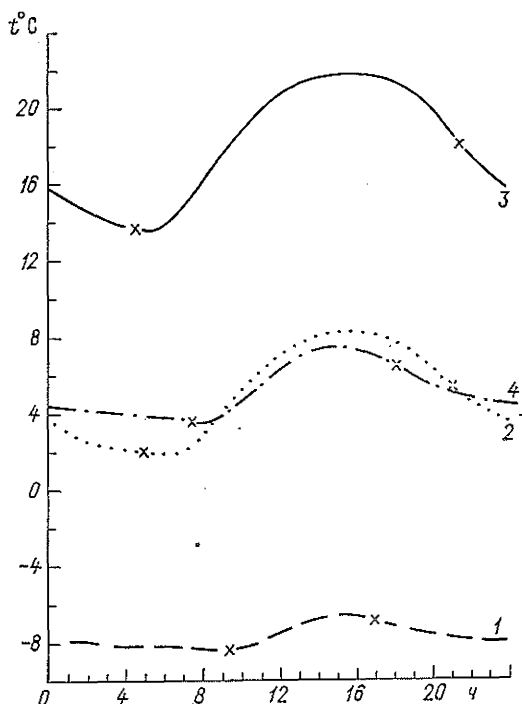


Рис. 14. Суточный ход температуры воздуха в январе (1), апреле (2), июле (3), октябре (4). Засечки на кривых — моменты восхода и захода солнца.

ние из ежедневных значений амплитуды приведены в табл. 36. Средняя суточная амплитуда температуры воздуха имеет хорошо выраженный годовой ход. Минимальное значение ее приходится на зимние месяцы. С увеличением солнечной радиации амплитуда возрастает, достигая наибольшей величины летом. При ясной и тихой погоде суточная амплитуда в два с лишним раза больше, чем при пасмурной, ветреной. Данные табл. 37 дают представление о возможных колебаниях амплитуды.

Междусуточная изменчивость температуры воздуха представляет собой разность средних суточных температур двух соседних суток (табл. 38) и отражает колебания тем-

пературы, 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 изменчивость в пределах $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Для решения ряда практических вопросов большое значение

Таблица 35
Суточный ход температуры воздуха

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

Таблица 36
Суточная амплитуда температуры воздуха (°C) независимо от состояния неба и при его различном состоянии (по нижней облачности)

Амплитуда	I	II	III	IV	V	VI
Средняя						
общая	5,7	6,5	7,6	8,7	10,9	11,1
ясно	7,9	10,4	11,6	11,7	13,3	13,6
полуюсно	7,1	7,4	7,9	8,8	11,0	10,9
пасмурно	4,5	4,6	4,3	5,3	6,8	7,3
Наибольшая	21,1	20,0	21,4	18,9	19,3	19,6
Наименьшая	0,7	0,5	1,3	1,3	1,7	3,0
Амплитуда	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя						
общая	10,5	10,2	9,3	6,1	4,4	4,7
ясно	13,1	14,0	12,9	14,6	7,7	6,0
полуюсно	10,2	9,7	9,2	6,8	5,4	6,8
пасмурно	6,8	6,3	5,8	4,3	3,5	3,8
Наибольшая	19,1	19,3	18,0	17,3	12,6	20,1
Наименьшая	2,8	2,3	2,2	0,8	0,8	0,6

Таблица 37

Повторяемость (%) различных градаций суточной амплитуды температуры воздуха

Амплитуда, °С		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
0,0	0,9	0,8	0,2								0,4	0,2	1,1
1,0	3,9	33,9	28,6	21,8	10,4	1,1	0,1	1,2	2,1	5,2	27,5	53,5	48,2
4,0	6,9	35,5	33,4	29,7	24,3	13,6	10,0	10,2	19,9	28,5	37,2	33,0	31,2
7,0	9,9	19,7	20,5	22,4	30,2	25,0	27,4	33,9	28,1	25,6	23,7	11,3	12,8
10,0	12,9	7,4	10,2	14,0	21,0	33,0	32,2	33,9	25,4	22,6	8,6	2,0	4,7
13,0	15,9	1,8	5,3	7,9	11,4	21,2	25,5	17,9	19,4	15,3	2,2		0,9
16,0	18,9	0,3	1,6	3,6	2,7	5,9	4,7	2,8	4,8	2,8	0,4		0,9
19,0	21,9	0,6	0,2	0,6		0,2	0,1	0,1	0,3				0,2

Таблица 38

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

Изменчивость, С°		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
-17,9	-16,0												0,2
-15,9	-14,0	0,1	0,2										0,2
-13,9	-12,0	0,1	0,2										0,3
-11,9	-10,0	0,4	0,2	0,4		0,1		0,2				0,2	0,2
-9,9	-8,0	1,9	1,2	0,7	0,1	0,6	0,1					0,5	1,0
-7,9	-6,0	4,0	3,5	2,8	1,2	1,5	0,6	0,3	0,5	1,1	1,3	0,8	1,8
-5,9	-4,0	6,6	7,6	4,9	1,8	3,6	4,6	3,7	2,7	3,6	4,9	5,8	4,8
-3,9	-2,0	13,5	14,4	12,5	9,9	10,6	11,4	11,4	10,7	14,0	14,1	13,2	16,0
-1,9	-0,1	25,4	21,4	26,2	28,6	25,3	27,7	31,8	33,3	34,9	33,8	27,9	30,7
0,0	1,9	23,6	23,4	30,0	35,8	38,7	34,8	36,8	41,4	32,3	29,2	32,8	24,6
2,0	3,9	10,2	11,4	13,5	17,0	15,0	16,8	13,7	10,0	10,9	12,1	13,2	11,2
4,0	5,9	6,6	9,2	4,4	3,8	4,5	3,8	1,9	1,3	2,5	3,3	4,2	5,4
6,0	7,9	4,7	3,4	2,6	1,8		0,2	0,2	0,1	0,5	0,8	1,2	1,4
8,0	9,9	1,9	2,1	1,5		0,1				0,2	0,5	0,2	1,2
10,0	11,9	0,9	1,3	0,4									0,6
12,0	13,9	0,1	0,5	0,1									0,2
14,0	15,9												0,2
Средняя изменчивость, °С		2,8	3,0	2,3	1,8	1,9	1,8	1,6	1,4	1,7	1,8	2,0	2,4

имеют минимальные величины, до которых понижается температура. В табл. 39—41 приведены характеристики минимальной температуры воздуха в Витебске. Абсолютная минимальная температура воздуха характеризует самую низкую температуру, наблюдавшуюся за весь период наблюдений. Средний абсолютный минимум температуры воздуха является средней многолетней величиной из абсолютных минимумов за отдельные годы.

Таблица 39
Минимальная температура воздуха (°C)

Месяц	$\bar{t}_{\text{сут}}$	$\bar{t}_{\text{абс}}$	$t_{\text{абс}}$	Год
I	-10,8	-25	-41	1940
II	-10,6	-24	-38	1956
III	-6,7	-19	-30	1964
IV	0,6	-7	-18	1920
V	6,8	0	-4	1972
VI	10,6	4	0	1965
VII	12,8	8	5	1968
VIII	11,5	6	0	1971
IX	7,2	0	-5	1939
X	2,4	-5	-15	1966
XI	-2,3	-11	-28	1890
XII	-7,7	-20	-34	1895
Год	1,2	-27	-41	1940

Примечание. $\bar{t}_{\text{сут}}$ — средний минимум из суточных минимумов, $\bar{t}_{\text{абс}}$ — средний минимум из абсолютных месячных и годовых, $t_{\text{абс}}$ — абсолютный минимум.

Таблица 40
Экстремальные температуры воздуха (°C) по сезонам

Сезон	Минимальные				Максимальные			
	$\bar{t}_{\text{сут}}$	$\bar{t}_{\text{абс}}$	$t_{\text{абс}}$	год	$\bar{t}_{\text{сут}}$	$\bar{t}_{\text{абс}}$	$t_{\text{абс}}$	год
Зима	-9,7	-27	-41	1939/40	-3,8	4	10	1903/04
Весна	0,2	-19	-30	1964	9,4	27	31	1958
Лето	11,6	4	0	1965	22,1	30	36	1901
Осень	2,4	-11	-28	1890	8,9	24	29	1968

Таблица 41
Число дней с минимальной температурой воздуха в различных пределах

Температура, °C													
от	до	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-44,9	-40,0	0,1											
-39,9	-35,0	0,1	0,1										
-34,9	-30,0	0,5	0,3										0,1
-29,9	-25,0	1,3	1,1	0,1									0,3
-24,9	-20,0	2,7	2,8	1,0									1,3
-19,9	-15,0	4,1	4,5	2,5	0,1							0,02	2,7
-14,9	-10,0	6,3	5,6	5,1	0,4							0,1	5,5
-9,9	-5,0	7,2	6,8	7,0	2,3							1,1	7,5
-4,9	0,0	7,5	5,2	11,0	9,8	1,4	0,03			0,9	6,8	11,3	9,9
0,1	5,0	1,2	1,8	4,3	12,9	9,1	2,0		0,4	7,3	13,6	9,6	3,7
5,1	10,0			0,03	3,9	11,8	10,7	4,9	7,7	15,1	8,5	1,6	
10,1	15,0				0,6	8,3	13,1	18,3	18,0	6,4	0,9		
15,1	20,0					0,4	4,2	7,7	4,8	0,3			
20,1	25,0							0,1	0,1				

Под средней минимальной температурой понимается средний из суточных минимумов температуры за месяц. По средним минимальным температурам можно судить о ночной температуре воздуха. На нее больше, чем на среднюю суточную температуру, влияют местные особенности (форма рельефа, высота, характер подстилающей поверхности). Так, в нижних частях северных склонов минимальная температура может быть на 2—3 °C ниже и, наоборот, на верхних частях южных склонов на 1—1,5 °C выше по сравнению с открытым ровным местом. 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. Величина средней минимальной температуры заметно колеблется от года к году. В феврале 1929 г. она была равна —22,4 °C, а в феврале 1925 г. всего —1,9 °C. Летом колебания средних минимальных температур составляют 5—8 °C. За многолетний период наблюдений в июне, июле и августе минимальная температура в Витебске ни разу не опускалась ниже 0,6 °C.

Низкие температуры в Витебске 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 (—41 °C) наблюдалась 16 января 1940 г. Абсолютный минимум температуры за год чаще всего бывает в январе (43 %), реже в феврале (27 %) и декабре (21 %).

Обеспеченность различными значениями годового абсолютного минимума имеет следующие значения:

Абсолютный минимум, °C	<—36	<—33	<—30	<—27	<—25	<—21	<—20
Вероятность, %	5	10	25	50	75	90	95

Большую опасность для фруктовых деревьев, особенно во время цветения, и для огородных культур представляют заморозки, когда весной или осенью температура опускается до 0 °C и ниже. Они 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 Витебске в среднем прекращаются в первой декаде мая (7 V) через 39 дней после того, как средняя суточная температура воздуха устойчиво переходит через 0 °C в сторону положительных величин. В теплые весны они могут прекращаться почти на месяц раньше средней даты, а в затянувшуюся весну на месяц позже.

Первые осенние заморозки в воздухе в среднем наблюдаются в конце сентября. Из табл. 42 видно, что осенью вероятность

Таблица 42

Даты первого и последнего заморозков различной вероятности

Дата		Вероятность (%) заморозка в указанные и более ранние даты							Самая поздняя
средняя	самая ранняя	5	10	25	50	75	90	95	

Первый заморозок

29 IX | 10 IX 1968 | 8 IX | 13 IX | 20 IX | 29 IX | 8 X | 15 X | 20 X | 1 XI 1935

Последний заморозок

7 V | 1 IV 1897 | 14 IV | 19 IV | 27 IV | 6 V | 15 V | 23 V | 28 V | 7 VI 1895

наступления первых заморозков 8 сентября и ранее или 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 прочих равных атмосферных условиях заморозки могут возникать значительно чаще и начинаться раньше, чем на ровном открытом месте. Средняя продолжительность безморозного периода (периода без заморозков) в Витебске составляет 144 дня. Колебания в сроках окончания и наступления заморозков (табл. 42) обуславливают значительную изменчивость продолжительности безморозного периода. Отклонения от нормы доходят до 40 дней. Очень продолжительный безморозный период наблюдался в 1950 г. (183 дня), а в 1968 г. продолжительность его была мала — всего 109 дней.

Морозными считаются дни, в которые температура по максимальному термометру была 0°C или ниже (табл. 43). 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. 43).

Таблица 43

Среднее число дней с отрицательной температурой во все часы суток ($t_{\text{макс}} < 0^{\circ}\text{C}$), с переходом температуры через 0°C ($t_{\text{макс}} > 0^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{мин}} < 0^{\circ}\text{C}$), 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	$t_{\text{макс}} < 0$	$t_{\text{макс}} > 0, t_{\text{мин}} < 0$	$t_{\text{мин}} > 0$	$t_{\text{макс}} > 0$
IX	0,0	0,9	29,1	
X	0,6	7,4	23,0	
XI	7,7	11,1	11,2	22,3
XII	17,7	9,6	3,7	13,3
I	23,0	6,8	1,2	8,0
II	20,2	6,2	1,8	7,8
III	12,3	14,4	4,3	18,7
IV	0,9	11,7	17,4	
V	0,0	1,4	29,6	

В число дней с переходом температуры через 0°C включены все дни, когда максимальная температура была выше 0°C , а минимальная 0°C или ниже, т. е. в ночное время происходило замерзание, а в дневное время таяние воды (табл. 43). Весной и осенью такие дни считают как дни с заморозками. В летние месяцы минимальная температура не опускается до нуля, поэтому они не включены в табл. 43.

Для Витебска характерна смена оттепелей и морозных периодов (табл. 44). Преобладают оттепели с температурой до 2°C (табл. 45).

Таблица 44

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

Период	Продолжительность, дни									
	1—2	3—5	6—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—70	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$
Морозный	44,3	22,7	14,2	12,6	3,1	1,8	1,0	0,3	7	57
С оттепелью	46,6	28,5	16,7	6,2	1,7	0,3			4	31

Таблица 45

Повторяемость дней с различной максимальной температурой при оттепелях

$t_{\text{макс}}^{\circ}\text{C}$	Повторяемость, %	$t_{\text{макс}}^{\circ}\text{C}$	Повторяемость, %
0,1—0,9	25,6	6,0—6,9	1,9
1,0—1,9	29,4	7,0—7,9	2,3
2,0—2,9	17,0	8,0—8,9	1,6
3,0—3,9	9,5	9,0—9,9	1,1
4,0—4,9	6,8	10,0—10,9	0,3
5,0—5,9	4,4	11,0—11,9	0,1

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 Витебске наблюдается 97 дней 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. 40, 46 и

Таблица 46
Максимальная температура воздуха (°C)

Месяц	$\bar{t}_{\text{сут}}$	$\bar{t}_{\text{абс}}$	$t_{\text{абс}}$	Год
I	—4,7	2	7	1925
II	—3,8	3	7	1897
III	1,1	8	18	1921
IV	9,4	19	28	1950
V	17,7	27	31	1958
VI	21,5	28	33	1940
VII	23,1	30	35	1936
VIII	21,6	29	36	1901
IX	16,0	24	29	1968
X	8,6	17	24	1966
XI	2,0	9	15	1929, 68
XII	—2,8	4	10	1903
Год	9,1	31	36	1901

Примечание. $\bar{t}_{\text{сут}}$ — средний максимум из суточных минимумов, $\bar{t}_{\text{абс}}$ — средний максимум из абсолютных месячных, годовых, $t_{\text{абс}}$ — абсолютный максимум.

Таблица 47

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
—34,9	—30,0	0,04											0,04
—29,9	—25,0	0,1											0,1
—24,9	—20,0	0,7	0,5										0,5
—19,9	—15,0	1,2	1,1									0,1	0,7
—14,9	—10,0	4,7	4,2	0,3								1,5	2,0
—9,9	—5,0	6,7	6,1	3,8						0,04		6,1	5,7
—4,9	0,0	9,6	8,3	8,2	0,9					0,6	13,1	9,2	
0,1	5,0	8,0	7,8	14,9	6,3	0,3				0,1	5,8	8,3	12,2
5,1	10,0		0,04	3,3	9,4	2,5	0,1			1,6	12,9	0,9	1,1
10,1	15,0			0,4	7,7	7,2	2,0	0,1	1,0	10,6	9,1		
15,1	20,0			0,1	4,0	10,3	9,2	6,4	9,2	12,3	2,3		
20,1	25,0				1,6	7,9	11,1	14,3	13,7	4,6	0,3		
25,1	30,0				0,1	2,8	7,1	9,1	6,5	0,8			
30,1	35,0					0,04	0,5	1,1	0,6				
35,1	40,0								0,02				

47 приведены данные о максимальной температуре в Витебске. Ежегодно летом можно ожидать около двух дней с максимальной температурой выше 30 °C. Такая высокая температура, если она наблюдается в июне или начале июля, очень вредна для сельскохозяйственных культур, кроме того, в засушливые периоды она способствует возникновению лесных пожаров. На-

ступление сильной жары летом обычно связано с приходом на нашу территорию масс тропического воздуха. Абсолютный годовой максимум чаще всего наблюдается в июле (37 %), реже в августе (28 %), в июне (20 %) и в мае (15 %). Обеспеченность различных значений абсолютного годового максимума имеет следующие значения:

Абсолютный максимум, °С	≥ 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 не превышает 10 °С, то зимой она достигает 15 °С.

Большой интерес представляет переход средней суточной температуры воздуха через 0, 5, 10 и 15 °С (табл. 48), так как

Таблица 48

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

Предел температуры, °С	Средняя дата	Вероятность (%) указанных или более ранних дат наступления						
		5	10	25	50	75	90	95
>0	29 III	10 III	14 III	22 III	29 III	4 IV	8 IV	10 IV
>5	13 XI	27 X	30 X	5 XI	13 XI	21 XI	28 XI	2 XII
>10	15 IV	1 IV	4 IV	9 IV	15 IV	21 IV	24 IV	27 IV
>15	17 X	3 X	5 X	10 X	17 X	22 X	27 X	31 X
>20	1 V	17 IV	21 IV	26 IV	1 V	6 V	11 V	14 V
>25	22 IX	10 IX	13 IX	18 IX	22 IX	26 IX	2 X	7 X
>30	4 VI	11 V	17 V	25 V	4 VI	14 VI	22 VI	27 VI
>35	23 VIII	6 VIII	10 VIII	16 VIII	23 VIII	30 VIII	4 IX	7 IX

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 границы, не приведенные в табл. 48, 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. Период с температурой воздуха выше 0 °С в Витебске продолжается на 3 дня меньше, чем в Минске и на 32 дня меньше, чем в Бресте (табл. 49).

Таблица 49

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

Предел температуры, °C	τ	Вероятность (%) указанной или большей продолжительности						
		95	90	75	50	25	10	5
0	229	210	213	219	228	238	251	260
5	185	167	171	177	184	191	198	202
10	144	125	130	136	143	149	156	161
15	80	47	56	66	79	92	102	107

В связи с большими колебаниями температуры воздуха из года в год даты перехода температур и продолжительность периодов в отдельные годы значительно отклоняются от средней многолетней даты. Например, при средней дате 29 марта переход через 0°C 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 факторов является степень обеспеченности теплом, которая характеризуется суммами средних суточных температур воздуха, превышающих 5, 10 и 15°C. Средние суммы температур и суммы различной вероятности приведены в табл. 50.

Таблица 50

Суммы средних суточных температур воздуха выше 0, 5, 10, 15°C различной вероятности

Предел температуры, °C	Средняя сумма	Вероятность (%) указанных или больших сумм температур						
		95	90	75	50	25	10	5
0	2596	2296	2356	2486	2596	2696	2826	2896
5	2492	2177	2252	2397	2492	2602	2712	2792
10	2196	1861	1936	2076	2196	2331	2491	2586
15	1365	820	935	1135	1365	1615	1825	1930

Переход средней суточной температуры воздуха через 8°C осенью в сторону понижения и весной в сторону повышения принят за начало и конец отопительного периода. Этот период в Витебске в среднем начинается со 2 октября и кончается 24 апреля, т. е. продолжается 205 дней.

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

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. 51).

