

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ  
УПРАВЛЕНИЕ  
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

# КЛИМАТ Сортавалы

*Петроградский*

Под редакцией  
д-ра геогр. наук Ц. А. ШВЕР  
и Л. С. РАКОВОЙ

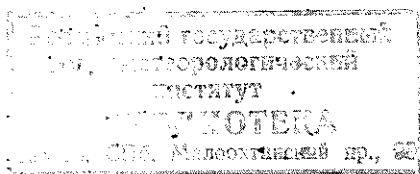


Ленинград Гидрометеониздат  
1988

В книге представлены подробные сведения о климатических условиях Сортавалы применительно к курортной местности и запросам народнохозяйственных организаций. В качестве климатообразующих факторов рассмотрены радиационный режим и циркуляция атмосферы. Дается подробная характеристика термического режима, режима увлажнения, климатических сезонов. Проведен анализ атмосферных явлений и режима облачности. Впервые обобщены данные многолетних наблюдений за видимостью. Представлены комплексные характеристики климата, а также мезо- и микроклиматические особенности города и окрестностей. Особое внимание уделено биоклиматической характеристике Сортавалы.

Книга рассчитана на специалистов метеорологов, климатологов, медиков, географов, строителей, работников транспорта, градостроителей, а также на широкий круг читателей.

361043



К 1805040500-129  
069(02)-88 13-87(2)

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Сортавала — второй по значению город Карельской АССР. Он расположен в юго-западной части Карелии на северном берегу Ладожского озера.

Мягкий прохладный климат, красивый ландшафт, хвойная растительность дают возможность с полным правом считать район, в котором находится город, одной из лучших зон отдыха и лучшей курортной зоной Карелии.

Учет климатических особенностей города-курорта необходим при планировании промышленного, гражданского и жилищного строительства, при организации и проведении санаторно-курортного лечения, ибо климатотерапия является основным методом лечения на климатических курортах.

В предлагаемой книге систематизирован и обобщен весь материал метеорологических наблюдений в Сортавале. Подробно рассмотрены основные метеорологические величины, а также специальные комплексные показатели. Даны характеристики климатических сезонов, радиационного режима, циркуляционных факторов. Большое внимание уделено биоклиматической характеристике.

Климатическое описание подготовлено с учетом методических рекомендаций Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова (ГГО) в группе климата отдела метеорологии Карельского республиканского центра по гидрометеорологии под руководством Л. С. Раковой. Описание выполнено Г. С. Беляниновой (разд. 3.2, 3.3, гл. 2, 5, 6 и 9) и Л. С. Раковой (разд. 1.1, 1.2, гл. 4, 7, 8 и 10). В работе участвовали В. Н. Солонской (разд. 3.1) и Г. Н. Устинов (разд. 1.3). Табличный материал подготовлен В. О. Подволокиной, В. П. Трофимовой и З. К. Чураковой, рисунки — Г. С. Беляниновой.

Редактирование осуществлено Л. С. Раковой.

Научно-методическое рецензирование проведено в отделе прикладной климатологии ГГО д-ром геогр. наук Ц. А. Швер, канд. геогр. наук В. Н. Карпенко, Г. И. Прилипко.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Климатом географического района принято считать характерный для него многолетний режим условий погоды, обусловленный солнечной радиацией, характером подстилающей поверхности и связанной с ними циркуляцией атмосферы.

Основные характеристики метеорологических величин, приведенные в книге, — это средние значения (нормы), 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 единиц. Например, среднее число дней с градом в сентябре равно 0,1. Это означает, что град в сентябре в среднем бывает один раз в 10 лет.

Представление о значениях, которые принимает метеорологическая величина, можно получить из таблицы ее повторяемости. Под повторяемостью понимается отношение (в процентах) фактического числа случаев (дней, сроков) с данным значением величины к общему числу случаев за весь период наблюдений.

Различают средние и абсолютные экстремумы. Средний максимум (минимум) — среднее арифметическое из суточных максимумов (минимумов). Абсолютный максимум (минимум) — это наибольшее (наименьшее) значение данной величины за весь период наблюдений или за конкретный месяц, сезон, год.

Для получения характеристик метеорологических величин использованы в основном ряды наблюдений с 1941, 1945 по 1980 г. Экстремальные значения температуры воздуха и почвы выбирались за весь период наблюдений. В книге также использованы частично данные из «Справочника по климату СССР» [31].

Наблюдения на метеостанции Сортавала до 1936 г. проводились в сроки 7, 14, 21 ч, с 1936 по 1966 г. — в сроки 1, 7, 13, 19 ч по среднему солнечному времени. Соответственно это время применялось в «Справочниках по климату СССР», изданных в 60-х годах, и во многих других публикациях по климату. С 1966 г. наблюдения ведутся в сроки 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 ч по московскому декретному времени (оно на 57 мин больше, чем среднее солнечное время в Сортавале).

### 1.1. Краткая история развития метеорологических наблюдений

Первые метеорологические наблюдения в Сортавале относятся к 1881 г. В ноябре 1886 г. наблюдения были прерваны и вновь возобновлены только в январе 1889 г. В ноябре 1892 г. метеостан-

ция Сортавала была перенесена на ферму Сакио, расположенную недалеко от города. В июле 1893 г. станция была перенесена в здание телеграфа, а в августе 1908 г. — в дом художника Партаиена, причем метеорологические наблюдения проводила дочь художника. С 30 мая 1916 г. метеостанция располагалась в доме Ронхинен, а с 30 сентября 1929 г. по 1937 г. — в здании семинарии.