Таблица 51

Средняя непрерывная продолжительность τ (дни) интервалов со средней суточной температурой $\bar{t}$ ($^{\circ}\text{C}$) выше или ниже заданного уровня

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Выше уровня												
$\bar{t}$	-10	-10	-5	5	10	15	15	15	10	5	0	-5
τ	8,9	7,7	7,7	5,2	9,3	7,1	14,1	9,5	8,4	6,6	6,3	6,7
$\bar{t}$	-5	-5	0	10	15	20	20	20	15	10	5	0
τ	4,7	4,0	3,0	2,7	3,8	2,7	3,3	3,1	3,0	3,1	3,0	3,4
$\bar{t}$	0	0	5	15	20	25	25	—	20	15	—	5
τ	2,8	2,5	1,6	1,7	2,2	1,7	1,7	—	1,5	1,7	—	1,9
Ниже уровня												
$\bar{t}$	0	0	0	10	15	20	20	20	15	10	5	0
τ	16,8	17,2	7,6	21,8	10,1	13,0	7,8	14,1	12,6	14,8	15,8	10,2
$\bar{t}$	-5	-5	-5	5	10	15	15	15	10	5	0	-5
τ	6,8	6,8	3,6	7,8	4,6	4,0	2,6	3,2	3,4	4,3	4,7	4,6
$\bar{t}$	-10	-10	-10	0	5	10	—	—	5	0	-5	-10
τ	4,1	4,0	2,6	3,8	2,7	2,3	—	—	1,6	2,2	2,5	3,0
$\bar{t}$	-15	-15	-15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
τ	3,1	2,9	2,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—

При строительном проектировании используются температурные характеристики, приведенные в табл. 52.

4.2. Температура почвы

На температурный режим почвы оказывает влияние ее механический состав и тип, влажность, состояние поверхности, покрытость растительностью или снегом.

Почва на метеоплощадке станции Витебск, где производились измерения, до глубины 20 см супесчаная с примесью органических веществ, затем до 30 см песок и ниже песок с примесью глины.

Температура поверхности почвы измеряется напочвенными термометрами, которые на поверхности располагают горизонтально (летом на оголенной почве, зимой на снегу) и таким образом, что резервуары их наполовину погружены в почву или

Таблица 52

Расчетные температуры холодного периода для проектирования

Интервал времени	t °C	Объекты проектирования	Способ вычисления
Наиболее холодные сутки	—31	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	—26	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	—1,6	Системы отопления, нормы топлива	Отопительным считается период со средней суточной температурой ниже $+8^{\circ}\text{C}$
Наиболее холодный период (вентиляционная температура)	—12	Вентиляция	Среднее из наименьших значений температуры за наиболее холодный период, составляющий 15% продолжительности отопительного периода

снег. Такая методика измерений связана со значительными погрешностями, поэтому полученные данные лишь приближенно соответствуют температуре тонкого поверхностного слоя почвы.

В табл. 53 представлены средние месячные и годовые значения температуры поверхности почвы, полученные по данным наблюдений в сроки 2, 8, 14 и 20 ч. Средняя годовая температура поверхности почвы в Витебске на 1°C выше температуры воздуха. В летние месяцы средняя температура поверхности почвы на $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$ выше, чем температура воздуха, зимой различие между ними невелико.

Таблица 53

Средняя месячная температура поверхности почвы

Месяц	Средняя			Абсолютный	
	t	$t_{\text{макс}}$	$t_{\text{мин}}$	максимум	минимум
I	—8	—4	—12	6	—45
II	—7	—2	—13	7	—43
III	—4	3	—9	20	—34
IV	5	14	—1	36	—21
V	14	27	5	44	—8
VI	19	33	10	50	—2
VII	21	36	12	51	3
VIII	18	32	11	52	0
IX	12	23	6	42	—6
X	5	11	1	29	—19
XI	0	2	—3	15	—29
XII	—5	—3	—8	9	—36
Год	6	14	0	52	—45

Максимумы и минимумы температуры получены из ежедневных данных максимального и минимального термометров.

В летнее время (июнь—август) максимальная температура оголенной поверхности почвы в среднем на $10\text{--}13^{\circ}\text{C}$ выше, чем максимальная температура воздуха, а в отдельные жаркие дни эта разность достигает 16°C . Самая высокая температура поверхности почвы (52°C) наблюдалась в августе 1963 г. и в июне 1966 г.

В ночное время минимальная температура поверхности почвы зимой примерно на 1°C , а летом на $0,4\text{--}0,8^{\circ}\text{C}$ ниже, чем минимальная температура воздуха. В отдельные ясные ночи температура поверхности почвы (или снега) опускается до -40 , -45°C .

Заморозки на поверхности почвы в среднем заканчиваются на 12 дней позже (19 V) и начинаются на 6 дней раньше (23 IX); чем заморозки в воздухе, т. е. продолжительность безморозного периода сокращается до 126 дней (в воздухе 144 дня). В последние десятилетия самый поздний заморозок от-

мечен 29 мая 1953 г. и самый ранний осенью — 11 сентября 1951 г.

Температура почвы зависит от ее механического состава. Суглинистые почвы хорошо удерживают воду, обладают большой теплоемкостью и теплопроводностью, чем супесчаные. Весной и летом поверхность суглинистых почв в среднем на 1—2 °С холоднее поверхности супесчаных. Днем они меньше нагреваются, а ночью соответственно слабее охлаждаются.

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.

В верхнем слое почвы наблюдаются значительные изменения температуры и в горизонтальном направлении в зависимости от ее свойств и растительного покрова.

На глубинах 5—20 см измерения температуры почвы производятся коленчатыми термометрами, которые устанавливаются только на теплый период года на открытой, свободной от растительности разрыхляемой площадке. Их показания (табл. 54) характеризуют температурный режим пахотного слоя.

Таблица 54

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

Глубина, см	V	VI	VII	VIII	IX
5	12,9	16,9	19,7	17,5	11,9
10	12,2	16,7	19,5	17,3	12,0
15	11,9	16,2	19,1	17,2	12,2
20	11,5	16,1	18,9	17,1	12,3

Средняя температура почвы на глубинах 0,2—3,2 м приведена по показаниям вытяжных термометров, установленных в почве под естественным покровом: летом — растительным, зимой — снежным (табл. 55).

Температура почвы испытывает суточные и годовые колебания, амплитуда которых убывает с глубиной. Начиная с глубины 0,8 м, наблюдения по температуре почвы производятся один раз в сутки — в 14 ч, так как на этих глубинах суточный ход температуры практически отсутствует.

В годовом ходе наступление максимума и минимума температуры почвы запаздывает с глубиной по сравнению с го-

Таблица 55

Средняя месячная и годовая температура (°C) почвы по вытяжным термометрам

Глубина, м	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
0,2	-0,6	-0,7	0,3	2,8	11,2	16,4	18,3	17,1	12,2	7,3	2,5	-0,3	7,2
0,4	-0,1	-0,4	-0,1	2,2	10,1	15,1	17,2	16,6	12,5	7,9	3,4	0,5	7,1
0,8	1,1	0,6	0,6	1,9	8,5	13,4	15,8	15,9	12,8	8,8	4,8	1,9	7,2
1,6	3,3	2,5	2,1	2,3	6,1	10,2	12,8	13,8	12,6	9,9	7,0	4,5	7,3

довым ходом температуры воздуха. Наибольшая и наименьшая средняя месячная температура на поверхности почвы (0) и по глубинам наступает в следующие месяцы:

Глубина, м	0	0,2	0,4	0,8	1,6
Месяц наступления					
$t_{\text{макс}}$	VII	VII	VII	VIII	VIII
$t_{\text{мин}}$	I	II	II	II	III

Наличие естественного покрова значительно сглаживает годовой ход температуры почвы, уменьшая ее амплитуду. Летом под оголенной поверхностью почва теплее, чем под травой. Зимой температура почвы под снежным покровом значительно 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, имея большое альbedo, экранирует почву от солнечной радиации и использует много тепла на таяние. Эти различия в температуре почвы между оголенной поверхностью и естественной прослеживаются на всех глубинах.

В табл. 56 помещено число дней с температурой почвы, равной или ниже 0 °C, хотя бы в один из сроков наблюдений.

Таблица 56

Среднее и наибольшее число дней с температурой почвы $\leq 0^{\circ}\text{C}$

Глубина, м	Число дней	XI	XII	I	II	III	IV	XI-IV
0,2	Среднее	•	•	20,1	21,8	22,7	10,8	80,1
	Наибольшее	14	31	31	29	31	28	148
0,4	Среднее	•	•	12,3	14,8	18,6	10,6	56,0
	Наибольшее	8	31	31	29	31	25	140
0,8	Среднее	•	•	•	•	•	•	•
	Наибольшее		25	31	29	31	23	130

Примечание. Точка (•) означает, что дни с морозом наблюдались менее чем в 50% лет.

Средняя дата последнего мороза на глубине 20 см приходится на 8 апреля, а самая поздняя отмечалась 28 апреля. Средняя дата первого мороза на этой глубине отмечается 29 декабря, самая ранняя — 17 ноября. Продолжительность безморозного периода составляет 264 дня. На глубине 40 см средняя дата последнего мороза — 12 апреля, самая поздняя — 26 апреля, средняя дата первого мороза — 11 января, самая ранняя — 23 ноября.

Промерзание почвы (табл. 57) определялось по цементации почвы и наличию в ней кристаллов льда путем вырубki монолитов или бурения почвы на определенных участках сель-

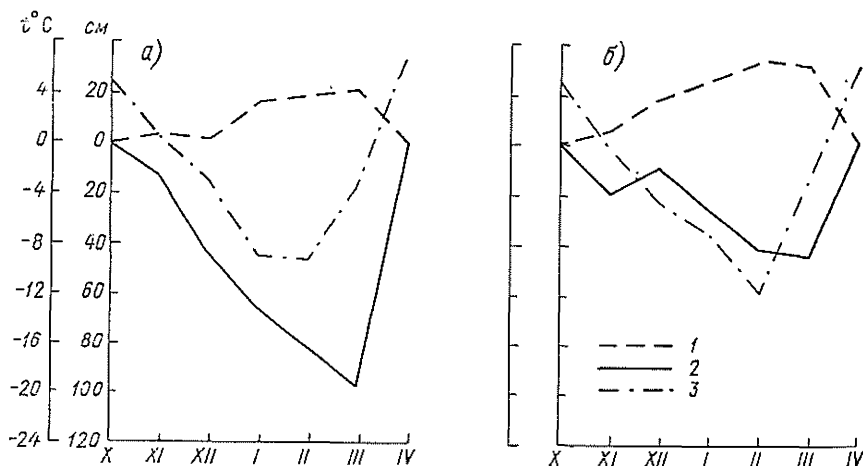


Рис. 15. Глубина промерзания почвы в малоснежную (а) и многоснежную (б) зимы.

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

скохозяйственных полей. Наблюдения над промерзанием почвы производились ежемесячно около 25-го числа с ноября по март. Начало устойчивого промерзания почвы в среднем приходится на 4 XII, в отдельные годы может отмечаться от 12 XI до 15 I. Оттаивание почвы в среднем завершается 17 IV, пределы колебаний этой даты от 23 III до 5 V. На участках с выпуклыми формами рельефа глубина промерзания почвы больше, чем в вогнутых, так как с выпуклых мест снег сдувается, а в вогнутых задерживается, поэтому там высота снежного 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

Таблица 57

Глубина промерзания почвы (см)

Средняя					Из максимальных за зиму		
XI	XII	I	II	III	средняя	наимень- шая	наиболь- шая
18	30	50	57	70	73	45	112 (1955/56)

более раннее и более глубокое промерзание почвы по сравнению с целиной. Песчаные почвы промерзают обычно глубже.

Огромное влияние на тепловое состояние почвы оказывает снежный покров, который является плохим проводником тепла. Особенно плохо проводит тепло рыхлый снег. Под снежным покровом, даже при более низкой температуре, глубина промерзания почвы оказывается меньше, чем без него. Так, в Витебске в малоснежную зиму 1950/51 г. земля промерзла на глубину 95 см, а в зиму 1952/53 г. с более высоким снежным покровом лишь на 45 см (рис. 15), хотя средняя температура воздуха за декабрь—март во втором случае была на 1,4 °C ниже, чем в первом.

5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ

5.1. Влажность воздуха

Влажность воздуха характеризуется упругостью водяного пара, недостатком насыщения (дефицитом влажности) и относительной влажностью. Средние многолетние значения характеристик, наибольшие и наименьшие значения средних за месяц, сезон, год, а также годы, когда они наблюдались, приведены в табл. 58—60.

Режим влажности воздуха формируется под влиянием общеклиматических факторов, но большое влияние на влажность воздуха оказывают местные условия (водные объекты, растительность и др.).

Упругость водяного пара (давление в миллибарах водяного пара, содержащегося в воздухе) и недостаток насыщения (разность между насыщающей и фактической упругостью водяного пара) меняются в течение года параллельно ходу температуры воздуха (рис. 16, табл. 58, 59). Однако содержание влаги в воздухе зависит и от того, где формируются воздушные массы, приходящие в данный район. Так, воздушные массы с Атлантики несут большое количество водяного пара; воздух, приходящий с востока, как правило, сухой. Поэтому при одной и той же температуре упругость водяного пара может быть различной. Так, в Витебске 14 июля 1963 г. днем при температуре воздуха $22,8^{\circ}\text{C}$ и северо-восточном ветре упругость водяного пара равнялась 12,8 мбар, а 20 июля при температуре $21,3^{\circ}\text{C}$ и северо-западном ветре — 20,2 мбар.

Большой практический интерес представляет относительная влажность, отражающая степень насыщения воздуха водяным паром. Величина дневной относительной влажности в известной мере характеризует возможность испарения. Относительная влажность имеет годовой ход, близкий к обратному ходу температуры воздуха. Для Витебска характерна высокая относительная влажность воздуха (табл. 60).

Суточный ход влажности характеризуется данными, приведенными в табл. 61. Значения относительной влажности воздуха в 14 ч (табл. 61 и 62) близки к суточному минимуму и

Таблица 58

Средняя многолетняя, максимальная и минимальная средняя месячная и годовая упругость водяного пара e (мбар), ее среднее арифметическое отклонение Δe

Месяц, сезон	$\overline{e}$	$\overline{\Delta e}$	$\overline{e}_{\text{макс}}$	Год	$\overline{e}_{\text{мин}}$	Год
I	3,4	0,8	4,9	1936	1,8	1950, 72
II	3,4	0,8	5,2	1957	1,5	1956
III	4,0	0,7	5,9	1938	2,3	1952
IV	6,6	0,6	9,1	1950	4,6	1974
V	9,4	1,1	12,7	1897	7,8	1965
VI	12,8	1,0	15,2	1956	10,6	1955, 63
VII	14,9	1,1	18,2	1972	12,8	1965
VIII	14,3	0,8	16,8	1927	12,3	1926
IX	11,0	0,7	12,7	1937	8,6	1973
X	7,8	0,7	10,0	1967	6,1	1939
XI	5,6	0,7	7,9	1928	3,9	1891
XII	4,2	0,7	6,4	1960	3,1	1934, 63
Зима	3,7	0,5	5,1	1960, 61	2,6	1939, 40
Весна	6,7	0,6	8,3	1967	5,6	1965
Лето	14,0	0,7	15,9	1896	12,6	1962
Осень	8,1	0,5	9,6	1934	6,8	1940, 59, 73
Год	8,1	0,3	9,0	1932	7,4	1965

Таблица 59

Средний многолетний, максимальный и минимальный средний месячный недостаток насыщения $\overline{d}$ (мбар), его среднее арифметическое отклонение $\Delta \overline{d}$

Месяц, сезон	$\overline{d}$	$\Delta \overline{d}$	$\overline{d}_{\text{макс}}$	Год	$\overline{d}_{\text{мин}}$	Год
I	0,5	0,1	0,8	1973	0,3	1938, 40, 54, 60, 63, 67, 68, 71
II	0,6	0,1	0,8	1950, 69, 72	0,4	1936, 54, 55, 56, 58, 66
III	1,0	0,2	1,7	1974	0,4	1950
IV	2,8	0,5	3,9	1952, 74	1,5	1955
V	5,5	1,0	8,1	1949	3,2	1939
VI	6,8	1,2	9,5	1937	4,0	1974
VII	6,2	1,3	10,4	1938	3,5	1974
VIII	5,0	1,5	12,5	1939	2,9	1945
IX	2,9	0,7	5,1	1938	1,4	1945
X	1,5	0,3	2,4	1949	0,5	1945
XI	0,7	0,1	1,1	1950	0,3	1945
XII	0,5	0,1	0,7	1964	0,3	1937, 53, 59, 69
Зима	0,5	0,1	0,7	1973	0,3	1953, 54
Весна	3,1	0,3	4,0	1975	2,1	1955
Лето	6,0	0,9	9,2	1938	3,9	1945
Осень	1,7	0,3	2,7	1975	0,7	1945
Год	2,8	0,3	3,5	1959	2,2	1962, 65

Таблица 60

Средняя многолетняя, максимальная и минимальная средняя месячная относительная влажность $\bar{r}$ (%), ее среднее арифметическое отклонение Δr

Месяц, сезон	$\bar{r}$	Δr	$r_{\text{макс}}$	Год	$r_{\text{мин}}$	Год
I	86	3,1	91	1936, 71	75	1972
II	84	2,6	88	1939, 55, 57, 58, 59, 61	72	1969
III	79	2,8	87	1967	72	1972
IV	74	3,7	82	1956, 70	59	1974
V	67	4,0	78	1939	58	1940, 71
VI	69	3,6	80	1974	62	1937, 40
VII	74	4,0	85	1945	63	1959
VIII	78	4,9	86	1945	56	1939
IX	82	3,6	91	1945	73	1968
X	85	2,4	94	1945	76	1949
XI	88	2,4	95	1945	82	1953
XII	88	2,0	94	1960	82	1938
Зима	86	2,0	90	1960, 61	78	1968, 69
Весна	73	1,9	79	1967	68	1940
Лето	74	3,1	82	1945, 74	64	1959
Осень	85	1,9	93	1945	78	1975
Год	80	1,3	82	1961	76	1959

Таблица 61

Характеристики влажности в различные часы суток

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
----------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----

Упругость водяного пара, мбар

2	3,4	3,3	3,9	6,4	9,4	12,6	14,5	13,9	10,8	7,7	5,6	4,2
8	3,4	3,2	3,8	6,4	9,6	13,0	15,0	14,1	10,6	7,5	5,5	4,2
14	3,5	3,5	4,2	6,5	9,0	12,4	14,7	14,2	11,1	8,0	5,7	4,3
20	3,5	3,4	4,2	6,9	9,7	13,0	15,5	15,0	11,6	7,9	5,7	4,2

Недостаток насыщения, мбар

2	0,4	0,4	0,7	1,3	2,2	2,3	2,0	1,8	1,2	0,9	0,6	0,5
8	0,4	0,4	0,5	1,4	3,2	4,3	3,3	2,2	1,1	0,7	0,5	0,4
14	0,6	0,8	1,8	5,1	9,8	11,7	11,4	10,0	6,5	2,8	1,1	0,6
20	0,5	0,6	1,2	3,3	6,7	8,8	8,0	6,1	2,9	1,5	0,7	0,5

Относительная влажность воздуха, %

2	87	86	84	84	82	85	88	89	90	90	89	89
8	88	87	87	83	76	76	82	87	91	91	90	89
14	85	81	70	60	50	54	59	62	66	75	84	87
20	86	84	76	70	60	62	68	73	81	84	87	88

летом служат косвенной характеристикой возможности испарения.

Величина относительной влажности воздуха сильно меняется от года к году, особенно в дневное время. Так, средняя месячная относительная влажность в августе 1958 г. днем была 44 %, в течение 15 дней — менее 40 %, а 23 августа она понизилась до 26 %. В августе же 1961 г. минимальное значение относительной влажности равнялось 48 %, в течение 16 дней она была 70 % и выше, а в отдельные дни превышала 90 %.