С 1937 по 1941 г. метеорологические наблюдения в г. Сортавале не производились.

В 1941 г. метеорологическая станция Сортавала была вновь организована Ленинградским УГМС. Она располагалась на ровной площадке у подножия двух холмов, покрытых лесом, в 80—100 м от них. В 25—30 м к западу и юго-западу находились каменные возвышенности, за которыми начинался спуск к озеру Хюмпелянъярви.

С июля 1941 г. по декабрь 1944 г. станция не работала. В декабре 1944 г. она была восстановлена на новом месте — на юго-западной окраине г. Сортавалы. Метеоплощадка со всех сторон была окружена холмами и постройками города. Ближайшие холмы располагались в 160—200 м к северо-востоку и юго-востоку, ближайшие постройки — в 50—200 м.

В ноябре 1948 г. станция была перенесена на 3 км к северо-востоку, на северо-восточную окраину города. Наружные приборы были установлены на ровном месте, окруженном огородами, в 700—800 м к западо-юго-западу от залива Ладожского озера. В 350—500 м к юго-юго-западу находился лес, в 250—1500 м — ближайшие холмы.

Метеоплощадка была вновь перенесена 24 октября 1951 г. на 380 м к востоко-юго-востоку, а 23 декабря 1957 г. — на 80 м к западо-северо-западу, где и находится в настоящее время. Существенных изменений в окружении станции не произошло. Ближайшие деревянные одноэтажные постройки находятся в 50—100 м к западу и юго-западу.

В 1956 г. на станции приступили к радиолокационным аэрологическим наблюдениям; актинометрические наблюдения здесь проводились в период с 1955 по 1963 г.

Данные первых наблюдений метеостанции Сортавала (Сердоболь) за периоды 1881—1886, 1889—1937 гг. опубликованы в финских летописях, а материалы наблюдений с 1941 г. — в климатологических справочниках, вып. 2 и 3а. В 1965—1968 гг. был издан в пяти частях «Справочник по климату СССР», вып. 3, в котором приведены многолетние данные наблюдений метеостанции Сортавала.

## 1.2. Физико-географические условия города и его окрестностей

Сортавала и его окрестности расположены в юго-западной части Карельской АССР, на побережье северной части Ладожского озера, изобилующего шхерами, фиордами. Красота шхер северной Ла-

доги может поспорить, пожалуй, лишь с признанной красотой о. Валаам.

Рельеф, сформировавшийся в результате воздействия ледников и ледниковых вод, среднехолмистый. Абсолютная высота местности над уровнем моря 60—90 м.

В форме рельефа преобладают гряды и разделяющие их долинообразные понижения, местами заболоченные. Более сухие места заняты еловыми и сосново-березово-сероольховыми лесами, более влажные — заболоченными березняками, прирусловые части ложбин — зарослями серой ольхи. Склоны возвышенностей очень крутые (до 45—80°), покрыты преимущественно хвойным лесом, а вершины довольно плоские.

Город расположен амфитеатром на берегу озера. Он стоит на цельной каменной скале, и многие его улицы вымощены гранитом самой природой. Береговая линия чрезвычайно извилистая.

Пересеченный рельеф, лесистые берега, протоки, острова делают эти места особенно живописными. Красота и своеобразие окрестностей города, обилие зелени уже давно привлекают сюда сотни отдыхающих. В настоящее время в окрестностях города работает несколько домов отдыха, турбаз, санаториев для взрослых и детей, больных туберкулезом и ревматизмом.

Начало городу положил Сердобольско-Никольский погост, время возникновения которого точно не установлено. По имеющимся сведениям возникновение этого погоста относят к XII—XIII вв. Центр его располагался на о. Риеккалансаари. В 1500 г. была составлена «Переписная окладная книга Водской пятины», в которой собраны данные и о Сердобольско-Никольском погосте, в то время самом крупном в уезде. Карельский уезд, куда входила и территория нынешней Сортавалы, неоднократно подвергался нападениям и разорению и переходил из рук в руки. Лишь в 1721 г. в результате победы России в Северной войне Сортавала снова отошла к России.

Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона относит основание города Сортавала к 1617 г., в финских же источниках называется более поздняя дата (1632—1646 гг.).

В XVII—XIX вв. город, как известно, имел три названия: русское — Сердоболь, шведское — Сордавала, финское — Сортавала. Русское название — Сердоболь — город носил вплоть до 1918 г.

С 1917 по 1939 г. город находился на территории Финляндии. В числе территорий, отошедших в 1939 г. по мирному договору от Финляндии к СССР, был и г. Сортавала.

Впервые статус города Сортавала получил в 1783 г. в связи с проведенной в России реорганизацией административного устройства и управления, вторично — в 1940 г.

В настоящее время Сортавала — один из живописнейших городов нашей страны, важнейший промышленный и культурный центр Карелии.

В городе много зеленых скверов и парков. На месте деревян-

ных построек выросли многоэтажные благоустроенные дома и новые микрорайоны.

Уличная сеть представляет собой прямоугольную систему. Улицы города проходят по неровной холмистой местности, спускающейся к озеру то круто, то полого.

Озеро, скалы, лес, органически включенные в городской ландшафт, придают Сортавале неповторимый индивидуальный облик.

Территория Сортавалы относится к зоне тайги, т. е. коренными породами являются сосна, ель, береза, рябина. Есть на сортавальской земле и уникальные насаждения. Более 60 видов деревьев и кустарников насчитывает имеющийся в городе древесно-цветочный питомник. Но особенно гордятся сортавальцы коллекцией дендропарка санатория «Сортавальский», включающей до 80 видов растений. Возраст большинства деревьев 70—80 лет. В дендропарке произрастают оригинальная нитевидная туя, дугласия сизая, пихта бальзамическая, ель голубая, американская лиственница, корейский кедр и другие породы. Сам город радуется обилием зелени. На одного жителя приходится 28,2 м<sup>2</sup> зеленых насаждений. На многих улицах города посажены серебристые ивы. Вдоль залива тянется живописный бульвар из кленов и дубов. Хорошо украшают улицы Садовую и Антикайнена березовые аллеи, улицу Маяковского — зеленые кроны лип, улицу Советскую — громадные тополя.

Пригороды Сортавалы и весь Сортавальский район благоприятны для развития сельскохозяйственного производства (полеводства, овощеводства, животноводства). Широкие возможности создаются для садоводства, особенно по возделыванию ягодных кустарников: смородины, малины, крыжовника и др. В окрестностях города имеются фруктовые сады — яблоневые и вишневые.

Почвы в районе Сортавалы торфяно-болотные, местами тяжелый суглинок и глина.

### 1.3. Гидрологическая характеристика Ладожского озера и рек у г. Сортавалы

Город Сортавала со всех сторон окружен водой — шхерами, проливами, заливами и озерами. С южной стороны его омывает оз. Ляппяярви, которое проливом Маркатсимансалми соединяется с Ладожским озером, с западной — Хюмпеланъярви и Кармаланъярви, находящиеся в бассейне р. Китен-йоки. Озеро Кармаланъярви соединяется с расположенными в пределах города оз. Айранне и затем оз. Ляппяярви. Последнее проливами Ворсунсалми и Уйтосалми соединено с заливами Сойккасанлахти и Хинденселька, которые омывают город с восточной стороны. Все окружающие озера находятся в подпоре от уровня Ладожского озера. Севернее города находится оз. Хелмиярви, где в 1910 г. был построен первый городской водозабор.

Изучение Ладожского озера у Сортавалы начато в 1895 г., когда в центре города был открыт гидрологический пост. Гораздо пол-

нее освещает уреченный режим северной Ладоги существующий гидрологический пост на о. Валаам. Он имеет непрерывный ряд наблюдений с 1859 г. по настоящее время. По данным этого поста средний годовой уровень воды Ладожского озера за многолетний период (1895—1980 гг.) равен 480 см. Наивысший средний месячный уровень воды (664 см) наблюдался в июне 1924 г., наинизший (352 см) — в декабре 1939 г. Наивысший средний суточный уровень воды равен 683 см (1924 г.), наинизший — 331 см (1939 г.). Амплитуда колебания средних месячных уровней воды равна 312 см, срочных — 352 см. В годы с высоким уровнем стояния воды наблюдается подтапливание мелиоративных канав сельскохозяйственной, лесной и мелиоративной сети. К годам, когда средние годовые уровни воды были выше 525 см, относятся периоды 1864—1868, 1879—1881, 1903—1906, 1924—1925 гг., отдельные годы 1900, 1929, 1955, 1958, 1963 гг. К маловодным годам (уровни ниже 435 см) относятся 1937—1942, 1948—49, 1915, 1921, 1952, 1959, 1961, 1965, 1972—1974, 1980 гг. Многоводные и маловодные периоды продолжаются два—четыре года, а маловодный (1937—1942 гг.) — шесть лет.

Маловодные годы влияют на водоснабжение населенных пунктов, на судоходство на отдельных участках озера и т. д.

Уреченный режим Ладожского озера находится в непосредственной зависимости от уреченного режима крупнейших озер, их бассейнов (Сайми, Онеги, Ильмени и стока в Ладогу) и наиболее крупных притоков (реки Вуокса, Свирь, Волхов, отчасти Сяпса). Сток только этих рек составляет от 65 % (в фазу весеннего половодья) до 95 % (в маловодные сезоны года) общего притока воды Ладоги в эти сезоны, а их суммарная водосборная площадь равна 74 % общего бассейна озера.

Колебания уровня Ладожского озера в течение года характеризуются двумя фазами. Наивысший уровень воды наблюдается в середине июня, наинизший — в декабре. Повышение уровня воды начинается с января в результате резкого уменьшения стока р. Невы из-за ледовых образований. В среднем за зиму уровень воды Ладожского озера поднимается на 10 см.

Годовой термический и ледовый режим Ладоги у г. Сортавалы подразделен на пять периодов. За их границу приняты средние многолетние даты перехода температур воды через 0,2 и 4,0 °С (весной и осенью), дата вскрытия водоема и дата наибольшей температуры воды.

Весеннее нагревание начинается в среднем 26 апреля. За начало периода взята средняя многолетняя подвижка льда водоема. Ранняя подвижка льда наблюдалась 7 апреля 1903 г., поздняя — 11 мая 1907 и 1923 гг. За конец его принят момент нагрева воды до 4 °С. В среднем он падает на 9 мая. Наиболее ранняя дата прогрева воды до 4 °С наблюдалась 2 мая 1944 г., наиболее поздняя — 21 мая 1955 г.