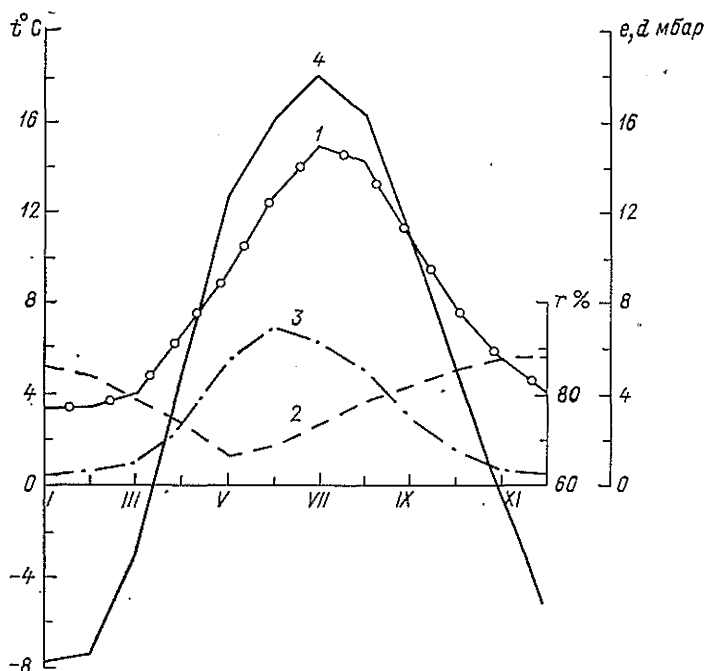


Рис. 16. Годовой ход характеристик влажности и температуры воздуха.

1 — упругость водяного пара (мбар), 2 — относительная влажность (%), 3 — недостаток насыщения (мбар), 4 — температура воздуха (°C).

Относительная влажность 80 % и более в утренние и ночные часы — обычное явление для Витебска в течение всего года. День с такой влажностью в 14 ч (время вблизи минимума) считают влажным. Влажные дни чаще всего наблюдаются с ноября по февраль (табл. 63). Максимальное число влажных дней (175) наблюдалось в Витебске в 1966 г., минимальное (104) — в 1973 г., 1975 г.

Таблица 62

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								0,3			0,2	
20	29			0,2	3,5	8,8	1,8	0,8	3,4	0,5			
30	39			1,6	11,0	22,0	18,3	7,9	7,9	3,7	1,0	0,7	
40	49			7,9	19,2	23,1	27,7	24,0	16,3	14,9	5,0	0,9	0,4
50	59	1,8	0,4	17,2	18,0	15,3	21,5	28,2	19,8	20,3	10,4	3,2	0,4
60	69	5,5	12,8	19,6	15,7	12,2	13,4	14,2	20,6	20,8	19,0	7,5	2,8
70	79	19,8	26,1	20,0	12,6	8,4	8,6	10,2	15,4	17,7	23,2	17,6	15,0
80	89	39,8	35,8	19,6	11,1	7,7	4,9	8,7	10,2	12,4	20,3	29,9	32,5
90	100	33,1	24,9	13,9	8,9	2,5	3,8	6,0	6,1	9,7	21,1	40,0	48,9

Таблица 63

Число дней с относительной влажностью воздуха не более 30% в один из сроков наблюдений и не менее 80 % в 14 ч

Влажность, %	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
≤ 30	0,0	0,0	0,05	1,2	3,2	0,7	0,3	1,1	0,2	0,04	0,04	0,0	6,8
≥ 80	23,1	16,0	10,5	5,6	2,9	2,9	4,4	5,2	6,4	13,2	20,9	25,1	136,2

Значительно меняется и месячное число влажных дней. Например, в январе 1938 г. таких дней было 30, а в январе 1972 г. — только 8. Среднее квадратическое отклонение числа влажных дней от средних, приведенных в табл. 63, составляет около 4 дней в холодное полугодие и около 3 дней — в теплое.

В Витебске очень мало сухих дней, когда относительная влажность воздуха хотя бы в один из сроков не превосходит 30 %, причем почти половина из них приходится на май (см. табл. 62). За период наблюдений максимум годового числа сухих дней (22) наблюдался в 1939 г., когда довольно частые прохождения антициклонов обусловили в основном теплую, сухую погоду, особенно в мае (12 дней) и в июне и июле (6 дней). Примерно один раз в два года годовое количество сухих дней не превышает шести, а в 1970 г. вообще не было ни одного сухого дня.

Месячное число сухих дней сильно колеблется от года к году. Его среднее квадратическое отклонение от среднего в теплое полугодие составляет два—четыре дня, т. е. больше, чем само среднее.

5.2. Атмосферные осадки

Количество осадков определяется толщиной (в миллиметрах) слоя выпавшей воды. При дожде, давшем 1 мм осадков, на каждый квадратный метр поверхности приходится по литру воды, а на гектар — 10 т.

На метеорологических станциях в настоящее время осадки измеряют осадкомерами на высоте 2 м. Данные измерений по дождемеру (до 1950 г.) приведены к показаниям осадкомера.

Осадкомер не является вполне совершенным прибором для измерения осадков, так как часть снега выдувается ветром из измерительного ведра, образующиеся вокруг осадкомера вихрения 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 частично испаряются за время между сроками измерений. В результате возникают значительные потери. Для жидких осадков погрешности измерения не превышают 10 %, для твердых — увеличиваются до 30—35 %, а при сильном ветре достигают 50 % и больше.

Вопрос о поправках к измеренному количеству осадков еще не решен окончательно, поэтому при выборке экстремальных сумм, вычислении повторяемостей, сравнении данных за различные годы используют неисправленные данные об осадках. В табл. 64 наряду с измеренными средними многолетними суммами приведены суммы с поправками на смачивание, а также на смачивание и ветровой недоучет.

Таблица 64
Среднее 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	11	10	11	11	13	21	33	30	22	16	16	13			
2-я декада	11	10	11	12	18	23	27	28	20	15	16	12			
3-я декада	11	10	11	13	22	26	33	24	19	15	15	11			
Месяц	33	30	33	36	53	70	93	82	61	46	47	36	179	441	620
С поправками на смачивание															
Месяц	37	33	36	41	58	74	99	86	65	52	52	40	198	475	673
С поправками на смачивание и выдувание ветром															
Месяц	54	47	43	50	60	78	91	73	59	50	55	61	260	461	721

По количеству выпадающих осадков Витебск относится к зоне достаточного увлажнения. Основное количество осадков связано с циклонической деятельностью. Осадки конвективного характера даже летом составляют небольшую долю.

Из годового количества осадков примерно одна треть приходится на холодный период (ноябрь—март), а две трети на теплый период (апрель—октябрь). От года к году существенно изменяются как месячные (рис. 17, табл. 65), так и годовые суммы осадков. В наиболее дождливом (за имеющийся ряд наблюдений с 1891 г.) 1927 г. выпало 801 мм осадков, а в наиболее сухом 1959 г. — 373 мм.

Относительная изменчивость месячных сумм осадков велика как зимой, так и летом. В январе 1895 г. выпало 72 мм (более двух норм), а в 1964 г. — 6 мм (18 % нормы). В июле 1963 г. выпало лишь 29 мм (29 % нормы), тогда как в июле

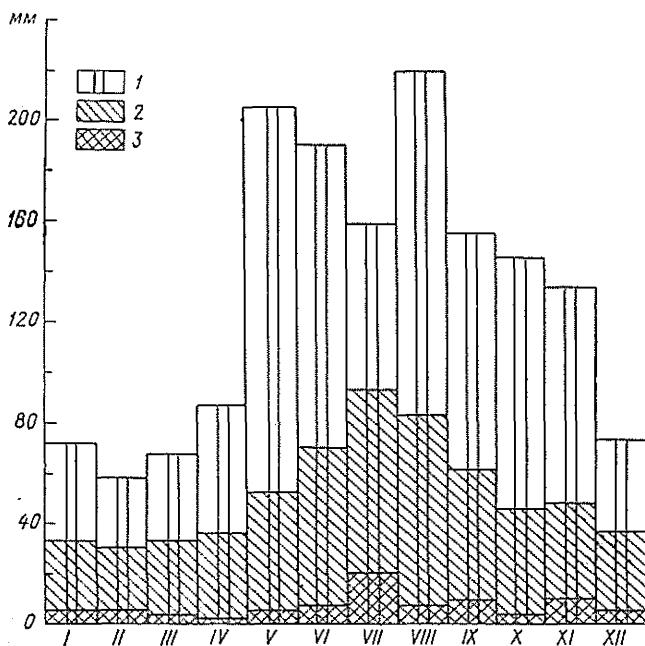


Рис. 17. Наибольшая (1), средняя (2) и наименьшая (3) месячная сумма осадков.

1891 г. осадки составили 159 мм (полторы нормы). Самым дождливым месяцем за весь период наблюдений был август 1961 г., когда сумма осадков составила 221 мм. Самый засушливый месяц за этот же период — апрель 1894 г., когда месячное количество осадков составило всего 2 мм.

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

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

Таблица 65

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

Отклоне- ние, мм	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Меньше нормы												
0—20	46	44	46	35	28	18	11	22	30	33	33	40
21—40	15	11	10	10	26	20	22	13	27	16	24	12
41—60					2	9	14	11	7	3		
61—80						2	4	14				
Больше нормы												
0—20	31	41	39	40	19	22	22	22	14	30	28	40
21—40	8	32	5	13	17	13	7	7	11	9	8	8
41—60				2	3	11	18	5	5	7	5	
61—80					3	3	2	4	2			
81—100									4	2	2	
101—120												
121—140						2		2				
141—160					2							

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 ноябрь, а наименьшее — на любой месяц года, кроме июля (табл. 66).

Таблица 66

Повторяемость (%) годового максимума и минимума осадков в каждом месяце

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Максимум	0	0	0	0	9	17	35	21	9	7	2	0
Минимум	9	18	13	18	11	2	0	7	2	7	6	7

Как часто наблюдаются те или иные месячные количества осадков, видно из табл. 67. Например, 10%-ную обеспеченность в июле имеет месячная сумма осадков 148 мм. Это означает, что в 10 % лет (в среднем один раз в 10 лет) сумма осадков будет не меньше 148 мм, а в 90 % — меньше этой величины.

Наибольшие суточные количества осадков наблюдаются в летнее время, с июня по август, т. е. в месяцы выпадения максимального количества осадков в году (табл. 68). Как видно из таблицы, в июле, например, один раз в пять лет можно ожидать суточный максимум 40 мм и более, а один раз в 20 лет — 61 мм и более. В зимние месяцы, когда общее влаго-

Таблица 67

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

Месяц	Наблюденный максимум		Вероятность (%) сумм осадков, больших или равных указанным в таблице значениям						Наблюденный минимум	
	мм	год	2	5	10	80	90	95	мм	год
I	72	1895	82	69	58	17	12	9	6	1964
II	58	1973	58	52	46	18	14	10	6	1972
III	68	1962	68	60	54	20	14	10	3	1974
IV	87	1970	71	64	57	21	14	9	2	1894
V	206	1928	136	108	90	29	22	16	5	1895
VI	191	1925	166	140	121	38	24	15	8	1954
VII	159	1892	183	164	148	54	39	30	20	1959
VIII	221	1961	189	158	138	45	28	18	7	1973
IX	156	1952	150	126	108	32	22	14	3	1949
X	146	1932	120	97	83	24	15	9	4	1891
XI	134	1969	91	81	72	27	20	15	13	1945
XII	73	1937	83	71	63	21	14	10	5	1946, 48
Год	801	1927	840	800	765	515	465	430	373	1959

Таблица 68

Максимумы суточного количества осадков (мм)
различной обеспеченности

Месяц	Сред- ний максим- ум	Обеспеченность, %						Наблюденный максимум		
		63	20	10	5	2	1	мм	число	год
I	7	5	9	12	15	20	26	22	15	1899
II	7	5	9	12	14	18	20	20	5	1895
III	8	6	10	13	16	21	26	20	17	1962
IV	10	8	14	17	19	23	25	24	14	1970
V	16	11	20	27	35	51	77	107	31	1928
VI	19	14	27	34	41	51	58	54	14	1971
VII	28	20	40	50	61	75	87	79	24	1892
VIII	23	17	33	42	50	62	72	63	19	1961
IX	16	12	21	26	31	39	45	46	20	1955
X	11	8	16	21	26	34	40	36	11	1932
XI	11	8	15	18	21	25	29	26	12	1927
XII	8	6	11	14	17	21	24	21	2	1964
Год	38	30	48	59	72	92	110	107		1928

содержание мало, максимумы осадков сравнительно невелики. В январе один раз в 5 лет суточный максимум может превысить 9 мм, а один раз в 20 лет — 15 мм.

Суточное количество осадков косвенно характеризует их интенсивность. Зимой осадки менее интенсивны, чем в теплый период года. Непосредственные данные об интенсивности дож-

дей получают по самописцу дождя (плювиографу). По лентам самописца определяют среднюю интенсивность для интервалов времени различной продолжительности. За период 1929—1935, 1955—1965 гг. наблюдались следующие максимальные значения такой интенсивности для различных интервалов: 15 июля 1955 г. за 5 мин—2,0 мм/мин, за 10 мин—1,4 мм/мин; 18 августа 1961 г. за 20 мин—1,0 мм/мин, за 30 мин—0,9 мм/мин, за 1 ч—0,5 мм/мин, за 12 ч—0,09 мм/мин; 18—19 августа 1961 г. за 24 ч—0,05 мм/мин.

В Витебске в среднем бывает 183 дня с осадками 0,1 мм и более. Наибольшее число таких дней наблюдается зимой (табл. 69, рис. 18). В 1955 г. было 208 дней с осадками не менее 0,1 мм, а в 1891 г. — 131 день.

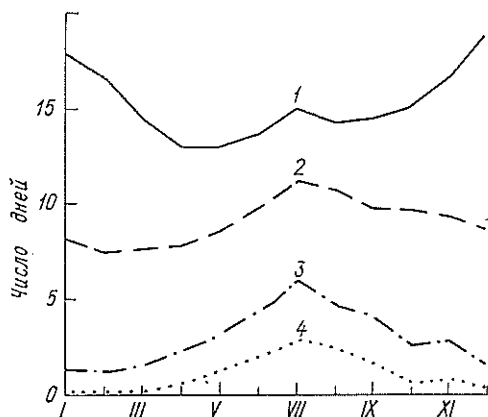


Рис. 18. Годовой ход среднего числа дней с осадками по градациям.

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

В табл. 70 приведено среднее число дней с осадками различного вида (при общем количестве осадков за сутки не меньше 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 57 % приходится на дни с жидкими, 30 % — на дни с твердыми и 13 % — 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 четыре раза больше, чем летом.

В отдельные месяцы продолжительность τ (ч) осадков составила:

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{\tau}$	206	186	141	90	58	55	59	68	75	98	160	187	1383
$\tau_{\text{макс}}$	314	278	232	180	118	99	130	125	140	242	246	352	1721

Средняя продолжительность осадков в день с осадками также зависит от времени года. В отдельные месяцы осадки в течение суток продолжаются в среднем следующее время t :

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t ч	11,6	11,2	9,8	6,9	4,5	4,0	3,9	4,8	5,1	6,5	9,6	9,8

Таблица 69
Число дней с осадками различной величины

Месяц	Осадки, мм							
	< 0,05 (следы)	≥ 0,1	≥ 0,5	≥ 1,0	≥ 5,0	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 30,0
I	4,9	17,8	11,5	8,1	1,4	0,2	0,05	0,0
II	5,4	16,6	10,2	7,5	1,3	0,2	0,02	0,0
III	4,8	14,4	10,1	7,7	1,6	0,2	0,02	0,0
IV	3,3	13,0	10,0	7,9	2,4	0,6	0,02	0,0
V	3,9	13,0	10,3	8,6	3,2	1,3	0,2	0,02
VI	3,0	13,7	11,8	9,8	4,4	2,0	0,6	0,2
VII	2,6	15,1	12,8	11,2	5,9	2,8	0,9	0,4
VIII	3,4	14,3	12,3	10,8	4,8	2,5	0,7	0,3
IX	3,3	14,6	11,5	9,8	4,2	1,7	0,3	0,02
X	4,3	15,1	11,7	9,7	2,7	0,7	0,1	0,02
XI	6,2	16,7	11,4	9,4	2,8	0,8	0,04	0,0
XII	5,8	19,0	12,3	8,7	1,5	0,4	0,02	0,0
Год	51	183	136	109	36	13	3	1

Таблица 70
Число дней с твердыми, жидкими и смешанными осадками

Осадки	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Твердые	13,0	12,1	8,5	2,3									
Жидкие	1,4	1,0	2,7	7,8	12,1	13,7	15,1	14,3	14,6	12,2	7,9	3,1	106
Смешанные	3,4	3,5	3,2	2,9	0,9					1,8	3,5	5,1	24

Таблица 71
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	0,6	0,2		0,1
	1,6	0,6	0,1	0		0
V	1,2	0,5	0,5	0,2	0,1	
	2,2	0,4	0	0	0	
VI	1,5	0,8	0,3	0,1	0,1	0,1
	2,4	0,4	0	0,1	0	0
VII	1,9	0,6	0,2	0,2	0,1	
	2,2	0,6	0,1	0	0	
VIII	1,9	0,8	0,1	0,1	0,3	0,1
	2,7	0,5	0,1	0,1	0	0
IX	1,2	0,5	0,5	0,1	0,1	
	1,6	0,5	0,2	0,1	0	
X	1,2	0,6	0,6	0,1	0,2	0,1
	1,7	0,6	0,1	0,1	0	0
IV—X	10	5	3	1	1	0,4
	14	4	1	0,4	0	0

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

В Витебске сравнительно часто наблюдаются резко выраженные дождливые и сухие периоды (табл. 71). Дождливым считается период, в течение которого осадки выпадают ежедневно или с перерывами не более чем один день, а их суточ-

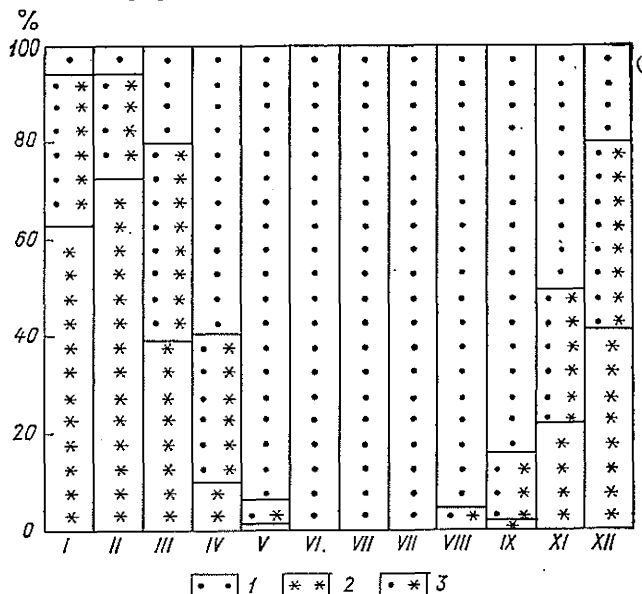


Рис. 19. Распределение осадков между днями с жидкими (1), твердыми (2) и смешанными (3) осадками.

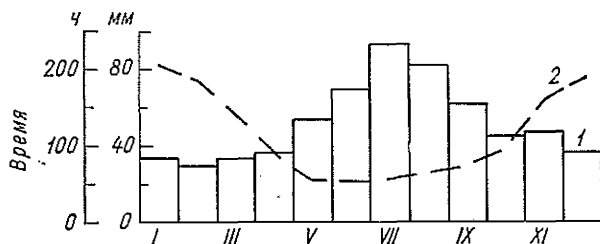


Рис. 20. Среднее месячное количество осадков (1) и их продолжительность (2).

ная сумма составляет 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 сухих дней получается не более 0,5 мм.

В марте—апреле 1963 г. сухие периоды длились 16 и 18 дней, в сентябре—октябре 1961 г. — 17 дней, в сентябре—октябре 1949 г. — 25 дней. Дождливые периоды в сентябре 1952 г. продолжались 12 и 13 дней, а в июне—июле 1949 г. — 14 дней.

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

5.3. Снежный покров

В Витебске 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 24 сентября 1970 г., самое позднее — 13 ноября 1967 г.

Днем со снежным покровом считается такой день, в который более половины видимой окрестности покрыто снегом. Степень покрытия определяется визуально ежедневно в утренний срок наблюдений. Самое раннее появление снежного покрова наблюдалось 1 октября 1972 г., самое позднее — 27 ноября 1935 г., средняя дата — 7 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 сроки должны быть выдержаны и в конце зимы.

В табл. 72 приведены даты образования, разрушения и продолжительность периода с устойчивым снежным покровом в Витебске и других городах. Среднее квадратическое отклонение этих дат от средних в Витебске составляет 16 дней.

Таблица 72

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

Процесс	Витебск	Минск	Гомель	Брест
Образование	8 XII	12 XII	15 XII	29 XII
Разрушение	30 III	24 III	21 III	5 III
Продолжительность, дни	112	102	96	66

В зависимости от условий погоды даты образования устойчивого снежного покрова и его разрушения могут от года к году значительно изменяться. Так, в зимы 1927/28, 1968/69 гг. устойчивый снежный покров образовался в первой половине ноября, а в зимы 1960/61 и 1972/73 гг. — в первой декаде января. Самая ранняя дата его образования — 11 ноября 1968 г., самая поздняя — 10 января 1973 г. Устойчивый снежный покров в Витебске в 3 % зим не наблюдается (в Минске в 4 % зим, в Бресте в 21 % зим).