После очищения водоема ото льда начинается интенсивное нагревание воды и внутри водоема возникает устойчивая темпера-



турная стратификация. За конец периода летнего нагревания принята дата наибольшей температуры воды за год. Эта температура (23,9 °С) отмечается в среднем 9 июля.

Осеннее охлаждение начинается после прохождения летнего максимума температуры воды и заканчивается переходом температуры воды через 4 °С. Раннее охлаждение водоема было 1 октября 1920 г., позднее — 5 декабря 1950 г. В конце сентября обычно наблюдается средняя дата перехода температуры воды через 10 °С (30 сентября). Предледоставный период начинается при понижении температуры воды ниже 4 °С. В конце этого периода на водоеме устанавливается ледостав. Средняя дата формирования ледяного покрова 5 декабря. Раннее замерзание наблюдалось 8 ноября, позднее — 28 января. Продолжительность ледовых явлений около 30 дней, а ледостава — 178 дней. Наибольшая продолжительность ледового периода равна 221 дню (1950 г.), наименьшая — 143 дням (1902 г.).

Средняя многолетняя толщина льда (57 см) наблюдается в середине марта. В этот же период в 1956 г. отмечена наибольшая толщина (76 см). Наименьшая толщина льда равна 38 см (конец февраля 1951, 1961 гг.).

Город Сортавала расположен в устьевых участках р. Тохмайоки и ее притока Китен-йоки. Обе реки имеют истоки на территории Финляндии, но по территории СССР проходит основная часть русла ( $\frac{4}{5}$  их длины). По характеру водного режима эти реки относятся к восточно-европейскому типу, отличающемуся сравнительно высоким весенним половодьем, низкой летней и зимней меженью и увеличением стока в осенний период, т. е. относятся к типу рек со смешанным питанием (снеговое 40—50 %, дождевое 30 %).

## 2. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ

Характеристика радиационного режима дает общее представление о закономерностях пространственного и временного распределения солнечной радиации и радиационного баланса в Сортавале.

Количество тепла, получаемого от солнца, определяется прежде всего продолжительностью дня и высотой солнца над горизон-

Таблица 1

Среднее солнечное время восхода и захода солнца (ч мин), продолжительность дня (ч мин) и высота солнца (...°) на 15-е число каждого месяца

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI
Восход . . . . .	9 04	7 47	6 19	4 39	3 11	2 14
Заход . . . . .	15 14	16 41	17 59	19 21	20 41	21 46
Продолжительность дня . . .	6 10	8 54	11 40	14 42	17 30	19 32
Высота солнца . . . . .	6,9	15,1	25,8	37,6	46,7	51,1
Характеристика	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Восход . . . . .	2 44	4 03	5 24	6 42	8 07	9 15
Заход . . . . .	21 28	20 07	18 26	16 50	15 21	14 35
Продолжительность дня . . .	18 44	16 04	13 02	10 08	7 14	5 20
Высота солнца . . . . .	49,6	42,2	30,9	19,3	9,4	4,9

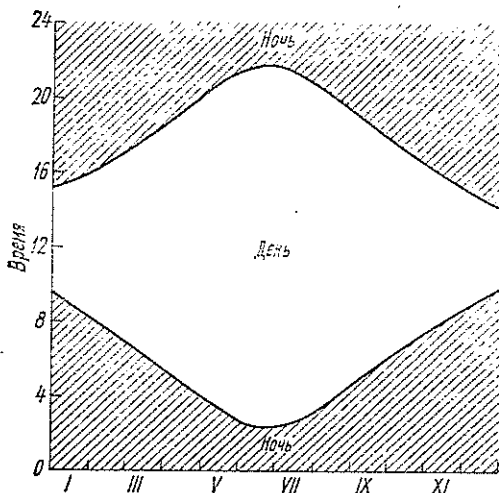


Рис. 1. Продолжительность дня и ночи.

том. В табл. 1 приведено время восхода и захода солнца, продолжительность дня и высота солнца над горизонтом в г. Сортавале. По времени восхода и захода солнца на 15-е число каждого месяца вычислена продолжительность дня. Наибольшая продолжительность дня в Сортавале составляет 19 ч 36 мин, она наблюдается в период с 19 по 23 июня. Наименьшая продолжительность

Таблица 2  
Продолжительность  $\tau$  (ч) солнечного сияния  
и число дней  $n$  без солнца

Сезон	$\bar{\tau}$	$\frac{\tau_{\text{расч}}}{\tau_{\text{возм}}}$ %	$n$
Зима . . . . .	265	26	66
Весна . . . . .	456	49	7
Лето . . . . .	802	52	5
Осень . . . . .	206	23	41

дня равна 5 ч 16 мин (17—24 декабря). Годовой ход высоты солнца ярко выражен. Так, в середине июня в полдень высота солнца составляет  $51,1^\circ$ , а в декабре она равна  $4,9^\circ$ , т. е. солнце в это время практически очень невысоко поднимается над горизонтом и на короткое время (рис. 1).

Продолжительность солнечного сияния в первую очередь зависит от продолжительности дня и облачности, которая обуславливается атмосферной циркуляцией. В Сортавале наблюдается наибольшая в Карелии продолжительность солнечного сияния, равная продолжительности солнечного сияния на Черноморском побережье Кавказа (район Сочи). В Сортавале солнце в течение года светит в среднем 1729 ч, в Лоухах чуть меньше — 1566 ч. (Для сравнения продолжительность солнечного сияния в районе Сочи составляет 1700—2000 ч.) В городе возможно уменьшение продолжительности солнечного сияния из-за затенения территории высокими зданиями, а также из-за большого количества пыли и дыма в атмосфере. Главной же причиной уменьшения числа солнечных дней является облачность. В зависимости от ее количества меняется продолжительность солнечного сияния. Продолжительность солнечного сияния в Сортавале и число дней без солнца по сезонам представлены в табл. 2.

Зимой и осенью количество часов солнечного сияния в Сортавале минимальное, что объясняется значительной облачностью в эти сезоны, а также небольшой продолжительностью дня. За зимний период продолжительность солнечного сияния составляет в среднем 265 ч (26 % теоретически возможной продолжительности при ясном небе). В годовом ходе минимум продолжительности солнечного сияния падает на декабрь (15 ч). В отдельные годы

в осенне-зимний период иногда из-за сплошной облачности солнце в течение месяца вообще не показывается. Например, в декабре 1954 г. наблюдалось 30 дней без солнца. На каждый зимний месяц приходится в среднем по 16,5 дней без солнца.

Весной продолжительность солнечного сияния в Сортавале резко возрастает в связи с увеличением продолжительности дня

Таблица 3

Повторяемость (% от общего числа случаев) непрерывной продолжительности солнечного сияния по градациям

Сезон	Непрерывная продолжительность, ч							
	<2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12	12—14	>14
Зима . . . . .	0,8	51	25	11	8	4		
Весна . . . . .	1	22	16	12	12	13	14	10
Лето . . . . .	1	31	19	13	9	9	7	11
Осень . . . . .	0,3	37	34	18	7	3	0,3	

и уменьшением облачности. В мае она составляет 260 ч, т. е. солнце светит в среднем по 8,4 ч в день. Весной солнце чаще всего светит непрерывно по 2—4 ч (22 % всех случаев), но бывают дни, когда солнечное сияние наблюдается непрерывно по 12—14 ч (14 % всех случаев) и более 14 ч (10 % всех случаев).

Максимальная продолжительность солнечного сияния наблюдается летом, в среднем 802 ч, что составляет 52 % теоретически возможной продолжительности при ясном небе. В июне, июле отмечается по одному дню без солнца, а в 1963 г. за три месяца (май—июль) дней без солнца не было совсем. В июне солнце светит 304 ч (годовой максимум) и наблюдается самый длинный день. Его продолжительность (от восхода до захода солнца) равна 19,0—19,5 ч. Летом чаще всего солнце светит непрерывно по 2—4 ч (31 % всех случаев) и в 11 % случаев — более 14 ч в день (табл. 3).

Осенью число часов солнечного сияния резко уменьшается — составляет в среднем 206 ч, что связано с увеличением облачности. Отношение продолжительности солнечного сияния к теоретически возможной продолжительности осенью составляет 23 %. Среднее число дней без солнца осенью равно 20, из них на сентябрь приходится всего 5 дней. По многолетним данным сентябрь в Сортавале довольно солнечный. По числу солнечных дней его можно сравнить с апрелем (рис. 2). В ноябре число солнечных дней равно 9. От сентября к ноябрю увеличивается в четыре раза число дней, когда солнце совсем не появляется из-за сплошной облачности, уменьшается продолжительность солнечного сияния (от 127 до 25 ч) в связи с уменьшением продолжительности дня.

Лучистая энергия солнца доходит до земли в виде прямой

и рассеянной радиации, которые в сумме дают суммарную радиацию. Она поглощается земной поверхностью, но превращается в тепло неполностью. Часть ее теряется в виде отраженной радиации. Прямая и рассеянная, отраженная и поглощенная радиация относится к коротковолновой части спектра. Наряду с коротковолновой радиацией к земной поверхности поступает длинно-

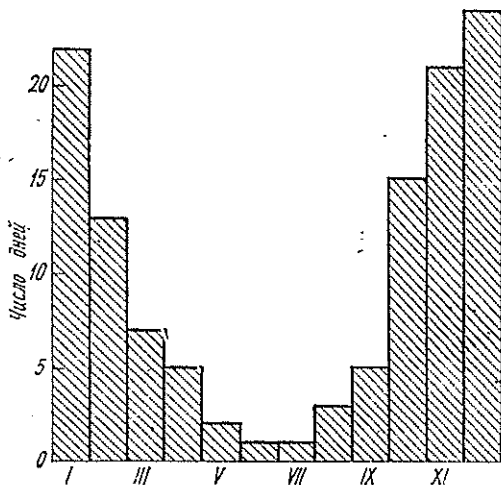


Рис. 2. Среднее число дней без солнца.

волновое излучение атмосферы (встречное излучение). В свою очередь земная поверхность излучает длинноволновую радиацию (собственное излучение). Разность между собственным излучением земной поверхности и излучением атмосферы называется эффективным излучением.

Деятельная поверхность в любой момент подвергается воздействию различных видов радиации. Радиация, поступающая на горизонтальную поверхность, состоит из прямой, рассеянной радиации и излучения атмосферы. Расход складывается из отраженной радиации и излучения деятельной поверхности. Количество отраженной радиации зависит от свойств деятельной поверхности (цвета, увлажненности, структуры и т. п.). Величина, характеризующая отражательную способность поверхности (альбедо поверхности), определяется отношением отраженной от поверхности радиации к поступающей на данную поверхность суммарной радиации и выражается в процентах.