Таблица 73

Даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова различной обеспеченности

Процесс	Обеспеченность, %						
	95	90	75	50	25	10	5
Образование	7 I	1 I	20 XII	6 XII	25 XI	18 XI	13 XI
Разрушение	6 III	12 III	22 III	31 III	9 IV	14 IV	15 IV

Обеспеченность указанных в табл. 73 дат образования снежного покрова — это вероятность, что он образуется либо в указанные даты, либо раньше них. Соответственно обеспеченность дат разрушения снежного покрова — это вероятность, что он разрушится в указанные даты либо позже них. При средней дате разрушения 30 марта один раз в 10 лет устойчивый снежный покров разрушается до 12 марта (90%-ная обеспеченность) и один раз в 10 лет — не раньше 14 апреля (10%-ная обеспеченность). Самая ранняя наблюдавшаяся дата его разрушения — 6 февраля 1957 г., самая поздняя — 15 апреля 1956 г. Ранняя (5%-ная обеспеченность) и поздняя (95%-ная обеспеченность) даты образования устойчивого снежного покрова, возможные один раз в 20 лет, различаются на 55 дней, а даты разрушения — на 40 дней (табл. 73).

В Витебске устойчивый снежный покров разрушается в среднем на один день позже перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С, в то время как в Гомеле на пять дней раньше. Объясняется это тем, что в Витебске для таяния больших запасов снега требуется некоторое время с положительной температурой воздуха. Сходит снежный покров в среднем 10 апреля. Самая ранняя дата его схода наблюдалась 18 марта 1937 г., самая поздняя — 7 мая 1953 г. В городе снежный покров сходит неодновременно. В скверах и парках снег сохраняется на одну—полторы недели дольше, чем на открытом месте.

В Витебске дней со снежным покровом n в среднем 122 (в Минске 115, Гомеле 107, Бресте 74). Среднее квадратиче-

ское отклонение около 18 дней. По декадам они распределяются следующим образом:

Месяц . . .	X			XI			XII			I			II			III			IV	
Декада	2	3		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
п	0,1	1		1	3	6	6	8	10	10	10	10	9	10	8	9	9	8	4	0,4

В холодные годы продолжительность залегания снежного покрова достигала 153 дней (1964/65 г.), а в теплую зиму 1938/39 г. составила всего 73 дня.

Для характеристики высоты снежного покрова обычно приводят его декадную высоту: при наблюдениях по трем постоянным снегомерным рейкам на метеоплощадке — среднюю за декаду из ежедневных наблюдений (табл. 74, рис. 21), при использовании снегомеров — высоту на последний день декады. В табл. 75 приведена повторяемость различных высот снеж-

Таблица 74

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

X		XI			XII			I			II			III			IV	
2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
•	•	•	1	2	4	7	8	11	13	15	17	20	22	20	18	12	5	•

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

Таблица 75

Повторяемость (%) различных высот снежного покрова по декадам (рейки 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	97	97	81	50	26	34	16		3					3	3	3	22	54	80	100
1—5		3	3	19	44	68	32	40	50	27	12	15	13	16	6	19	26	30	20	17	
6—10					6	3	25	19	19	27	39	28	22	6	9	6	6	9	10		
11—20						3	9	19	25	34	34	30	30	34	27	26	13	10	3		
21—30								6	3	6	9	15	22	28	19	16	16	13	3		
31—50									3	3	6	12	13	13	29	26	20	13	3		
51—75													3		3	3					

ного покрова по декадам. Средняя из наибольших за зиму декадных высот снежного покрова составляет 27 см (по снегомерной рейке), а ее среднее квадратическое отклонение — 14 см. В многоснежные годы наибольшая высота может превышать 50 см. За все годы наблюдений наибольшая высота

снежного покрова (59 см) отмечена зимой 1892/93 г. В зиму 1960/61 г. высота снежного покрова не превышала 4 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, % . . .	4	30	18	28	10	10

Под воздействием ветра, оттепелей и собственного веса снега плотность его в течение зимы постепенно увеличивается. В среднем за зиму она составляет $0,28 \text{ г/см}^3$.

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 возможной величине весеннего половодья, о влагообеспеченности почвы. Кроме того, запас воды (в мм) численно равен снеговой нагрузке на горизонтальную поверхность (в кг/м^2).

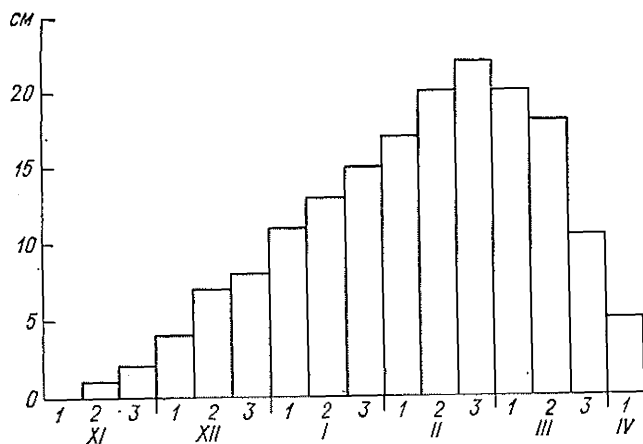


Рис. 21. Высота снежного покрова по декадам.

Запас воды в снеге (по снегосъемкам) характеризуется следующими средними значениями:

Месяц	XII	I			II			III	
Декада	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Запас воды, мм	13	21	31	38	40	46	54	57	58

Объемом снегопереноса называется то количество снега (в кубических метрах), 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. Средние многолетние объемы переносимого за зиму снега при метелях всех видов (с поземком) в Витебске

составляют $85 \text{ м}^3/\text{м}$ (в Минске — 44, Гомеле — 54, Бресте — $11 \text{ м}^3/\text{м}$).

Объем переносимого за зиму снега при метелях всех видов (включая и поземки), возможный один раз в 20 лет (5%-ная обеспеченность), равен $245 \text{ м}^3/\text{м}$ (в Минске — 163, Гомеле — 180, Бресте — 43). Максимальные переносы наблюдались в зиму 1955/56 г. ($233 \text{ м}^3/\text{м}$).

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 Витебске средняя величина максимального снегопереноса за одну метель составляет $15 \text{ м}^3/\text{м}$ (в Минске — 10, Гомеле — 11, Бресте — $3 \text{ м}^3/\text{м}$). Это означает, что примерно один раз в два года в Витебске наблюдаются метели, в результате которых в понижения дорог, к вертикальным препятствиям, перпендикулярным направлению ветрового потока, приносится более 15 м^3 снега на каждый метр препятствия. Метели, настолько сильные, что объем снегопереноса превосходит $70 \text{ м}^3/\text{м}$, бывают в среднем один раз в 10 лет, а со снегопереносом более $95 \text{ м}^3/\text{м}$ — один раз в 20 лет.

6. ОБЛАЧНОСТЬ 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 Витебском, как и над всей Белоруссией. Ее доля в общем количестве облаков, покрывающих небо, составляет в среднем за год 84 %, а по месяцам выражается следующими числами:

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Нижняя облачность, %	91	89	82	75	75	72	72	74	80	90	94	95

В табл. 76 приведены средние многолетние значения (нормы) повторяемостей трех градаций облачности. Их средняя квадратическая погрешность составляет 1,5—2 %.

Значительная общая и нижняя облачность над Витебском 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 холодный период преобладает пасмурное состояние неба, а в теплый — ясное, по общей — пасмурное в течение всего года (табл. 76).

Для облачности характерна и суточная периодичность. Данные приложения 7, составленные по наблюдениям в 4 основных срока, приближенно отражают суточный ход общей и нижней облачности.

Таблица 76

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

Состояние неба, баллы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Общая облачность												
0—2	16	17	26	26	27	27	24	25	24	16	11	11
3—7	6	6	11	18	26	31	31	27	20	12	7	6
8—10	78	77	63	56	47	42	45	48	56	72	82	83
Нижняя облачность												
0—2	23	27	41	43	43	44	43	42	40	26	17	16
3—7	4	4	6	15	24	28	28	25	16	10	5	3
8—10	73	69	53	42	33	28	29	33	44	64	78	81

Таблица 77

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	65	45	40	40	40	35	40	40	50	50
3—7	50	60	35	55	60	60	60	65	60	60	50	50
8—10 баллов общей облачности												
0—2	4	8	13	16	13	13	11	10	7	6	4	1
3—7	4	2	3	10	15	20	22	20	11	3	0	1
8—10	92	90	84	74	72	67	67	70	82	91	96	98

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 1941 г. повторяемость ясного неба по общей облачности составляла 35 %, а в январе 1948 г. она была равна лишь 4 %. В том же месяце повторяемость пасмурного состояния неба составляла в 1937 г. 6 %, а в 1960 — 94 %. Повторяемость ясного состояния неба по общей облачности колеблется в июне—августе от 9—12 до 42—48 %, а повторяемость пасмурного состояния неба в эти месяцы — от 7—23 % до 61—67 %.

Среднее квадратическое отклонение средних месячных значений повторяемости ясного и пасмурного неба составляет в зимние месяцы 8 % по общей облачности и 10 % — по нижней, а в летние — 9—11 %. Коэффициент вариации составляет

Таблица 78

Число ясных и пасмурных дней по общей и нижней облачности

Облачность		Число дней												Год	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Ясные дни															
Общая	Среднее	2	2	4	3	4	3	2	3	3	2	1	1	28	
	Наибольшее	9	6	10	8	7	7	6	14	8	8	4	6	46 (1963)	
	Наименьшее	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8 (1945)	
Нижняя	Среднее	3	3	7	7	7	7	7	7	6	3	2	2	60	
	Наибольшее	12	13	16	15	14	16	17	24	14	11	6	8	95 (1963)	
	Наименьшее	0	0	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	37 (1945)	
Пасмурные дни															
Общая	Среднее	20	17	14	11	8	7	8	9	10	17	21	22	164	
	Наибольшее	28	23	20	20	13	13	13	18	17	26	27	29	191 (1962)	
	Наименьшее	11	11	4	1	1	1	1	0	1	6	15	10	130 (1975)	
Нижняя	Среднее	17	13	10	6	4	4	4	4	6	13	19	20	120	
	Наибольшее	26	19	18	16	10	11	11	10	12	19	26	27	144 (1958)	
	Наименьшее	8	5	1	0	0	1	0	0	0	4	10	10	92 (1963)	

для ясного неба 40—50 % зимой и 20—30 % летом, для пасмурного 10—15% зимой и 20—40 % летом. Таким образом, в зимнее время пасмурная погода очень устойчива.

Таблица 77 дает представление о различных сочетаниях нижней и общей облачности. Суточное количество облачности определяет общую характеристику дня — ясный или пасмурный. Пасмурным считается день, в который сумма баллов облачности за 4 срока не менее 33, ясным — не более 7 баллов. Среднее число ясных и пасмурных дней (табл. 78, 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 метеозлементов. Это связано с тем, что средние баллы облачности (3—7) встречаются реже крайних — 0—2 и 8—10 баллов (табл. 76). Поэтому средняя облачность существенно отличается от преобладающей. Однако для ряда исследовательских и практических целей необходимы сведения о величинах средней облачности (табл. 79). Они определены со средней квадратической погрешностью 0,15—0,20 балла.

Таблица 79

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

Преобладающие формы облаков меняются как в течение года (табл. 80), 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 %.

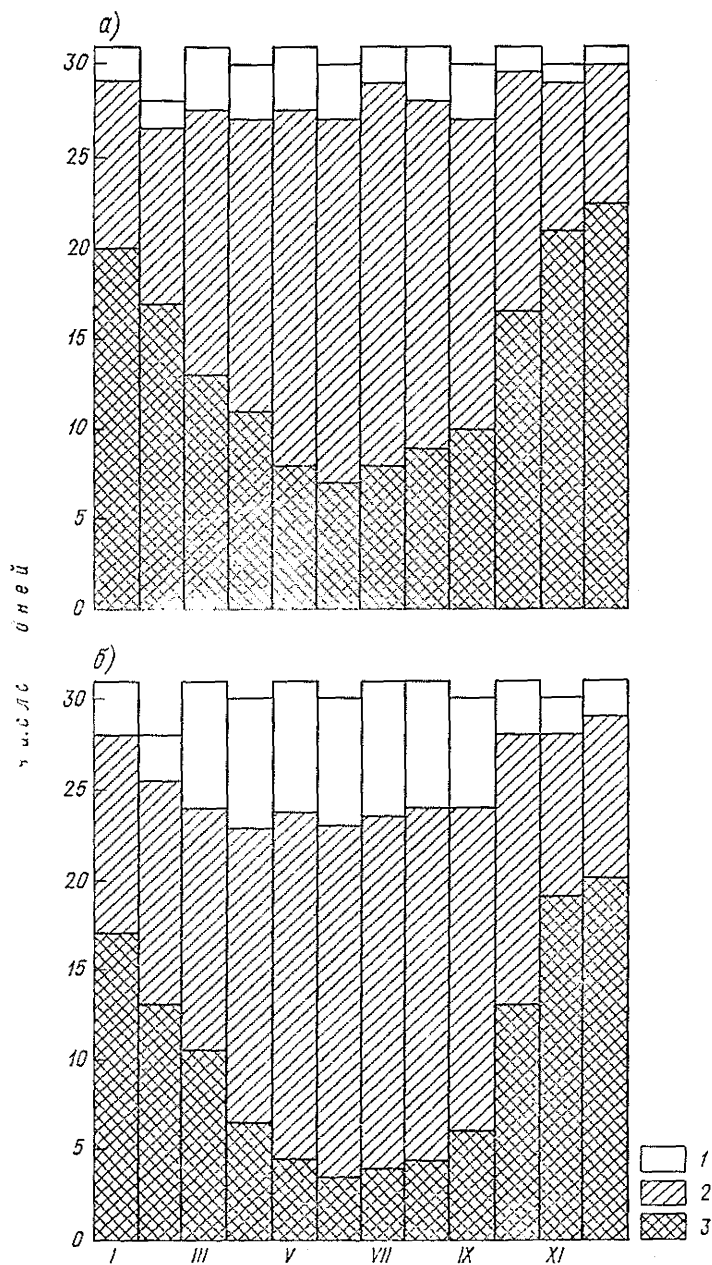


Рис. 22. Число ясных дней (1), с переменной облачностью (2) и пасмурных (3) дней по общей (а) и нижней (б) облачности.

Таблица 80

Повторяемость (%) основных форм облачности

Облака	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Перистые	12	15	20	26	28	30	31	30	22	18	17	16	24
Перисто-кучевые	1		1	1	0,3	1	0,2	0,4	0,4	1	0,2	0,2	0,4
Перисто-слоистые	2	2	3	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1
Высоко-кучевые	14	20	14	21	21	29	28	28	25	21	20	16	23
Высоко-слоистые	8	12	6	7	6	7	5	8	7	6	4	8	7
Кучевые	0,3	0,5	2	9	17	18	22	17	12	6	1	0,4	9
Кучево-дождевые	0,2	0,4	1	7	10	14	15	13	7	3	1	0,3	6
Слоисто-кучевые	29	28	29	37	40	41	39	39	46	48	38	31	37
Слоисто-дождевые	23	22	14	12	6	5	5	7	11	15	20	22	13
Слоистые	27	23	10	3	1	1	1	2	3	10	23	32	11
Разорванно-дождевые	9	8	9	15	9	9	10	12	15	19	18	14	12
Неба не видно из-за тумана или метели	6	6	7	2	1	1	1	2	4	4	8	8	4

6.2. Атмосферные явления

6.2.1. 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 тумана необходима большая насыщенность воздуха водяным паром и последующее выхолаживание воздуха. В районе Витебска 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 в холодное полугодие и 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. 81 представлено среднее многолетнее число дней с туманом.

На холодную пору года приходится 66 % всех туманов в году. В мае и июне в 20—40 % лет туманы вообще не наблюдаются (таб. 82).

Таблица 81
Число дней n с туманом

Месяц	$\bar{n}$	Δn	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$
I	5	2,7	18	1
II	5	2,1	13	0
III	5	1,9	9	0
IV	3	1,7	7	0
V	2	1,1	6	0
VI	1	1,1	5	0
VII	2	0,9	5	0
VIII	4	1,8	9	1
IX	5	2,0	10	1
X	5	2,0	11	2
XI	7	2,2	18	2
XII	6	2,6	19	1
Год	50	7,2	83	27

Таблица 82
Повторяемость (%) различного числа дней с туманом по месяцам

Число дней	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0			4	12	18	39	4					
1—2	30	15	20	27	53	34	62	37	7	11	4	11
3—4	23	31	23	41	25	23	30	22	34	36	22	22
5—6	19	34	29	16	4	4	4	30	30	23	19	37
7—8	16	16	20	4				4	22	18	29	11
9—10	8	4	4					7	7	8	18	8
11—12										4	4	7
13—14	4											
15—16												
17—18											4	
19—20												4

Значительную изменчивость имеет число дней с туманом за год:

Число дней	≤40	41—50	51—60	61—70	>70
Повторяемость, % . . .	8	45	35	8	4

Суточный ход туманов хорошо выражен в холодный период, когда во все месяцы отмечается увеличение продолжительности туманов в утренние часы.

6.2.2. Гололедно-изморозевые явления

Частые туманы, дымки, выпадение жидких осадков в холодный период года являются причиной образования гололедно-изморозевых отложений на проводах и опорах линий связи и электропередачи, деревьях, телемачтах, высотных кранах и

других сооружениях. Различают более плотные отложения, такие как гололед, налипание мокрого снега, и менее плотные — изморозь зернистую и кристаллическую. При изменении метеорологических условий на один вид отложения может осаждаться другой, образуя сложные отложения льда.

Наблюдения за гололедно-изморозевыми явлениями на метеостанциях производятся на проводе гололедного станка на высоте 2 м.

Повторяемость гололедно-изморозевых отложений в отдельные годы может существенно отличаться от приведенных в табл. 83 средних. Наибольшее количество дней с обледенением всех видов (61 день) наблюдалось в зиму 1959/60 г.

Таблица 83

Среднее и максимальное число дней с гололедно-изморозевыми отложениями на проводах

Вид отложения	X	XI	XII	I	II	III	IV	X-IV	$n_{\text{макс}}$ за зиму	Год
Гололед	0,7	2	5	3	3	1	0,3	15	33	1959/60
Изморозь кристаллическая	0,1	0,5	4	4	3	3	0,1	15	37	1967/68
Изморозь зернистая		0,4	1	1	1	0,4		4	13	1959/60
Мокрый снег			0,2	0,2			0,1	0,5	4	1960/61
Сложное отложение		0,4	1	1	0,4			3	21	1963/64

Первые гололедно-изморозевые отложения отмечаются в городе уже в октябре. Наиболее гололедноопасными являются декабрь и январь.

В течение года в среднем бывает 26 случаев обледенения проводов (с тем или иным видом отложения). В табл. 84 при-

Таблица 84

Повторяемость (%) различной продолжительности обледенения проводов

Процесс	Время, ч				
	≤6	7—12	13—24	25—48	>48
Нарастание	57	29	11	3	0,5
Обледенение	29	35	21	8	7

ведена повторяемость различной продолжительности как отдельных случаев обледенения в целом (независимо от вида), так и стадии нарастания отложения. Отдельные отложения гололеда и изморози могут сохраняться на проводах более 100 ч. Так, образовавшееся 1 декабря 1963 г. сложное отложение удерживалось 212 ч. Средняя продолжительность одного слу-

чая гололеда составляет 13 ч, изморози — 16 ч, сложного отложения и мокрого снега — 52 ч.

Средняя общая годовая продолжительность обледенения составляет 409 ч (в Минске — 517 ч, в Гомеле — 377 ч, в Бресте — 246 ч), причем 192 из них приходится на периоды нарастания отложений. В отдельные годы эта продолжительность заметно изменяется, например в 1956/57 г. она достигала 104 ч, а в 1959/60 г. 836 ч.

Гололедно-изморозевые отложения характеризуются их весом (в граммах на метр провода гололедного станка), большим и малым диаметрами отложения, причем в эти размеры включен и диаметр провода (5 мм) гололедного станка (табл. 85, 86). Максимальный вес гололедно-изморозевых отложений, возможный один раз в 10 лет, составляет 200 г. По степени гололедности Витебск относится ко II району (указанный максимальный вес 100—200 г).

Таблица 85
Максимальная величина отложения на проводах

Вид отложения	Дата	Вес, г/м	Продолжительность, ч		Большой диаметр, мм	Малый диаметр, мм
			нарастания	обледенения		
Гололед	30 X 1960,	72	8	14	11	10
Изморозь зернистая	20—24 I 1960	56	29	106	30	25
Изморозь кристаллическая	20—24 XII 1962	40	61	91	53	34
	23—26 XI 1965	40	48	62	43	24
Мокрый снег	7—9 XII 1961	—	23	45	33	23
Сложное отложение	1—10 XII 1963	248	44	212	68	58

Таблица 86
Повторяемость (%) различных значений большого диаметра отложения
(с учетом диаметра провода станка — 5 мм)

Вид отложения	Величина большого диаметра, мм									Число случаев	Максимальный диаметр, мм	Год
	5—10	11—15	16—20	21—25	26—30	31—40	41—50	51—60	61—70			
Гололед	151	10	3							164	19	1958/59
Изморозь зернистая	20	11	4	4	4		2			45	47	1967/68
Изморозь кристаллическая	93	40	33	7	9	3	2	1	1	189	65	1966/67
Мокрый снег	1	3				1				5	33	1961/62
Сложное отложение	6	6		1		1	1		1	16	68	1963/64

Большую опасность при гололедно-изморозевых отложениях представляет усиление ветра. Опасность ветровой нагрузки на покрытые льдом провода и другие поверхности возрастает с увеличением размеров отложения. Создаваемая ветром допол-

нительная нагрузка в отдельных случаях на 20—30 % увеличивает максимальную за год весовую нагрузку, которую испытывают покрытые льдом провода.

Повторяемости направления и скорости ветра, температуры при гололедно-изморозевых явлениях (табл. 87—89) рассчитаны из всех случаев, причем для каждого отдельного случая выбран момент (срок), когда отложение достигло максимальной величины. Повторяемость различных направлений ветра дана по отношению к числу всех случаев с ветром (без штилей), а повторяемость штилей — по отношению к общему числу случаев. Обледенения возможны при любом направлении ветра, но чаще всего они в Витебске бывают при ветрах южных румбов.

Таблица 87

Повторяемость (%) различных направлений ветра и штилей при максимальной величине гололедно-изморозевых отложений на проводах

Вид отложения	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Гололед	2	5	6	20	31	19	15	2	0
Изморозь зернистая	5		10	27	31	10	5	12	3
Изморозь кристаллическая	8	14	6	27	16	12	9	8	33
Мокрый снег						67	33		2
Сложное отложение	7			14	29	29	14	7	2

Таблица 88

Повторяемость (%) различной скорости ветра при максимальной величине гололедно-изморозевых отложений на проводах

Вид отложения	Скорость, м/с				
	0—1	2—5	6—9	10—13	14—17
Гололед	4	44	37	14	1
Изморозь зернистая	18	61	18	3	
Изморозь кристаллическая	44	45	8	3	
Мокрый снег	60	40			
Сложное отложение	13	81	6		

Значительно возрастают размеры и вес гололедно-изморозевых отложений с увеличением высоты подвеса проводов линий связи и электропередачи над поверхностью земли. Это обусловлено увеличением скорости ветра и влажности тумана с высотой. Для расчета гололедной нагрузки на провода линий электропередачи при высоте 10 м рекомендуется использовать коэффициенты, приведенные в табл. 90. Вероятность различных нагрузок на провода в районе Витебска дана в табл. 91.

Таблица 89

Повторяемость (%) температуры воздуха в различных пределах при максимальной величине гололедно-изморозевых отложений на проводах

Вид отложения	Температура, °С					
	от 1,0 до 0,1	от 0,0 до -4,9	от -5,0 до -9,9	от -10,0 до -19,9	от -20,0 до -29,9	-30 и ниже
Гололед	20	68	11	1		
Изморозь зернистая	9	41	41	9		
Изморозь кристаллическая		6	18	60	15	1
Мокрый снег	20	80				
Сложное отложение	12	44	32	12		

Таблица 90

Коэффициенты пересчета гололедных нагрузок с провода гололедного станка (диаметр 5 мм, высота 2 м) на провод диаметром 10 мм на высоте 10 м (по М. В. Завариной)

Вес 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

Таблица 91

Гололедные нагрузки (г/м) на провода, возможные один раз в заданное число лет

Объект	Высота, м	Диаметр, мм	Число лет					
			2	5	10	15	30	50
Гололедный станок	2	5	45	110	200	290	500	725
ЛЭП	10	10	160	375	625	850	1400	2000

6.2.3. Метели

Метели представляют собой горизонтальный перенос снега ветром. Общая метель наблюдается при снегопаде и усилении ветра, который поднимает снег с поверхности земли. Видимость при сильной метели может понижаться до 50—100 м. При низовой метели снег не выпадает, но поднимается ветром с поверхности земли до высоты нескольких метров. Видимость при этом может ухудшаться. Поземок наблюдается при

более слабым ветре, который переносит снег вдоль земной поверхности, не ухудшая видимости. Данные таблиц настоящего раздела не включают поземки (кроме табл. 92).

Таблица 92
Число дней n с метелями и поземками

Месяц	Метели				Поземки
	$\bar{n}$	Δn	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\bar{n}$
X	0,1	0,3	3	0	
XI	2	1,8	8	0	0,2
XII	5	3,6	15	0	0,9
I	7	3,6	16	0	1,0
II	7	3,1	16	0	1,0
III	5	3,0	14	0	0,8
IV	0,4	0,6	4	0	0,2
Год	26	9,5	61	14	4,0

Метели обычно возникают при прохождении атмосферных фронтов, преимущественно теплых. Наиболее сильные метели связаны 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 приходится на январь (38 % лет). Однако довольно часты годы, когда максимум переходит на февраль (36 % лет). Самым метельным месяцем, примерно один раз в 6 лет, бывает март и один раз в 12 лет — декабрь.

В отдельные годы число дней с метелью может значительно отличаться от среднего многолетнего. Например, в декабре 1954 г. половина месяца (15 дней) была с метелями, а в декабре 1960 г. метелей вообще не было. Среднее квадратическое отклонение месячного числа дней с метелью в декабре—марте составляет около 3 дней, а годового — 8 дней.

Повторяемость различного числа дней с метелью за год следующая:

Число дней	1—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70
Повторяемость, % . . .	3	25	35	25	3	6	3

За год средняя суммарная продолжительность метелей в Витебске (188 ч, табл. 93) значительно больше, чем в Минске (107 ч) и Бресте (83 ч). Отклонения от этого среднего зна-

Таблица 93
Суммарная продолжительность τ (ч) метелей

Месяц	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\tau_{\text{мин}}$	Месяц	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\tau_{\text{мин}}$
X	0,5	14		III	38	105	0
XI	12	52	0	IV	2	24	0
XII	28	158	0	Год	188	500	28
I	53	178	0	Средняя в день с метелью	7,2		
II	55	214	0				

чения довольно значительны. Так, в 1955/56 г. общая продолжительность метелей была в два с половиной раза выше средней. Наименьшая продолжительность метелей наблюдалась в зиму 1938/39 г. — 28 ч.

6.2.4. Грозы

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 они образуются в местных воздушных массах.

В табл. 94 приведено число дней с грозой (близкой и отдаленной). Бывают годы, когда число дней с грозой за три летних месяца (июнь—август) превышает среднее многолетнее годовое значение и наоборот, годы, когда гроз летом очень мало. Так, в летние месяцы 1947 г. было 32 дня с грозой, а в 1968 г. — всего 5. Среднее квадратическое отклонение месяч-

Таблица 94
Число дней n с грозой

Месяц	$\bar{n}$	Δn	$n_{\text{макс}}$	Месяц	$\bar{n}$	Δn	$n_{\text{макс}}$
I	0		0	VIII	5	2,3	9
II	0		0	IX	2	1,4	10
III	0,1	0,1	1	X	0,04	0,1	1
IV	1	0,8	3	XI	0		0
V	4	2,0	9	XII	0		0
VI	6	2,9	14	Год	25	7,4	44
VII	7	2,7	14				

ного числа дней от среднего в летние месяцы — 3 дня, а годового числа — 7 дней.

В отдельные дни может наблюдаться несколько гроз. Обычно повторные грозы отмечаются в период интенсивной грозовой деятельности.

Повторяемость различного числа дней с грозой по месяцам приведена в табл. 95, а за год составляет:

Число дней	6—10	11—15	16—20	21—25	26—30	31—35	36—40	41—45
Повторяемость, %	8	9	24	26	19	8	4	2

Грозы в Витебске могут возникать в любое время суток, но чаще во второй половине. Суточный ход начала гроз (в процентах от общего числа случаев) следующий:

Интервал времени, ч	0—3	3—6	6—9	9—12	12—15	15—18	18—21	21—24
Повторяемость, %	6	4	4	5	22	34	17	8

При определении продолжительности гроз (табл. 96) за время ее начала 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. Средняя продолжительность грозы в день с грозой — 2,4 ч. Наибольшую повторяемость имеют грозы продолжительностью до 3 ч. Продолжительные грозы наблюдаются редко (табл. 97). Наибольшая непрерывная продолжительность грозы (около 18 ч) отмечена в Витебске в июне 1956 г.

Таблица 95

Повторяемость (%) различного числа дней с грозой по месяцам

Месяц	0	1—2	3—4	5—6	7—8	9—10	11—12	13—14
III	92	8						
IV	50	46	4					
V	4	41	22	22	4	7		
VI		22	25	11	15	15	8	4
VII		11	7	16	37	11	14	4
VIII	4	14	26	26	15	15		
IX	26	55	11	4		4		
X	96	4						

Таблица 96
Суммарная продолжительность τ (ч) гроз

Месяц	$\overline{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\tau_{\text{мин}}$	$\overline{\tau}$ в различное время суток, ч			
				1—7	7—13	13—19	19—1
III	0,01			0,01			
IV	1	4	0,8	0,1	0,04	0,6	0,3
V	7	31	1	0,7	0,4	3	3
VI	15	73	0,8	2	1	7	5
VII	20	63	3	2	2	9	7
VIII	14	52	2	3	1	5	5
IX	4	28	0,5	0,8	0,3	1	2
X	0,02					0,02	
Год	61			9	5	25	22

Таблица 97
Повторяемость (%) гроз различной продолжительности

Время, ч	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
$\leq 1,0$	47	36	23	27	25	33	100
1,1—3,0	53	44	47	51	46	48	
3,1—6,0		15	22	17	21	13	
6,1—12,0		5	7	4	7	6	
> 12			1	1	1		

6.2.5. Град

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. 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 15 случаев гроз приходится примерно один случай града.

В Витебске град наблюдается редко. За год отмечается в среднем около двух дней с градом, но ни в одном из месяцев град не бывает ежегодно (табл. 98). Для оценки возможного колебания числа дней с градом в табл. 99 приведена повторяемость их по месяцам. Повторяемость различного числа дней с градом за год следующая:

Число дней	0	1	2	3	4	5
Повторяемость, % . . .	44	17	14	10	10	5

В Витебске в половине числа лет град вообще не выпадает, а в 1933 г. отмечалось пять дней с градом.

Таблица 98
Число дней n с градусом

Месяц	$\bar{n}$	$\overline{\Delta n}$	$n_{\text{макс}}$	Месяц	$\bar{n}$	$\overline{\Delta n}$	$n_{\text{макс}}$
IV	0,1	0,2	2	VIII	0,1	0,2	1
V	0,4	0,5	2	IX	0,3	0,4	3
VI	0,4	0,6	3	X	0,1	0,2	1
VII	0,2	0,3	2	Год	1,6	1,4	5

Таблица 99
Повторяемость (%) различного числа дней с градусом
в отдельные месяцы

Дни	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
0	88	76	73	78	93	86	90
1	7	17	22	17	7	10	10
2	5	7		5		2	
3			5			2	

7. АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ

7.1. Температура

Средние значения метеоэлементов (в том числе и температуры воздуха) недостаточно полно характеризуют климатические условия рассматриваемого района. Если средняя многолетняя температура января в Витебске составляет $-7,8^{\circ}\text{C}$, то в отдельные годы средняя температура в этом же месяце опускается до -16°C и ниже, в другие годы она приближается к -1°C . Наибольший интерес представляют крупные отклонения от средних значений. Они должны учитываться в различных отраслях народного хозяйства. Чем больше отклонение, тем реже оно наблюдается. В январе, например, отклонение температуры $-3,4^{\circ}\text{C}$ и более от средних месячных встречается каждые 5 лет, а $-9,2^{\circ}\text{C}$ и более — не чаще одного раза в 50 лет.

Величины аномалий (отклонений) равной обеспеченности в зимние месяцы больше, чем в летние. Так, в июне—июле аномалии 5%-ной обеспеченности имеют величину не более $3,0^{\circ}\text{C}$, в январе—феврале — до 6°C . Это соответствует характеру изменчивости температуры и величинам средних квадратов отклонений (σ) в эти месяцы (зимой σ в 2—2,5 раза больше, чем летом). В табл. 100 приведены абсолютные значения отклонений средней месячной и годовой температуры воздуха 20%-ной обеспеченности. В дальнейшем для месяцев и года рассматриваются только такие аномалии.

Таблица 100

Величина аномалий ($^{\circ}\text{C}$) средней месячной и годовой температуры воздуха 20%-ной обеспеченности (1886—1975 гг.)

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

Величина годовых аномалий значительно меньше месячных аномалий соответствующей обеспеченности.

Существенной особенностью аномалий средней месячной температуры воздуха 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. В табл. 101

Таблица 101

Повторяемость (%) различных сочетаний характеристик двух соседних месяцев (Т — теплый, Х — холодный, Н — нормальный месяц) (1886—1975 гг.)

	Т	Х	Н	Т	Х	Н	Т	Х	Н
	I—II			II—III			III—IV		
Т	25	17	58	44	0	56	50	0	50
Х	9	36	55	9	36	55	8	25	67
Н	15	15	70	19	22	59	15	24	61
	IV—V			V—VI			VI—VII		
Т	45	9	46	23	31	46	40	10	50
Х	18	45	37	9	36	55	15	8	77
Н	15	15	70	19	15	66	18	21	61
	VII—VIII			VIII—IX			IX—X		
Т	50	0	50	40	20	40	46	0	54
Х	0	50	50	9	9	82	9	36	55
Н	12	18	70	18	23	59	12	35	53
	X—XI			XI—XII			XII—I		
Т	36	9	55	36	28	36	36	18	46
Х	29	14	57	0	22	78	0	17	83
Н	10	20	70	20	20	60	22	22	56

приведена повторяемость сочетаний теплого, холодного и месяца, близкого к норме, для пар соседних месяцев (в процентах от числа случаев соответствующей характеристики первого из двух соседних месяцев). Оказывается, что после аномально холодного и аномально теплого июля август с соответствующим отклонением наблюдается в 50 % случаев, с противоположным не отмечено ни одного случая. Аналогичная картина после аномально теплого февраля, марта, сентября. В другие месяцы разница менее значительна, но довольно существенна. Эта четкая закономерность нарушается лишь после аномально теплого мая, а также холодного июня, октября, когда повторяемость одноименных аномалий в соседнем месяце меньше, чем противоположных.

После месяца, близкого к норме, вероятность аномально теплого и аномально холодного примерно одинакова. Чаще всего за аномальным следует нормальный месяц, т. е. большая часть аномалий ограничивается одним месяцем (табл. 102). Примерно в 30 % случаев аномалии одного знака удерживались не менее двух месяцев.

Таблица 102

Повторяемость (%) аномалий одного знака в течение нескольких месяцев подряд (по данным за 47 лет) (1886—1975 гг.)

Аномалия	Показатель	Всего аномалий	Число месяцев					
			1	2	3	4	5	6
Положительная	Число случаев	82	51	19	7	2	2	1
	Повторяемость, %		63	23	9	2	2	1
Отрицательная	Число случаев	99	74	15	8	2		
	Повторяемость, %		75	15	8	2		

Аномалии продолжительностью 4—5 месяцев подряд и более — явление исключительно редкое. За все время они наблюдались всего несколько раз. Наиболее значительными из них были теплые аномалии продолжительностью 5 месяцев (с апреля по август 1897 г. и с июля по ноябрь 1938 г.) и продолжительностью 6 месяцев (с декабря 1974 г. по май 1975 г.). В Витебске не зарегистрировано ни одного случая холодных аномалий продолжительностью более 4 месяцев.

Аномально теплые и аномально холодные сезоны (зима, лето) наблюдаются примерно один раз в 6—8 лет (аномальным считался сезон, в котором либо все три месяца имеют отклонение одного знака, либо два месяца с одинаковой аномалией, а третий — норма). В Витебске аномальные летние сезоны встречаются так же часто, как и зимние. Следующий за аномальным сезоном вероятнее всего будет сезон с температурой близкой к среднему значению (табл. 103).

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 (с данным знаком аномалии) примерно 1 %. Повторяемость полугодовых аномалий действительно невелика, но значительно больше 1 % (один раз в шесть лет). Это обусловлено тем, что аномалии часто связаны с длительными процессами, продолжающимися несколько месяцев. В Витебске в течение всего периода наблюдений (59 лет) зарегистрировано десять полугодовых аномалий (пять положитель-

Таблица 103

Повторяемость аномальных и следующих за аномальными сезонов
(1886—1975 гг.)

Сезон	Показатель	Зима				Лето			
		всего зимних сезонов	следующее лето			всего летних сезонов	следующая зима		
			теплое	холод- ное	норма- льное		теплая	холод- ная	норма- льная
Теплый	Число случаев	8	0	0	8	9	1	1	7
	Повторяе- мость, %	14				15			
Холод- ный	Число случаев	7	0	0	7	7	1	1	5
	Повторяе- мость, %	12				12			

ных и пять отрицательных). Самой значительной из них была положительная аномалия в холодном полугодии 1974/75 г., распространившаяся на всю территорию республики. В Витебске она наблюдалась с декабря 1974 г. по май 1975 г. (шесть месяцев). После аномального в 100 % случаев наступало нормальное полугодие.

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 случаю) наблюдались аномалии одного знака в течение трех лет подряд, месячные аномалии продолжительностью более трех лет подряд не зафиксированы ни разу.

Повторяемость годовых аномалий данного знака в течение двух лет подряд составляет 4 %, что соответствует теоретической вероятности в предположении отсутствия связи и говорит о независимости аномалий годовых температур соседних лет. В Витебске годовые аномалии более двух лет подряд наблюдались дважды, в том числе отмечен случай, когда аномально теплый год повторился четыре раза подряд (с 1936 по 1939 г., из них два года с аномальной обеспеченностью менее 5 %). В течение всего рассматриваемого периода наблюдений самым холодным был 1956 г., когда годовая температура воздуха составила 3,2 °С. Наибольшая годовая температура 6,9 °С отмечена в 1975 г., который был аномально теплым на всей территории республики. Тогда число аномально теплых месяцев в Витебске достигло шести, причем четыре из них с температурой, наблюдающейся не чаще одного раза в 10 лет.

7.2. Атмосферные осадки

Аномально сухими считались месяцы, периоды, годы с суммой осадков не более 30, 60, 80 % нормы и аномально влажными — с суммой осадков не менее 120, 140, 200 % нормы. Крайние значения этих градаций используются в практике долгосрочного прогнозирования и обслуживания народного хозяйства, градации 60 и 140 % оказались наиболее удобными при климатологических исследованиях. Соответствующие значения аномалий представлены в табл. 104.

Таблица 104

Величины аномалий месячных сумм осадков (мм), соответствующие величинам, заданным в процентах нормы (R_n) (1885—1975 гг.)

R/R_n , %	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI—III	IV—X	Год
30	23	21	23	25	37	49	65	57	43	32	33	25	125	309	434
60, 140	13	12	13	14	21	28	37	33	24	18	19	14	72	176	248
80, 120	7	6	7	7	11	14	19	16	12	9	9	7	36	88	124
200	33	30	33	36	53	70	93	82	61	46	47	36	179	441	620

Величины 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 35—45 и 20—35 % соответственно (от общего числа лет). Аномалии не более 30 % и не менее 200 % в Витебске, как и на всей территории Белоруссии, крайне редки, их повторяемость не превышает 15 %, а в среднем составляет 4—7 %. Такая низкая повторяемость обусловлена особенностями климата республики (умеренно влажного). Промежуточное положение занимают аномалии месячных сумм осадков не более 60 % и не менее 140 % нормы (табл. 105). Именно аномалии этих градаций рассматриваются в табл. 106—109. 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 не менее $1,7 R_n$ и сухие с количеством осадков не более $0,36 R_n$, один раз в три года — не менее $1,18 R_n$, 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 $0,94 R_n$, несколько чаще встречаются месяцы с количеством осадков меньше нормы.