Разность между приходящей и уходящей радиацией называется радиационным балансом земной поверхности. В зависимости от соотношения приходно-расходных составляющих радиационный баланс бывает положительным и отрицательным.

Солнечная радиация относится к коротковолновой части спектра, включая длины волн от 0,17 до 4,0 мкм. Около 53 % радиа-

ции приходится на видимую часть спектра с длиной волн 0,40—0,76 мкм, 42 % — на инфракрасную с длиной волн 0,76—4,0 мкм, 5 % — на ультрафиолетовую с длиной волн менее 0,40 мкм. Тепловое излучение земли, облаков, атмосферы и других тел является длинноволновым и заключается между длинами волн 4,0—40,0 мкм.

Солнечная радиация с длинами волн 0,38—0,71 мкм является

Таблица 4

Средние месячные и годовые суммы солнечной радиации (МДж/м<sup>2</sup>)

Месяц	$S'$	$D$	$Q$	$B$	$A$ %
I	4,2	21,0	25,2	-29,3	72
II	21,0	54,5	75,5	-21,0	75
III	129,9	142,5	272,4	0,0	71
IV	192,7	192,7	385,4	138,3	48
V	268,2	259,8	528,0	305,9	19
VI	343,6	268,2	611,8	343,6	22
VII	305,9	289,1	595,0	326,8	22
VIII	171,8	217,9	389,7	201,1	21
IX	79,6	146,6	226,2	104,8	22
X	25,1	50,3	75,4	8,4	22
XI	4,2	25,1	29,3	-29,3	41
XII	0,0	8,4	8,4	-41,9	62
Год	1546	1676	3222	1307	31

Примечание. Здесь и далее  $S'$  — прямая радиация на горизонтальную поверхность,  $D$  — рассеянная радиация,  $Q$  — суммарная радиация,  $B$  — радиационный баланс,  $A$  — альbedo.

источником процессов фотосинтеза в растениях. Эту часть радиации принято называть фотосинтетически активной радиацией (ФАР). Средняя годовая сумма ФАР равна 1630 МДж/м<sup>2</sup>, за вегетационный период (с середины мая по сентябрь) сумма ФАР составляет 1039 МДж/м<sup>2</sup>.

Для характеристики радиационного режима использованы данные актинометрических наблюдений метеорологической станции Сортавала (1952—1963 гг.) Средний годовой приход прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность составляет 1546 МДж/м<sup>2</sup>, рассеянной — 1676 МДж/м<sup>2</sup> (табл. 4). Облачность поступление прямой радиации уменьшает более чем в два раза, в то же время поступление рассеянной радиации почти в два раза увеличивает. В результате годовой приход суммарной радиации равен в среднем 3222 МДж/м<sup>2</sup> (при безоблачном небе

5162 МДж/м<sup>2</sup>). При этом вклад рассеянной радиации составляет 52 %.

В весенне-летний период значительно увеличивается приход суммарной радиации в связи с увеличением высоты солнца, продолжительности дня и уменьшением облачности. На этот период приходится 78 % годового количества радиации, а на осенне-зимний — 22 %.

В общем притоке тепла доля прямой и рассеянной радиации различна. Вклад прямой радиации, выраженный в процентах, составляет:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
17	28	48	50	51	56	51	44	35	33	14	0	48

С мая по июль вклад прямой радиации в суммарную больше, чем рассеянной (51—56 %), в остальные месяцы вклад рассеянной радиации значительно превышает вклад прямой. В декабре суммарная радиация состоит только из рассеянной. В годовом ходе максимум месячных сумм суммарной и прямой радиации приходится на июнь, минимум — на декабрь.

В отдельные годы в зависимости от облачности соотношение прямой, рассеянной и общий поток суммарной радиации может значительно отличаться от средних значений, помещенных в табл. 4. Так, прямая радиация в летние месяцы может колебаться от 83,8 до 448,3 МДж/м<sup>2</sup>, суммарная — от 293,3 до 703,9 МДж/м<sup>2</sup> (табл. 5).

Солнечная радиация имеет хорошо выраженный суточный ход, который определяется прежде всего изменением высоты солнца в течение дня. В суточном ходе максимум суммарной радиации наблюдается в полдень. Так, в июне при ясном небе суммарная радиация составляет 0,36 кВт/м<sup>2</sup> в 6 ч 30 мин, 0,77 кВт/м<sup>2</sup> в 12 ч 30 мин, 0,23 кВт/м<sup>2</sup> в 18 ч 30 мин. При средних условиях облачности значение суммарной радиации в эти же сроки уменьшается на 30—33 %. Понижение интенсивности солнечной радиации происходит не только из-за увеличения облачности, но и вследствие загрязнения воздуха в городе промышленными предприятиями и транспортом.