Таблица 105

Повторяемость (%) различных аномалий сумм осадков (1885—1975 гг.)

Месяц	Отношение к норме					
	<30 %	<60 %	<80 %	>120 %	>140 %	>200 %
I	8	27	43	32	18	7
II	3	27	38	35	18	0
III	7	18	35	25	18	2
IV	5	19	32	31	20	3
V	10	25	42	32	26	7
VI	9	28	37	32	20	4
VII	2	24	39	33	22	0
VIII	15	27	37	22	15	2
IX	7	29	38	24	16	5
X	11	23	39	36	14	7
XI	3	30	40	35	22	3
XII	7	21	33	33	20	2
XI—II	0	5	20	19	3	0
IV—X	0	4	18	18	4	0
Год	0	2	15	11	0	0

Таблица 106

Повторяемость (%) различных сочетаний характеристик двух соседних месяцев (С — сухой, $R \leq 0,6 R_n$; В — влажный, $R \geq 1,4 R_n$; Н — нормальный) (1885—1975 гг.)

	С	В	Н	С	В	Н	С	В	Н
	I—II			II—III			III—IV		
С	37	37	26	19	19	62	9	9	82
В	27	27	46	18	18	64	0	28	72
Н	21	6	73	18	18	64	26	21	53
	IV—V			V—VI			VI—VII		
С	36	9	55	15	31	54	20	13	67
В	25	33	42	14	29	57	20	10	70
Н	20	29	51	39	11	50	28	28	44
	VII—VIII			VIII—IX			IX—X		
С	38	8	54	47	13	40	12	12	76
В	8	17	75	12	25	63	22	22	56
Н	30	17	53	25	16	59	26	13	61
	X—XI			XI—XII			XII—I		
С	39	15	46	22	11	67	31	15	54
В	25	12	63	15	15	70	8	17	75
Н	28	28	44	20	27	53	31	20	49

В табл. 106 представлена для пар соседних месяцев повторяемость различных сочетаний сухих, влажных и нормальных месяцев. По Белоруссии после аномально сухого или аномально влажного месяца вероятность одноименной аномалии в следующем месяце больше, чем противоположной. Такая закономерность в Витебске и для влажных и для сухих аномалий проявляется менее четко — она выполняется лишь в 13 случаях из 24.

Повторяемость нормальных месяцев после сухих и влажных также примерно одинакова и составляет в среднем 50—70 %. После нормального также наиболее вероятно наступление нормального месяца (до 82 %).

Продолжительность сухих и влажных аномалий в большинстве случаев не превышает одного месяца (табл. 107). Аномалии осадков чаще бывают сухими, чем влажными. Вероятность аномалий (сухих и влажных) продолжительностью более двух месяцев невелика — всего несколько процентов. Наиболее

Таблица 107

Повторяемость (%) аномалий месячных сумм осадков в течение нескольких месяцев подряд (по данным за 64 года) (1885—1975 гг.)

Тип аномалии	Показатель	Всего аномалий	Число месяцев					
			1	2	3	4	5	6
Сухая	Число случаев	125	97	18	5	3	1	1
	Повторяемость, %		78	14	4	2	1	1
Влажная	Число случаев	105	81	20	4			
	Повторяемость, %		77	19	4			

Таблица 108

Повторяемость аномальных и следующих за аномальными периодов (1885—1975 гг.)

Период	Показатель	Сухой период	Следующий			Влажный период	Следующий		
			сухой	влажный	нормальный		сухой	влажный	нормальный
XI—III	Число случаев	3	0	0	3	2	0	0	2
	Повторяемость, %								
IV—X	Число случаев	2	0	0	2	2	0	0	2
	Повторяемость, %								

Таблица 109

Повторяемость различных сочетаний месячных аномалий сумм осадков и температуры воздуха (1885—1975 гг.)

Сезон	Показатель	Сухая аномалия				Влажная аномалия			
		всего аномальных месяцев	нормальная	теплая	холодная	всего аномальных месяцев	нормальная	теплая	холодная
Зима	Число случаев	41	29	2	10	31	19	9	3
	Повторяемость, %		71	5	24		61	29	10
Весна	Число случаев	35	22	7	6	36	22	7	7
	Повторяемость, %		63	20	17		62	19	19
Лето	Число случаев	43	24	15	4	30	18	3	9
	Повторяемость, %		56	35	9		60	10	30
Осень	Число случаев	45	24	9	12	29	18	7	4
	Повторяемость, %		53	20	27		62	24	14

длительной (шесть месяцев подряд) оказалась сухая аномалия, наблюдавшаяся с июня по декабрь 1951 г.; влажные аномалии продолжительностью более трех месяцев в Витебске не отмечались.

Если рассматривать повторяемость месячных аномалий осадков в соседние годы, то наряду с наиболее часто встречающимся чередованием «аномальный — нормальный» наблюдаются иногда периоды в два, три и даже четыре года подряд с одноименной аномалией в одинаковые месяцы.

Теоретическая вероятность одноименных месячных аномалий сумм осадков (не более 60 или не менее 140 % R_n) в течение двух и трех лет подряд составляет для сухих аномалий примерно 5 и 1 %, для влажных 4 и 8 %. Наблюдающаяся повторяемость в основном соответствует этой вероятности, что свидетельствует о независимости месячных аномалий соседних лет.

Холодный (ноябрь—март) и теплый (апрель—октябрь) периоды бывают аномальными (сухими или влажными) значительно реже, чем отдельные месяцы (табл. 105). Аномалии не более 30 % и не менее 200 % практически не встречались. Сравнительно часто наблюдаются как сухие, так и влажные аномалии не более 80 % и не менее 120 % нормы. Периоды с

аномалией 40. % и более наблюдаются в среднем в 4—5 % случаев. Наиболее крупные в целом за период аномалии охватывали значительную площадь, в частности, влажная аномалия холодного периода 1969/70 г. одновременно проявилась в восточной и юго-восточной областях республики (Витебск, Могилев, Гомель). Сухие аномалии в холодном периоде 1945/46, 1948/49 и 1953/54 гг. распространялись на центральные и восточные области (Витебск, Минск, Могилев).

Следующие за аномальными периоды во всех случаях оказались в пределах нормы (табл. 108).

В целом годы, аномальные по осадкам — явление сравнительно редкое. Год — достаточно продолжительный отрезок

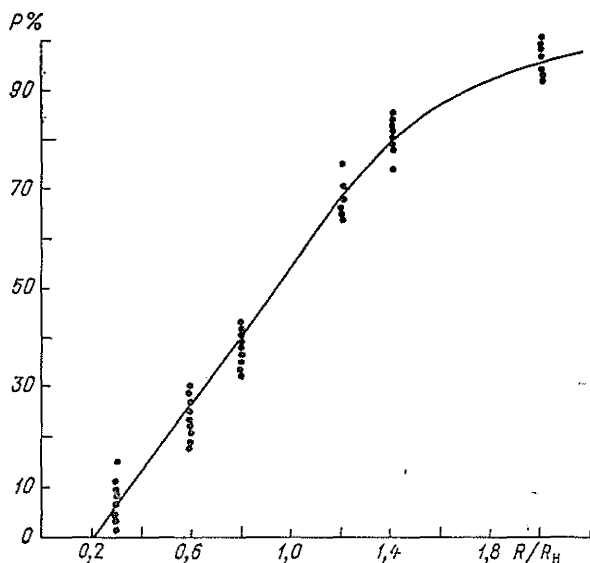


Рис. 23. Обеспеченность (%) отношения месячной суммы осадков к норме.

времени и на годовых суммах осадков (как и годовых значениях других метеозлементов) даже существенные аномалии отдельных месяцев сказываются не очень сильно. Так, увеличение и уменьшение 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 Витебске не зарегистрированы ни разу. Повторяемость сухих годовых аномалий с отклонением на 40 % и более от нормы составляет не более 2 %, причем они ни разу не наблюдались два года подряд. Наиболее сухим был 1959 г., когда годовая сумма осадков составила всего 60 % R_n . Аномально влажные годы с таким от-

клонением не отмечались в течение всего рассматриваемого периода наблюдений.

Несколько более многочисленны аномальные годы с отклонением от нормы сумм осадков не менее 20 %. В среднем один раз в 10—11 лет можно ожидать влажную и один раз в 8 лет сухую аномалию с таким отклонением.

Как правило, за аномальным следует год в пределах нормы.

Для годовых аномалий с переувлажнением и засушливостью на 20 % и более намечается временной ход: до конца 30-х годов наблюдались преимущественно влажные аномалии, а с середины 50-х годов — четкое преобладание аномально сухих лет. С 1945 г. в Витебске отмечено шесть сухих и две влажные годовые аномалии.

Месячные аномалии температуры и осадков определенным образом связаны друг с другом (табл. 109). В летние месяцы более вероятны сочетания сухих и теплых аномалий, влажных и холодных; в холодное время — сухих и холодных, влажных и теплых.

Наиболее высокий процент повторяемости имеют сочетания аномально сухих и влажных месяцев с температурой в пределах нормы. Для влажных и для сухих месяцев эта повторяемость составляет 60—70 %.

8. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ ГОДА

Годовой ход метеорологических элементов обуславливает деление года на сезоны. В климатологии обычно границы сезонов определяют по датам перехода средней суточной температуры воздуха 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 Витебске зима начинается в середине ноября (в среднем 13 ноября). В это время начинаются 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 среднем до 29 марта). В зимние месяцы средние суточные температуры в Витебске могут колебаться в широких пределах — от $5, 10$ до $-35, -40^{\circ}\text{C}$, но преобладают в зимний сезон все же небольшие средние суточные температуры от 0 до -10°C . Такие температуры в среднем за декабрь—март бывают 67 дней. Что касается более низких температур, то повторяемость их по мере понижения температуры уменьшается. Так, повторяемость средних суточных температур $-10, -15^{\circ}\text{C}$ составляет 18 дней, а повторяемость температур $-15, -20^{\circ}\text{C}$ — всего 7—8 дней за четыре месяца. Значительные морозы с температурой -20°C и ниже в сезоне наблюдаются в среднем четыре дня (в Минске и Гомеле два-три дня, в Бресте лишь один день).

Преимущественно мягкий характер зимы в Витебске объясняется утепляющим воздействием морских воздушных масс Атлантики или Средиземного моря. Происходит частая смена этих теплых воздушных масс холодными арктическими или континентальными, что приводит к постоянной смене морозных и оттепельных периодов.

Морозными считаются дни, когда максимальная температура воздуха не поднимается выше 0 °С. Средняя непрерывная продолжительность морозных периодов в Витебске равна примерно 7 дням. Периоды продолжительностью до 5 дней в среднем наблюдаются в 67 % всех случаев, а более 10 дней — в 19 %. 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 Минске 31 день, Гомеле 34 дня, Бресте 51 день). Они в основном непродолжительны и в 75 % случаев длятся не более 5 дней. Чаще всего оттепели не отличаются высокими температурами, обычно максимальная температура воздуха не поднимается выше 4 °С. Но бывают, хотя и редко, периоды, когда температура поднимается до 6 °С, а в начале и конце зимы — до 11—12 °С. За весь период наблюдений самая продолжительная оттепель (31 день) 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 потом приводит к глубокому промерзанию почвы.

В табл. 110 приведены сведения о температурном и ветровом режиме в наиболее теплую (1974/75 г.) и в наиболее холодную (1967/68 г.) зимы.

В Витебске теплые зимы наблюдаются при частом 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 4 см.

Холодные зимы наблюдаются при вторжениях арктических воздушных масс. Оттепели, если и бывают, характеризуются малой продолжительностью. В холодную зиму 1967/68 г. снежный покров в Витебске лежал 98 дней.

Во все зимние месяцы преобладает пасмурная погода. Каждый месяц, примерно в течение 13—20 дней, небо затянуто сплошной невысокой облачностью, которая обычно держится весь день. За зиму в Витебске всего 2—3 ясных дня.

Примерно 17—19 дней в каждом из трех зимних месяцев

Таблица 110

Температурный и ветровой режим в экстремальные зимы

Показатель	Теплая зима (1974/75 г.)				Холодная зима (1967/68 г.)			
	XII	I	II	XII—II	XII	I	II	XII—II
Температура, °С								
средняя месячная	—0,9	—2,2	—3,8	—2,3	—8,4	—14,7	—8,3	—10,5
отклонение от нормы	4,3	5,6	3,5	4,5	—3,2	—6,9	—1,0	—3,7
абсолютный максимум	3,8	5,3	3,5	5,3	2,2	3,1	2,8	3,1
абсолютный минимум	—6,3	—19,4	—18,4	—19,4	—27,0	—32,6	—25,6	—32,6
Сумма отрицательных средних суточных температур	41,6	78,3	108,8		263,0	455,5	243,2	
Скорость ветра, м/с								
средняя месячная	4,4	4,6	3,8	4,3	4,1	3,6	4,0	3,9
отклонение от нормы	—0,4	—0,1	—0,7	—0,4	—0,7	—1,1	—0,5	—0,8
максимальная	10	14	10	14	16	10	10	16
Число дней с метелью	0	6	4	10	9	10	7	26
Число часов с метелью	0	38	6	44	46	53	30	129

бывают осадки. Чаще всего это снег, но нередко при оттепелях морось, обложной слабый дождь или дождь со снегом. Часто возникают туманы (5—7 дней в каждом месяце). За три зимних месяца наблюдается в среднем 11 дней с гололедом и 14 дней с изморозью.

Средняя скорость ветра равна 4,7 м/с, но ежегодно в каждом месяце можно ожидать несколько дней, когда в отдельные часы скорость увеличивается до 10 м/с и более. При усилении ветра могут наблюдаться метели (5—7 дней в каждом месяце), которые продолжаются по нескольку часов. Частая смена морозных и оттепельных периодов, пасмурные дни, частые осадки, туманы, гололедные отложения — характерные признаки витебской 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 Витебске 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 в конце марта — начале апреля (в среднем) снег исчезает совсем. Средние даты схода снеж-

ного покрова: в Витебске 10 апреля, Минске 11 апреля, Гомеле 2 апреля, Гродно 27 марта, 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 в последней декаде апреля она на 6 °C 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 в пределах 10 °C. В апреле отрицательная средняя суточная температура наблюдается в среднем лишь 4 дня, нередко дни с температурой выше 5 °C (14 дней). В мае в среднем в течение 21 дня стоит погода с температурой выше 10 °C, 10 дней с температурой выше 15 °C, и 2 дня — выше 20 °C. 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—14 дней в каждом месяце. Изменяется характер осадков — обложные дожди сменяются интенсивными ливнями. В мае или апреле гремят первые грозы, иногда они сопровождаются градом.

В отдельные дни мая относительная влажность опускается до редких для Витебска значений — 30 % и менее. Такие дни в климатологии называют сухими. В среднем ежегодно в мае можно ожидать четыре таких дня (это, примерно, две трети годового количества сухих дней в Витебске).

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

С переходом средней суточной температуры воздуха через 5 °C (в середине апреля) начинается активная вегетация. В помещенном ниже календаре (табл. 111) представлен средний многолетний ход сезонного развития растительности. Сроки наступления фенологических явлений редко совпадают со средними многолетними сроками. Наибольшие отклонения дат наступления фенологических явлений от средних многолетних для большинства растений могут достигать 20 дней.

Лето. Окончанием весны и началом лета можно считать пе-

Таблица 111
Фенологический календарь лесной, парковой и садовой
растительности в Витебске и пригородах

Явление	Средняя дата
Начало цветения ольхи серой	11 III
Набухание почек у черемухи обыкновенной	14 IV
Набухание почек у ольхи серой	23 IV
Появление первых листьев у черемухи обыкновенной	4 V
Появление первых листьев у осины	15 V
Начало цветения вишни садовой	17 V
Начало цветения сливы	19 V
Начало цветения яблони Антоновка	21 V
Появление первых листьев у ясеня обыкновенного	22 V
Начало цветения рябины лесной	1 VI
Начало цветения малины лесной	12 VI
Первые зрелые плоды земляники лесной	21 VI
Начало цветения липы мелколистной	9 VII
Первые зрелые плоды черемухи обыкновенной	12 VII
Первые зрелые плоды малины садовой	15 VII
Первые зрелые плоды смородины красной	16 VII
Первые зрелые плоды вишни	20 VII
Первые зрелые плоды крыжовника	24 VII
Первые зрелые плоды малины лесной	5 VIII
Первые зрелые плоды сливы	24 VIII
Первые зрелые плоды яблони Антоновка	31 VIII

реход средней суточной температуры воздуха через 14 °С (26 мая) (рис. 24). Лето в Витебске продолжается почти четыре месяца и оканчивается, когда средняя суточная температура становится меньше 10 °С (22 сентября). На летний сезон в Витебске приходится половина годовой продолжительности солнечного сияния и поступающей солнечной радиации.

Лето умеренно теплое, влажное. В начале июня 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 77 % всех дней в сезоне имеют среднюю суточную температуру в пределах от 10 до 20 °С и около 22 % — температуру в пределах от 20 до 30 °С. Однако увеличение роли радиации не означает, что влияние на погоду Атлантического океана и воздушных масс, приходящих с континента или из Арктики, несущественно. Морской воздух летом приносит прохладу. Изредка над Витебском 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 бы-

ло лето 1897 г. Средняя месячная температура воздуха в июне, июле и августе была на 1,7—3,3 °С выше нормы. Дневные температуры достигали 31—34 °С.

В отдельные годы, даже в самый разгар лета, при вторжении арктических воздушных масс возможны резкие похолодания. Очень холодным было лето 1962 г. Средняя месячная температура воздуха в июне и июле была ниже нормы на 3,0 °С, а в августе — на 1,9 °С. Минимальные температуры по-



Рис. 24. Лето в Витебске.

низились в июне до 0 °С, в июле и августе — до 5—6 °С. Лето было не только холодным, но и дождливым. В июне и июле выпало почти полторы нормы осадков. Холодная погода была вызвана циклонами, смещавшимися с Норвежского моря и Скандинавии.

Примерно 14—15 дней в каждом из летних месяцев бывают дожди. Они обильны, но непродолжительны. В среднем в течение дня дождь длится примерно 4 ч. Это в основном ливневые дожди. За весь период наблюдений самым дождливым было лето 1947 г., когда за июнь—август выпало 385 мм осадков (при норме 245 мм).

Ливневые дожди нередко сопровождаются грозами. Из 29 дней с грозами в году на июнь—август в среднем приходится 18 дней, а в отдельные летние месяцы более 30 (1954 г. — 44 дня). Иногда грозы сопровождаются градом. В Витебске он наблюдается сравнительно редко, в сезоне один — три 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 один раз в сезон.

Осень. Осень начинается при переходе средней суточной температуры воздуха через 10°C к меньшим значениям. В Витебске ее начало в среднем приходится на 22 сентября (в Минске и Гомеле на 24 сентября, Бресте на 2 октября). Продолжается осень в Витебске в среднем до 13 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. Усиливается 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 середине 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 из-за радиационного выхолаживания приземных слоев воздуха до $-5...-10^{\circ}\text{C}$ (в среднем 3 дня).

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

Понижение температуры воздуха осенью сопровождается понижением относительной влажности.

По мере наступления осени возрастает число пасмурных дней (в октябре 13 и ноябре 19 дней). В октябре и ноябре примерно каждый второй день бывают обложные и моросящие дожди. В ноябре они продолжаются в среднем по 9 ч в день.

Снежный покров бывает неустойчив, может образовываться

Таблица 112

Полная осенняя окраска листьев и конец листопада

Растение	Полная окраска листьев	Конец листопада
Клен остролистный	19 IX	13 X
Липа мелколистная	28 IX	14 X
Рябина лесная	28 IX	16 X
Осина	30 IX	16 X
Орешник-лещина	30 IX	19 X
Дуб черешчатый	5 X	23 X
Береза бородавчатая	9 X	1 XI
Хвоя лиственницы европейской	10 X	5 XI

и исчезать несколько раз. Туманы образуются в среднем каждый шестой 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.

С развитием осенних процессов начинает замирать природа. Во второй половине сентября и в первой декаде октября листья на деревьях по-осеннему окрашены, а в конце октября и начале ноября наступает конец листопада (табл. 112).

9. 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 значительно отличается от климата окрестностей и близлежащих малых городов. Скопление над городом загрязняющих 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.

Климат неоднороден и внутри самого города, внутри которого формируются различные искусственные ландшафты. Они изменяются от центра к периферии. К периферии города плотность застройки уменьшается и увеличивается площадь зеленых насаждений.

Чтобы оценить изменение климатических характеристик под влиянием города, сравнивались данные метеостанции Витебск с фоновыми значениями, полученными путем интерполяции между станциями Бычиха (в 50 км к северо-северо-западу от Витебска) и Орша (в 65 км к юго-юго-востоку). Результаты приведены в табл. 113.

Таблица 113

Отклонение климатических характеристик, полученных метеостанцией Витебск, от фоновых данных

Характеристика	Зима	Весна	Лето	Осень
Температура, °С				
средняя	0,3	0,5	0,5	0,3
средний максимум	0,1	0,4	0,5	0,3
средний минимум	0,4	0,6	0,6	0,4
Упругость водяного пара, мбар	-0,1	0,0	0,1	0,1
Относительная влажность, %	-1	-2	-2	-1

Во все сезоны средняя температура в Витебске выше фоновой, в среднем за год на $0,4^{\circ}\text{C}$. При этом в весенний и летний периоды различия в температурах несколько больше, чем в осенний. Еще большие различия обнаруживаются по минимальным температурам. Так, средний годовой минимум температуры воздуха в Витебске равен $1,2^{\circ}\text{C}$, а фоновый минимум $0,4^{\circ}\text{C}$. Средний годовой максимум температуры выше фонового на $0,3^{\circ}\text{C}$. Полученные различия обусловлены влиянием городской застройки (по крайней мере частично).

Приведенные данные относятся к окраинным районам города. По данным наблюдений в Минске и Гомеле при ясном небе температура в центральных районах города в среднем на $0,6\text{--}0,8^{\circ}\text{C}$ выше, чем на окраине. Максимальные температурные различия (до $4\text{--}6^{\circ}\text{C}$) наблюдаются ночью, когда нагретые за день здания и асфальт отдают тепло, а потеря тепла лученспусканием 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°C . 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 Витебск практически совпадает с 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 на $0,3\text{--}0,5$ мбар ниже, чем на окраинах, а относительная влажность на $3\text{--}7\%$ ниже.

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

Поскольку метеостанция Витебск расположена на открытом месте, скорость ветра на ней не ниже фоновой. Площадь города представляет собой очень шероховатую поверхность, поэтому, как правило, скорость ветра внутри городской застройки меньше, чем на метеостанции. Однако в отдельных случаях на приподнятых улицах, ориентация которых совпадает с направлением ветра, 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 зависимо-

сти от скорости ветра. Один наблюдается при ветре 0—1 м/с, когда перемешивание очень слабо и вблизи земли скапливаются так называемые низкие выбросы: выход газов через фанари крыш предприятий, невысокие вентиляционные установки, выбросы небольших котельных и автотранспорта. Автомашины создают примерно половину загрязнения атмосферы. В выхлопных газах автомобилей содержится окись углерода, окислы азота и другие вредные вещества.

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

Существенно влияет на степень загрязнения распределение температуры по вертикали. Иногда возникает инверсионное распределение температуры, при котором температура в слое, прилегающем к земле или приподнятом над землей, с высотой не уменьшается, а увеличивается (приземная или приподнятая инверсия). К образованию инверсий приводят несколько причин. 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 землю. 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 загрязнения 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).

10. КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПОКАЗАТЕЛИ 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. 25 дана повторяемость сочетаний температуры и скорости ветра в летний (июнь — август) и зимний (декабрь — февраль) периоды по Витебску. Цифровое обозначение изолиний соответствует повторяемости (в %), рассчитанной на интервал температуры 2°C и интервал скорости ветра 2 м/с. Зимой наиболее часты сочетания температуры воздуха от -4 до 1°C и ветра 0—4 м/с, летом соответственно $13-19^{\circ}\text{C}$ и 0—4 м/с.

Температурно-ветровой режим 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 ветра при погоде циклонического типа, а повышение ее наблюдается в основном при ослаблении ветра, что связано с установлением антициклонической погоды.

Для характеристики особенности температурно-влажностного режима Витебска на рис. 26 дана повторяемость сочетаний температуры и относительной влажности воздуха в 2 и 14 ч за летний период. Цифровое обозначение изолиний соответствует повторяемости (в процентах), рассчитанной на интервал температуры 2°C и интервал относительной влажности 5 %.

Днем довольно часто повторяется температура $18-24^{\circ}\text{C}$ с влажностью 42—60 %. Приблизненно комфортными условиями для человека можно считать сочетания температуры $18-22^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 35—65 %. Повторяемость таких условий летом в дневное время составляет 24—29 %, а в ночное время — менее 1 %. В ночные часы наиболее часты повторяемости температуры воздуха $12-17^{\circ}\text{C}$ и влажности 87—96 %.

Ощущение духоты определяется сочетанием температуры с относительной влажностью воздуха: если температура воздуха 20 °С и выше сочетается с относительной влажностью воздуха 80 % и более, то такую погоду считают душной (табл. 114).

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

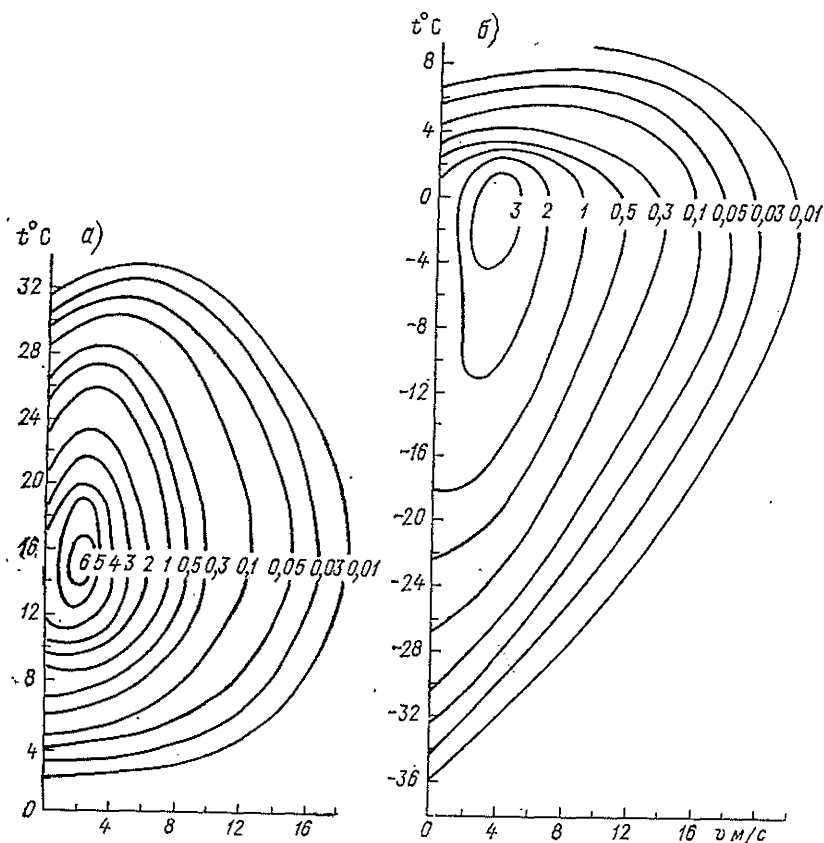


Рис. 25. Повторяемость (%) различных сочетаний температуры воздуха и скорости ветра.

a — июнь-август, *б* — декабрь-февраль.

ветра. Для характеристики теплоощущения человека в летний период использован метод эквивалентно-эффективных температур (ЭЭТ), широко применяемый в биоклиматических исследованиях. ЭЭТ—это сочетание одновременно наблюдаемых температуры, влажности воздуха и скорости ветра, выраженное одним

Таблица 114
Повторяемость (%) душной погоды

Месяц	Время, ч			
	2	8	14	20
Июнь	0,2	0,8	0,4	1,1
Июль	0,9	2,3	0,9	2,8
Август	0,4	0,3	0,9	2,0

условным значением температуры, создающим то же теплоощущение при полностью насыщенном и неподвижном воздухе. Использована нормальная шкала ЭЭТ, которая относится к человеку, нормально (по сезону) одетому и совершающему легкие движения.

Средняя ЭЭТ в Витебске днем в июле на 7 °С ниже средней температуры воздуха (табл. 115). В июле в дневное время наи-

Таблица 115
Эквивалентно-эффективная и приведенная температура (°С)

Температура	ЭЭТ в июле		Приведенная температура в январе	
	12 ч	15 ч	12 ч	15 ч
Абсолютный минимум	—1,8	—0,6	—40,4	—37,1
Средний минимум	5,2	5,1	—36,2	—33,8
Средняя	13,3	14,5	—23,2	—21,6
Средний максимум	21,9	21,8	—9,1	—9,0
Абсолютный максимум	26,8	23,8	—0,5	—4,0

более часто (в 76 % случаев) наблюдаются ЭЭТ в пределах 10—20 °С. Величина ЭЭТ от года к году изменяется довольно существенно. В течение рассматриваемого периода (1966—1976 гг.) даже средняя месячная ЭЭТ колебалась от 10 до 18 °С.

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

ЭЭТ °С	≤ 0	0—9	10—18	19—26
Повторяемость, % . . .	0,5	19	65	15,5

Оценка суровости зимних погодных условий (для января) сделана методом «приведенных температур», когда любые сочетания температуры воздуха и скорости ветра выражены в виде эквивалента при штиле ($\Theta_{пр}$). Методика получения и использо-

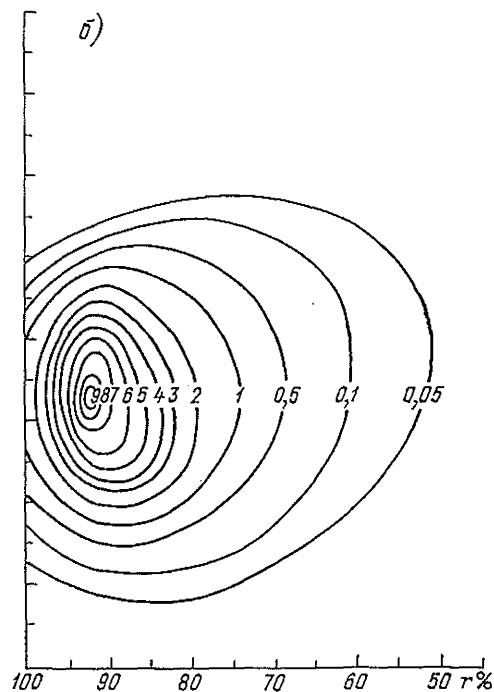
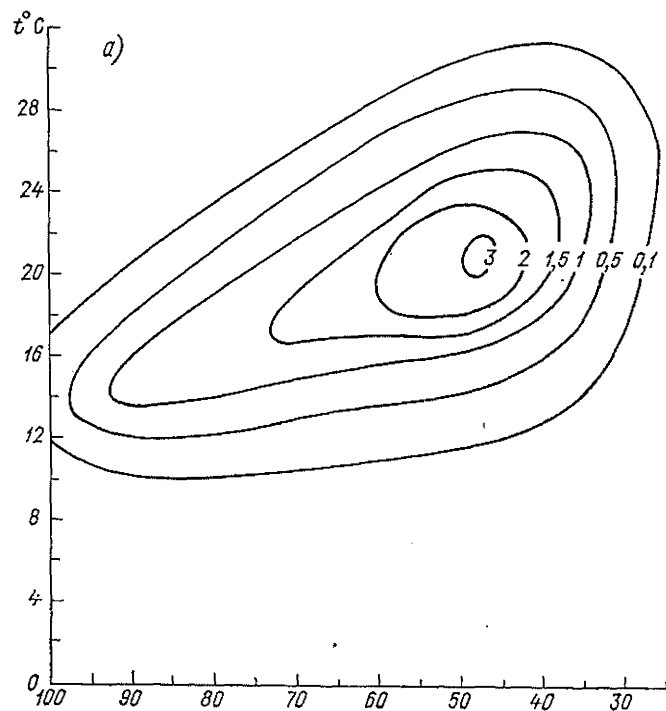


Рис. 26. Повторяемость (%) различных сочетаний температуры и относительной влажности воздуха в летний период (июнь—август).
а — 14 ч, б — 2 ч.

вания приведенных температур разработана В. Н. Адаменко и К. Ш. Хайруллин. Средние и экстремальные значения приведенных температур за 11-летний период даны в табл. 115.

Пребывание нормально одетого человека на открытом воздухе чаще всего лимитирует температура кожи лица. По оценке медиков и гигиенистов при температуре кожи лица, равной 6°C ($\Theta_{\text{пр}} = -28^{\circ}\text{C}$), требуется обогрев через каждые 45—50 мин, при температуре 2°C ($\Theta_{\text{пр}} = -38^{\circ}\text{C}$) — сокращение рабочего дня на 30 %, и при температуре кожи 0°C ($\Theta_{\text{пр}} = -42^{\circ}\text{C}$) требуется прекращение работ на открытом воздухе. Исходя из этих пороговых критериев дискомфорта, получены повторяемости приведенных температур в Витебске для января (12, 15 ч) за 1966—1976 гг.:

$\Theta_{\text{пр}}^{\circ}\text{C}$	> -15	$-15 \dots -27,9$	$-28 \dots -37,9$	$-38 \dots -41$
Повторяемость, % . . .	17	57	25	1

В декабре и феврале низкие значения приведенных температур, затрудняющие работу на открытом воздухе, встречаются реже, чем в январе, а в ноябре и марте наблюдаются лишь в отдельные годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаменко В. Н. Климат больших городов. Обзор. — Обнинск, 1975. — 71 с.
2. Аронин Д. Э. Климат и архитектура. — М.: Госстройиздат, 1959. — 252 с.
3. Бартенева О. Д., Полякова Е. А., Русин Н. П. Режим естественной освещенности на территории СССР. — Л.: Гидрометеониздат, 1971 — 238 с.
4. Гололед и изморозь на территории Белорусской ССР. — Л.: Гидрометеониздат, 1972. — 264 с.
5. Заварица М. В. Строительная климатология. — Л.: Гидрометеониздат, 1976. — 312 с.
6. Информационное письмо Главного управления гидрометеослужбы № 20. Доклады на ВДНХ СССР «Климаты больших городов СССР». — М.: Гидрометеониздат, 1976. — 192 с.
7. Информационное письмо Главного управления гидрометеослужбы № 21. Доклады по прикладной климатологии на ВДНХ СССР. — М.: Гидрометеониздат, 1977. — 128 с.
8. Климат Владивостока/Под ред. Ц. А. Швер. — Л.: Гидрометеониздат, 1978. — 166 с.
9. Климат и город. Материалы конференции «Климат — город — человек». — М.: 1974. — 152 с.
10. Климат Минска/Под ред. М. А. Гольберга. — Минск.: Высшая школа, 1976. — 288 с.
11. Климат Москвы (особенности климата большого города)/Под ред. А. А. Дмитриева, Н. П. Бессонова. — Л.: Гидрометеониздат, 1969. — 324 с.
12. Кратцер П. А. Климат города. — М.: Иностранная литература, 1958. — 239 с.
13. Материалы по радиационному режиму Белоруссии. (Белорусский территориальный гидрометеоцентр). — Минск, 1977. — 38 с.
14. Пивоварова З. И. Характеристика радиационного режима на территории СССР применительно к запросам строительства. — Л.: Гидрометеониздат, 1973. — 128 с. (Труды ГГО, вып. 321).
15. Справочник по климату СССР. Вып. 7. Белорусская ССР. Ч. 1 — 5. — М.; Л.: Гидрометеониздат, 1965—1968.
16. Строительные нормы и правила. II-A.6-72. Строительная климатология и геофизика. — М.: Стройиздат, 1973. — 320 с.
17. Швер Ц. А. Атмосферные осадки на территории СССР. — Л.: Гидрометеониздат, 1976. — 302 с.

Приложение 1

Период наблюдений, использованный в таблицах

Номер таблицы	Число лет	Период наблюдений
Особенности атмосферной циркуляции		
3—5	5	1973—1978
6	55	1891—1975*
7, 8	15	1949—1963
9—11, 14	19	1945—1963
12	16	1945—1960
13, 15	25	1945—1969
16, 17	21	1945—1965
Радиационный и световой режим		
20—22	17	1947—1963
Термический режим		
30—33	33	1925—1960*
34	39	1887—1960*
35	17	1936—1960*
36—38	22	1936—1960*
39, 40	36	1925—1975*
41, 43	37	1891—1960*
42, 46	31	1925—1960*
44, 45	30	1925—1962*
47	28	1925—1960*
48—50	47	1881—1960*
52	33	1925—1960*
53	11	1950—1960
54	12	1947—1960*
55, 56	10	1953—1962
57	12	1949—1960
Режим увлажнения		
58—61, 63	25	1936—1965*
62	20	1936—1960*
64	48	1891—1965*
65—67	58	1891—1975*
68	44	1891—1964*
69	47	1891—1965*
70	22	1936—1960*
71	16	1945—1960
73	40	1892—1965*
74, 75	34	1929—1965*
Режим облачности и атмосферные явления		
76, 78, 79	27	1936—1965*
77, 80	16	1945—1960
81, 82	27	1936—1965*
83—89	17	1952—1968
91	22	1947—1972
92, 93	28	1936—1965*
94—97	27	1936—1965*
98, 99	36	1926—1965*

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

Комплексные характеристики и показатели биоклимата

114, 115

11

1966—1976

Примечание. Звездочка (*) означает, что наблюдения велись с перерывами.