Радиационный баланс за год в среднем равен 1307 МДж/м<sup>2</sup>. Годовой ход радиационного баланса определяется ходом суммарной радиации, альбедо и эффективного излучения. С апреля по октябрь радиационный баланс имеет положительные значения, т. е. поверхность земли получает тепла больше, чем отдает его в атмосферу. Отрицательный баланс наблюдается с ноября по март, причем минимум приходится на декабрь (41,9 МДж/м<sup>2</sup>). От апреля к маю радиационный баланс значительно возрастает, что связано с изменением альбедо, обусловленным сходом снежного покрова. В отдельные годы могут наблюдаться отклонения радиационного баланса от нормы. Так, в 1960 г. годовой радиационный баланс составил 1475 МДж/м<sup>2</sup>, тогда как в 1957 г. — всего 163 МДж/м<sup>2</sup>.

Таблица 5  
Экстремальные суммы солнечной радиации (МДж/м<sup>2</sup>). 1955—1963 гг.

Месяц	$S'_{\text{макс}}$	Год	$S'_{\text{мин}}$	Год	$D_{\text{макс}}$	Год	$D_{\text{мин}}$	Год	$Q_{\text{макс}}$	Год	$Q_{\text{мин}}$	Год	$R_{\text{макс}}$	Год	$R_{\text{мин}}$	Год
I	8,4	1963	0,0	1956	21,0	1963	12,6	1959	29,3	1963	16,8	1956, 1957, 1959	-16,8	1960	-46,1	1963
II	46,1	1956	4,2	1958	58,7	1958	41,9	1956, 1961	88,0	1956, 1960	54,5	1957, 1959, 1961	-8,4	1958	-29,3	1962
III	184,4	1963	58,7	1961	142,5	1962	92,2	1959	301,7	1963	184,4	1961	33,5	1960	-25,1	1963
IV	272,4	1956	134,1	1963	230,4	1961	159,2	1958	452,5	1956, 1951	326,8	1963	184,4	1962	108,9	1958, 1961
V	427,4	1956	121,5	1955	268,2	1957	213,7	1956	641,1	1956	372,9	1955	339,4	1963	259,8	1958
VI	423,2	1963	268,2	1957	301,7	1955	230,4	1959	703,9	1963	527,9	1962	377,1	1963	293,3	1962
VII	448,3	1955	230,4	1958	293,3	1957	213,7	1959	670,4	1955	486,0	1958	352,0	1960	280,7	1958
VIII	305,9	1955	83,8	1956	222,1	1957	171,8	1958	494,4	1955	293,3	1956	251,4	1959	142,5	1962
IX	142,5	1961	37,7	1955	138,3	1959	113,1	1958	259,8	1961	171,8	1955	117,3	1961	62,8	1957
X	46,1	1960	8,4	1957	67,0	1959	46,1	1955	100,6	1959, 1960	62,8	1958	16,8	1958, 1959	-4,2	1957
XI	12,6	1956	0,0	1963	25,1	1956	12,6	1958	37,7	1956	16,8	1958	-8,4	1957	-33,5	1961
XII	4,2		0,0		8,4		8,4		12,6	1955, 1959, 1962	8,4	1956	-4,2	1961, 1963	-37,7	1957
Год	1831	1956, 1960	1291	1955	1663	1957	1173	1955	3377	1960	2418	1955	1475	1960	163	1957



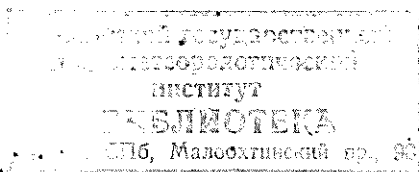
361043

В зависимости от микроклиматических особенностей местности данные по поглощенной, отраженной радиации и радиационному балансу могут существенно изменяться даже в одном и том же пункте, так как естественные поверхности обладают различной отражательной способностью. Средние месячные значения альbedo в течение теплого периода практически постоянны. В холодный период с увеличением снежного покрова альbedo составляет в среднем в начале зимы 41 %, увеличиваясь к январю, февралю до 75 % (табл. 4). В дни со свежеснег альbedo равно 80—90 %.

В качестве характеристик светового режима используется освещенность различных поверхностей. Естественная освещенность — это полный световой поток прямой, рассеянной и отраженной солнечной радиации. Естественная освещенность любой поверхности, имеющей какую-либо ориентацию, определяется астрофизическими и геофизическими факторами. К астрофизическим относится положение солнца на небосводе (его высота и азимут), а к геофизическим — облачность (количество и форма облаков), прозрачность атмосферы и альbedo подстилающей поверхности. В связи со значительной изменчивостью этих параметров во времени и пространстве характеристики естественной освещенности рассчитываются косвенным способом. Относительные значения освещенности (за период 1922—1932 гг.) составляют:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0,5	2,0	6,1	10,5	17,0	19,4	19,7	13,6	7,3	2,8	0,8	0,3

С марта по апрель освещенность резко возрастает (на 58 %), максимум освещенности наблюдается в июле (19,7 % годового количества). Повышенные значения освещенности, отмеченные с мая по август, резко уменьшаются к сентябрю (на 46 %). От сентября к октябрю освещенность снижается еще на 62 % и составляет в октябре всего 2,8 %.



### 3. АТМОСФЕРНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ И АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

#### 3.1. Особенности атмосферной циркуляции

Одним из важнейших климатообразующих факторов является атмосферная циркуляция, т. е. взаимодействие различных по своим свойствам воздушных масс.