Приложение 2

Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра

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

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Июнь								
0—1	2,4	2,4	2,7	4,0	3,2	2,7	3,2	3,6
2—5	6,9	4,8	6,1	8,6	7,2	6,0	8,2	10,9
6—9	2,0	0,6	0,8	1,2	1,2	1,6	2,3	3,3
10—13	0,3	0,1	0,05	0,4	0,3	0,9	0,6	0,9
14—17	0,05			0,2	0,05	0,05	0,05	0,05
18—20			0,05					
Июль								
0—1	4,0	4,4	2,8	2,0	2,7	3,5	3,6	3,0
2—5	7,4	7,7	4,6	5,4	6,6	6,9	11,9	9,1
6—9	1,5	1,4	0,9	0,6	0,8	1,4	2,6	3,1
10—13	0,3	0,1	0,1	0,05	0,3	0,3	0,4	0,4
14—17	0,05					0,1		
Август								
0—1	3,6	3,8	2,6	3,9	3,9	3,3	4,8	4,0
2—5	7,0	8,6	4,7	5,2	6,3	7,1	9,7	9,1
6—9	0,8	1,2	0,8	1,3	1,2	1,5	2,1	1,5
10—13	0,2	0,1		0,1	0,05	0,3	0,9	0,1
14—17	0,05				0,05			0,1
18—20						0,05		
Сентябрь								
0—1	3,1	2,8	1,3	3,4	5,3	4,3	3,7	4,3
2—5	4,2	3,2	2,7	5,4	11,1	10,9	9,6	8,2
6—9	1,1	0,6	0,2	0,8	1,5	2,6	3,8	2,1
10—13	0,2		0,05	0,2	0,4	0,6	1,1	0,8
14—17				0,1	0,05	0,05	0,2	
18—20							0,05	
Октябрь								
0—1	1,8	1,4	1,9	2,4	4,1	3,4	2,9	2,9
2—5	4,8	3,1	2,2	6,9	10,1	10,5	8,5	7,3
6—9	1,8	0,7	1,2	2,0	2,9	4,2	2,9	3,2
10—13	0,5	0,2	0,7	1,1	0,8	1,4	1,0	0,9
14—17						0,1	0,05	0,05
18—20						0,05		
Ноябрь								
0—1	1,1	0,4	0,7	3,0	3,2	3,1	1,4	1,4
2—5	1,1	2,3	4,1	11,3	10,5	10,1	6,9	5,5
6—9	0,8	1,1	1,9	6,2	4,1	3,4	2,0	1,7
10—13	0,4	0,4	1,3	4,3	2,4	1,8	0,8	0,8
14—17	0,05			0,05	0,2	0,1		0,05
Декабрь								
0—1	1,5	1,2	1,4	1,4	3,3	3,0	1,0	1,8
2—5	2,7	3,1	4,3	10,1	12,2	10,6	5,9	3,6
6—9	0,7	1,2	1,5	4,9	4,3	3,8	2,1	1,5
10—13	0,6	0,5	0,3	2,9	3,4	2,1	1,3	0,3
14—17			0,3	0,4	0,1	0,2	0,4	
18—20					0,05			
21—24				0,05				

Приложение 3

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

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь								
Срок наблюдения 2 ч								
0—1	2,4	3,2	2,6	2,1	2,8	3,0	1,8	1,8
2—5	3,2	4,8	3,2	11,4	8,9	7,7	5,5	7,1
6—9	0,8	0,6	0,6	2,0	4,2	5,5	1,8	1,2
10—13		0,6		0,8	3,0	3,4	1,6	0,8
14—17				0,2	0,4	0,6		
18—20						0,2	0,2	
Срок наблюдения 8 ч								
0—1	3,2	2,4	1,6	1,4	2,0	2,2	2,0	1,8
2—5	6,2	3,6	4,3	9,2	10,2	7,9	5,3	6,5
6—9	1,0	0,2	1,4	3,8	3,6	4,0	1,8	1,4
10—13	0,2	0,6	0,4	1,0	3,8	3,0	1,4	1,0
14—17	0,2				0,4	0,4	0,2	
18—20						0,2	0,2	
Срок наблюдения 14 ч								
0—1	0,4	2,0	2,2	2,8	2,4	1,0	1,0	2,6
2—5	4,1	4,7	5,7	8,2	8,5	9,1	6,9	6,4
6—9	0,8	1,2	1,6	1,8	5,0	6,4	3,2	2,4
10—13	0,4		0,4	1,6	1,6	2,4	1,0	0,4
14—17	0,2		0,2	0,4	0,4	0,4	0,2	
Срок наблюдения 20 ч								
0—1	2,4	1,0	2,0	2,6	0,6	2,0	2,0	1,2
2—5	3,2	4,2	4,4	13,5	7,7	9,7	7,5	7,3
6—9	1,6	0,8	0,6	2,2	5,1	4,8	2,8	1,6
10—13	0,2	0,2		1,2	1,8	1,8	1,6	0,6
14—17				0,2	0,6	0,4		0,2
18—20						0,2	0,2	
Февраль								
Срок наблюдения 2 ч								
0—1	2,4	2,2	2,9	4,9	5,1	1,6	2,4	3,6
2—5	3,8	4,2	4,6	7,3	9,0	7,1	6,2	7,4
6—9	1,1	0,6	0,4	2,0	3,1	3,3	2,4	1,3
10—13		0,2	0,9	4,9	0,9	0,6	0,8	1,8
14—17			0,2	0,2	0,2	0,4		
Срок наблюдения 8 ч								
0—1	2,4	1,3	3,6	3,3	4,9	3,3	3,1	3,2
2—5	6,9	4,3	4,6	8,8	8,6	7,2	4,8	5,4
6—9	0,9	0,4	0,2	2,6	2,9	1,7	2,9	2,3
10—13	0,6	0,4	0,9	3,1	2,6	1,2	0,2	0,4
14—17				0,2		0,4		0,2
18—20				0,2				0,2

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

Срок наблюдения 14 ч

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

Срок наблюдения 20 ч

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

Март

Срок наблюдения 2 ч

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

Срок наблюдения 8 ч

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

Срок наблюдения 14 ч

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

Срок наблюдения 20 ч

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

Апрель

Срок наблюдения 2 ч

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

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Срок наблюдения 8 ч								
0—1	2,1	3,1	1,0	3,1	5,6	3,3	2,7	2,1
2—5	5,2	6,5	2,9	9,0	14,0	6,6	5,2	5,7
6—9	2,5	0,9	0,9	3,5	3,5	2,5	2,3	2,5
10—13			0,6	0,6	0,4	0,2	0,4	0,9
14—17							0,2	
Срок наблюдения 14 ч								
0—1	0,0	1,7	0,6	1,2	0,9	1,0	1,4	1,0
2—5	1,7	3,9	5,4	4,4	8,6	7,9	8,2	5,6
6—9	2,9	1,0	3,5	5,6	7,5	4,2	5,8	3,9
10—13	0,4	0,2	0,4	1,7	3,3	1,3	1,7	1,9
14—17	0,2			0,2		0,2	0,2	0,2
18—20						0,2		
Срок наблюдения 20 ч								
0—1	1,7	2,5	2,1	3,5	2,7	2,7	3,1	3,1
2—5	6,5	3,8	4,2	10,5	11,5	8,9	10,2	4,4
6—9	1,4	0,9	1,2	2,5	1,7	7,0	2,7	0,8
10—13	0,6	0,2		1,7	1,9	0,2	0,6	0,6
14—17						0,4		
18—20				0,2				
Май								
Срок наблюдения 2 ч								
0—1	2,6	8,3	5,5	4,8	5,2	3,4	5,0	5,7
2—5	5,3	8,9	4,4	6,0	6,9	5,5	4,6	7,1
6—9	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	0,8
10—13	0,6	0,4	0,4	0,6			0,4	1,0
Срок наблюдения 8 ч								
0—1	2,8	5,5	4,2	2,6	4,1	2,0	2,6	1,2
2—5	5,5	10,3	5,7	7,7	6,7	5,9	5,7	8,2
6—9	1,6	3,2	1,2	2,2	1,8	1,0	2,6	1,8
10—13	0,6	0,4	0,2		0,6	0,2	1,0	0,6
14—17								
18—20							0,2	
Срок наблюдения 14 ч								
0—1	0,4	1,6	1,4	0,8	1,4	1,2	1,6	0,6
2—5	5,3	6,3	6,7	6,5	5,7	7,9	7,7	6,9
6—9	2,0	3,6	1,0	3,0	2,4	3,4	4,6	6,6
10—13	0,6	1,0	0,6	1,8	2,0	2,0	1,6	1,2
14—17	0,2						0,2	
18—20				0,2				
Срок наблюдения 20 ч								
0—1	3,8	2,8	2,6	3,0	2,8	2,2	3,2	3,4
2—5	12,4	7,1	6,9	8,5	5,3	6,0	8,3	6,9
6—9	2,4	2,0	0,2	1,2	0,6	0,6	0,6	1,4
10—13	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,6	1,0	0,6
14—17	0,4							0,2

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

Июнь

Срок наблюдения 2 ч

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

Срок наблюдения 8 ч

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

Срок наблюдения 14 ч

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

Срок наблюдения 20 ч

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

Июль

Срок наблюдения 2 ч

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

Срок наблюдения 8 ч

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

Срок наблюдения 14 ч

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

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

Срок наблюдения 20 ч

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

Август

Срок наблюдения 2 ч

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

Срок наблюдения 8 ч

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

Срок наблюдения 14 ч

0—1	0,8	0,6	1,0	2,0	1,2	1,0	1,4	0,
2—5	7,1	9,1	4,9	4,7	7,1	7,7	10,2	12,0
6—9	2,2	2,8	1,6	2,4	3,0	4,2	4,9	4,2
10—13	0,2	0,2		0,2		0,6	1,4	0,2
14—17					0,2			0,2
18—20						0,2		

Срок наблюдения 20 ч

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

Сентябрь

Срок наблюдения 2 ч

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

Срок наблюдения 8 ч

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

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

Срок наблюдения 14 ч

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

Срок наблюдения 20 ч

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

Октябрь

Срок наблюдения 2 ч

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

Срок наблюдения 8 ч

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

Срок наблюдения 14 ч

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

Срок наблюдения 20 ч

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

Ноябрь

Срок наблюдения 2 ч

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

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Срок наблюдения 8 ч								
0—1	1,5	0,2	0,2	4,8	4,6	2,9	0,8	1,2
2—5	2,5	2,5	3,9	10,2	11,3	9,2	8,6	5,2
6—9	0,8	1,0	1,5	5,0	2,9	2,8	1,7	1,2
10—13	0,6	0,4	1,7	5,4	2,7	1,5	0,6	0,6
Срок наблюдения 14 ч								
0—1	0,2	0,2	1,7	1,5	2,5	1,0	1,7	1,0
2—5	1,7	2,3	4,4	9,1	12,0	11,5	6,0	5,0
6—9	0,4	1,2	2,5	7,5	5,5	4,0	3,3	2,9
10—13	0,2	0,6	1,0	3,1	2,5	1,7	1,0	0,8
Срок наблюдения 20 ч								
0—1	1,2	0,2	0,8	2,5	3,6	2,7	1,1	1,9
2—5	2,3	1,0	3,9	14,0	10,6	9,0	6,5	6,3
6—9	1,5	1,2	1,2	6,6	3,9	4,2	1,7	1,2
10—13	0,4	0,2	1,0	3,3	2,1	2,1	0,6	0,4
14—17	0,2			0,2	0,4			
Декабрь								
Срок наблюдения 2 ч								
0—1	0,2	1,2	1,4	1,2	3,7	4,3	1,8	2,3
2—5	2,2	3,6	2,8	9,2	9,9	11,3	4,9	4,9
6—9	1,2	1,2	1,4	5,1	2,8	4,8	1,6	1,2
10—13	0,8	0,8	0,2	3,7	3,9	2,5	2,1	0,4
14—17			0,2	0,6		0,2	0,6	
18—20								
21—24				0,2				
Срок наблюдения 8 ч								
0—1	2,2	1,2	1,2	1,0	3,3	2,9	1,2	1,6
2—5	3,3	3,1	4,7	10,1	13,8	10,5	6,3	3,7
6—9	0,6	0,8	1,2	4,1	3,0	2,7	2,0	1,0
10—13	1,0	0,4	0,2	3,1	4,7	2,0	1,0	0,6
14—17			0,4	0,2		0,2	0,6	
18—20					0,2			
Срок наблюдения 14 ч								
0—1	1,2	0,8	0,4	2,0	3,0	1,8	0,2	1,6
2—5	2,0	2,8	6,3	10,9	11,9	11,9	7,1	2,8
6—9	0,4	1,8	2,0	4,7	5,9	4,5	2,4	2,4
10—13	0,2	0,2	0,4	2,2	2,0	1,6	1,6	0,2
14—17				0,4	0,2	0,2		
Срок наблюдения 20 ч								
0—1	2,2	1,4	2,6	1,2	3,5	3,2	0,6	1,6
2—5	3,5	3,2	3,7	10,0	12,6	9,4	5,5	3,2
6—9	0,6	1,0	1,2	5,5	5,5	3,2	2,4	1,4
10—13	1,0	0,4	0,4	2,6	3,2	2,2	0,6	
14—17			0,4	0,4	0,2		0,4	

Приложение 4

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

Месяц	Время, ч	Скорость ветра, м/с						
		0—1	2—5	6—9	10—13	14—17	18—20	21—24
I	2	18,8	52,5	17,2	9,7	1,5	0,3	
	8	17,8	50,5	19,0	11,2	1,2	0,3	
	14	14,6	51,3	23,9	8,5	1,7		
	20	13,6	55,3	21,6	7,8	1,4	0,3	
II	2	22,8	49,2	17,2	9,3	1,5		
	8	21,5	50,1	17,9	9,3	0,7	0,5	
	14	14,2	51,7	26,3	6,7	0,9	0,2	
	20	18,1	53,5	19,6	6,9	1,7	0,2	
III	2	26,5	48,6	15,9	7,8	1,2		
	8	23,8	53,8	16,3	5,1	1,0		
	14	13,1	51,4	25,3	8,0	2,0	0,2	
	20	20,4	54,7	16,1	6,8	2,0		
IV	2	30,2	53,3	12,3	3,8	0,2	0,2	
	8	22,1	56,5	18,4	2,8	0,2		
	14	7,7	45,6	36,2	9,5	0,8	0,2	
	20	20,0	61,9	12,3	5,3	0,3	0,2	
V	2	37,9	51,4	7,6	3,1			
	8	23,6	56,7	16,1	3,4		0,2	
	14	9,2	52,8	27,3	10,2	0,3	0,2	
	20	22,8	62,1	9,3	5,3	0,5		
VI	2	42,4	49,1	6,5	1,6	0,4		
	8	23,0	61,9	12,6	2,1	0,4		
	14	6,3	57,2	28,6	6,8	1,1		
	20	17,5	67,4	10,9	3,8	0,2	0,2	
VII	2	44,5	50,1	4,8	0,3	0,3		
	8	25,3	63,3	10,7	0,5	0,2		
	14	8,5	57,2	29,5	4,6	0,2		
	20	23,6	68,3	6,1	2,0			
VIII	2	45,8	46,4	6,3	1,2	0,3		
	8	30,6	57,7	9,8	1,9			
	14	8,7	59,1	27,7	4,2	0,3		
	20	23,4	68,8	6,3	1,5			
IX	2	38,6	49,6	8,2	3,2	0,4		
	8	29,1	55,8	13,0	2,1			
	14	9,1	55,4	28,8	5,4	1,1	0,2	
	20	30,5	57,9	9,0	2,4	0,2		
X	2	28,4	49,9	14,6	6,6	0,5		
	8	21,9	55,5	17,0	5,6			
	14	7,5	52,6	31,6	8,3			
	20	21,7	56,9	15,0	5,9	0,3	0,2	
XI	2	15,3	49,6	21,6	12,6	0,9		
	8	14,4	52,1	20,7	12,8			
	14	9,1	50,7	29,0	11,2			
	20	12,6	52,3	23,9	10,5	0,7		
XII	2	15,9	50,8	18,7	13,0	1,4		0,2
	8	15,0	54,2	16,6	12,4	1,6	0,2	
	14	12,2	53,7	24,7	8,1	1,1	0,2	
	20	16,4	50,4	21,9	9,9	1,4		

Приложение 5

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

Облач- ность, баллы	Высота солнца, град										
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Ясно, солнце											
0—1	4	9	15	23	31	39	48	58	67	79	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
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

Облач- ность, баллы	Высота солнца, град.										
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55

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

Высоко-слоистые 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 6

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

Облачность, баллы	Высота солнца, град							
	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

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 7

Повторяемость (%) ясного (0—2 балла), полуюсного (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	2	73
	8	13	5	82	18	4	78
	14	13	10	77	23	7	70
	20	19	6	75	26	4	70
II	2	20	3	77	27	2	71
	8	12	6	82	19	5	76
	14	14	10	76	32	6	62
	20	23	4	73	31	3	66
III	2	36	6	58	44	2	54
	8	20	9	71	34	5	61
	14	23	15	62	42	10	48
	20	27	14	59	44	6	50
IV	2	41	12	47	53	6	41
	8	25	14	61	45	10	45
	14	16	24	60	33	24	43
	20	21	24	55	42	20	38
V	2	45	19	36	57	13	30
	8	29	22	49	52	13	35
	14	10	35	55	22	41	37
	20	22	30	48	42	28	30
VI	2	40	26	34	53	20	27
	8	34	25	41	58	14	28
	14	10	40	50	20	48	32
	20	22	34	44	45	31	24
VII	2	39	26	35	55	17	28
	8	28	24	48	53	16	31
	14	9	39	52	19	48	33
	20	18	36	46	45	31	24
VIII	2	48	17	35	60	10	30
	8	24	19	57	44	15	41
	14	9	35	56	20	44	36
	20	19	36	45	43	31	26
IX	2	41	14	45	54	7	39
	8	18	16	66	36	10	54
	14	12	24	64	26	29	45
	20	27	25	48	44	20	36
X	2	24	8	68	32	5	63
	8	9	12	79	20	8	72
	14	8	17	75	19	18	63
	20	25	11	64	33	8	59
XI	2	17	3	80	21	2	77
	8	9	7	84	14	5	81
	14	6	11	83	17	6	77
	20	13	6	81	18	5	77
XII	2	13	5	82	17	2	81
	8	9	5	86	11	4	85
	14	8	8	84	15	6	79
	20	15	4	81	19	2	79

Приложение 8

Повторяемость (%) основных форм облаков по сезонам и за год в различные часы суток

Форма облаков	Время, ч	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Перистые	2	6	12	18	7	11
	8	14	28	31	27	25
	14	28	27	29	27	28
	20	9	31	42	15	24
Перисто-кучевые	2	1		0,1	0,1	0,3
	8	0,3	1	1	0,3	1
	14	0,3	1	1	1	1
	20		0,5	0,1	0,1	0,2
Перисто-слоистые	2	2	1	0,4	1	1
	8	2	2	1	1	1
	14	1	3	2	3	2
	20	2	2	1	1	1
Высоко-кучевые	2	11	9	15	13	12
	8	18	29	42	29	29
	14	24	18	26	29	24
	20	13	19	30	18	20
Высоко-слоистые	2	8	4	2	1	4
	8	8	6	7	5	7
	14	13	7	7	9	9
	20	7	8	9	5	7
Кучевые	2	0,1		0,1	0,1	0,1
	8		2	5	0,5	2
	14	2	34	64	24	31
	20		3	8	0,3	3
Кучево-дождевые	2	0,1	2	7	1	3
	8	0,1	3	6	1	2
	14	0,8	10	20	8	10
	20		11	24	4	10
Слоисто-кучевые	2	29	35	46	41	38
	8	30	34	35	45	36
	14	29	25	23	39	29
	20	29	46	56	50	45
Слоисто-дождевые	2	22	11	7	15	14
	8	23	13	8	18	16
	14	24	9	5	14	13
	20	22	10	4	15	13
Слоистые	2	26	5	1	12	11
	8	31	6	5	16	15
	14	25	5	0,5	12	10
	20	25	3	0,3	10	10
Разорванно-дождевые	2	9	8	8	14	10
	8	10	13	15	23	15
	14	11	11	10	18	13
	20	10	11	8	16	11
Неба не видно из-за тумана или метели	2	6	2	1	5	4
	8	8	7	4	11	7
	14	6	2		3	3
	20	6	2		2	2

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ВВЕДЕНИЕ	4
1.1. Природные условия Витебска и его окрестностей	5
1.2. История метеорологических наблюдений и изученность климата	6
1.3. Общая характеристика климата	8
1.4. Гидрологическая характеристика р. Западной Двины у Витебска	11
2. АТМОСФЕРНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ И ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА	14
2.1. Особенности атмосферной циркуляции	—
2.2. Давление воздуха	22
2.3. Ветер	23
3. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ	32
3.1. Астрономические факторы	—
3.2. Продолжительность солнечного сияния	36
3.3. Солнечная радиация и радиационный баланс	38
3.4. Естественная освещенность	44
4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ	46
4.1. Температура воздуха	—
4.2. Температура почвы	60
5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ	67
5.1. Влажность воздуха	—
5.2. Атмосферные осадки	72
5.3. Снежный покров	79
6. ОБЛАЧНОСТЬ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ	84
6.1. Облачность	—
6.2. Атмосферные явления	89
6.2.1. Туманы	—
6.2.2. Гололедно-изморозевые явления	90
6.2.3. Метели	94
6.2.4. Грозы	96
6.2.5. Град	98
7. АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ	100
7.1. Температура	—
7.2. Атмосферные осадки	104
8. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ ГОДА	110
9. ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОГО КЛИМАТА	118
10. КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПОКАЗАТЕЛИ БИОКЛИМАТА	121

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	126
-----------------------------	-----

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Период наблюдений, использованный в таблицах . .	127
2. Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра	128
3. Повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра в различные часы суток	130
4. Повторяемость (%) скорости ветра по градациям в различные часы суток	137
5. Освещенность (клк) горизонтальной поверхности без снежного покрова для различных высот солнца и различной облачности	138
6. Освещенность (клк) горизонтальной поверхности при снежном покрове для различных высот солнца и различной облачности	139
7. Повторяемость (%) ясного (0—2 балла), полuyясного (3—7 баллов) и пасмурного (8—10 баллов) состояния неба в различные часы суток	140
8. Повторяемость (%) основных форм облаков в различные часы суток	141

КЛИМАТ ВИТЕБСКА

Редактор Л. А. Севастьянова. Технический редактор Л. М. Шишкова.
Корректор Л. И. Хромова

ИБ № 1201

Сдано в набор 27.11.80. Подписано в печать 15.05.81. М-16706. Формат 60×90¹/₁₆, бумага тип. № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Печ. л. 9,0. Кр.-отт. 9,25. Уч.-изд. л. 10,64. Тираж 510 экз. Индекс МЛ-164. Заказ № 569. Цена 70 коп. Заказное.

Гидрометеониздат, 199053. Ленинград. 2-я линия, 23.

Типография им. Котлякова издательства «Финансы и статистика» Государственного комитета СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли.
191023. Ленинград, Д-23, Садовая, 21.