На Северо-Западе Европейской части Советского Союза, где расположена Сортавала, для циркуляции атмосферы характерно возникновение, перемещение (в основном с запада) и эволюция крупномасштабных атмосферных вихрей — циклонов и антициклонов. В системе атмосферной циркуляции на район Сортавалы перемещаются воздушные массы, сформировавшиеся над различными районами и имеющие разные метеорологические характеристики (температуру, влажность, системы облаков и осадков, направление и скорость ветра и др.), но наиболее характерна большая повторяемость воздушных масс атлантического происхождения, что определяет морские черты климата.

В Сортавале в течение года преобладает циклоническая деятельность. В холодный период она усиливается, а в теплый несколько ослабевает. Циклоны возникают и развиваются в зонах сходимости воздушных масс, которые называются атмосферными фронтами. В этих зонах наблюдаются большие контрасты температуры, влажности, атмосферного давления и других метеорологических величин. Активная циклоническая деятельность и частая смена воздушных масс определяет неустойчивый характер погоды в течение всего года.

Циклоны обычно перемещаются с запада на восток во все сезоны года, принося с собой морской воздух, который отличается большими запасами влаги. Причем действие атлантических воздушных масс в холодный и теплый периоды различно. Зимой они вызывают значительное повышение температуры, доходящее порой до оттепели, а летом, наоборот, обуславливают прохладную погоду. При этом в обоих случаях наблюдается пасмурная погода с частыми и обильными осадками. Число подвижных циклонов ежемесячно, как зимой, так и летом, может достигать 20. В районе Сортавалы в среднем за год наблюдается 215 дней с циклонами. Для сравнения укажем, что примерно такая же повторяемость циклонов наблюдается в Ленинграде, Петрозаводске и Архангельске, а в Москве она несколько меньше (150—160 дней).

Антициклоны в большинстве случаев характеризуются хорошей погодой. В центральной их части обычно малооблачно, ветры слабые. Лишь в холодное время года нередко отмечается образование слоистых облаков и выпадение слабых морозящих осадков.

Как показывает анализ числа барических образований за 10-летний период, циклоны преобладают во все месяцы, кроме мая, где повторяемость циклонов и антициклонов примерно одинакова. В ноябре—декабре число дней с циклонами достигает 22,0—

23,4; в то время как число дней с антициклонами наименьшее (6,5—7,5). В летнее время (июнь—август) число дней с циклонами лишь на 2—3 дня больше, чем с антициклонами. Однако преобладающая над севером Европы зональная циркуляция воздуха в отдельные периоды может сменяться меридиональной. При этом циклоны и антициклоны могут перемещаться как с севера, северо-запада, так и с юга, юго-запада. В этих случаях происходит либо резкое похолодание, обусловленное поступлением воздуха из арктических районов, либо значительное потепление, связанное с приходом воздуха из тропиков. С южными циклонами обычно связаны обильные осадки, а летом — интенсивная грозовая деятельность.

Антициклоны, в отличие от циклонов, могут двигаться с востока на запад, но число таких выходов невелико: летом 1,8 %, весной и осенью 4,7 %, зимой возрастает до 16,8%. Зимой и летом антициклоны могут приходить с северо-востока (5,1—6,2%). В таких случаях они приносят сухой и очень холодный воздух с Карского моря.

Вторжение холодных арктических масс на район Сортавалы происходит в тылу циклонов или при смещении антициклонов, сформированных над морями Северного Ледовитого океана. В зимний период при этом устанавливается очень холодная погода с температурой до  $-35^{\circ}\text{C}$ , иногда и до  $-40^{\circ}\text{C}$ , а летом, кроме июля, возникают ночные заморозки. Отсутствие заморозков в июле объясняется отепляющим влиянием Ладожского озера.

Резкие потепления обычно связаны с поступлением теплого и влажного воздуха из тропиков, который переносится циклонами через Южную Европу, а также через Средиземное или Каспийское моря. Зимой при этом нередко повышение температуры до  $6-8^{\circ}\text{C}$ , а летом — до  $30^{\circ}\text{C}$ .

Период холодной погоды быстро сменяется потеплением, после которого вновь следует похолодание.

### 3.2. Атмосферное давление

Давление воздуха относится к числу важнейших характеристик состояния атмосферы. В покоящейся атмосфере давление в любой точке равно весу вышележащего вертикального столба воздуха с единичным сечением. За основную единицу давления воздуха в настоящее время принят гектопаскаль (гПа).

Атмосферное давление изменяется в пространстве и во времени. Изменение давления обусловлено как термическими, так и динамическими причинами и хорошо согласуется с условиями атмосферной циркуляции в данном районе.

С высотой давление всегда уменьшается. Подъем или опускание на 8 м обычно обуславливает изменение давления на 1 гПа. Для получения представления о пространственном распределении и для сравнимости результатов давление на станции приводится к уровню моря. Для Сортавалы при установке барометра на вы-

соте 17,0 м разница в давлении на высоте станции и на уровне моря составляет примерно 2,1 гПа.

За нормальное атмосферное давление принято давление на уровне моря на широте 45° при температуре 0,0°C. Оно равно 760 мм рт. ст., или 1013 гПа (1 гПа=1 мбар=0,75 мм рт. ст.).

Количественные характеристики давления получены на основании наблюдений по ртутному барометру.

Среднее годовое давление на уровне станции в Сортавале равно 1010,7 гПа (см. табл. 1 приложения) и обладает большой устойчивостью. Отклонение в отдельные годы не превышает 6 гПа.

В течение года давление воздуха изменяется незначительно — от 1008,5 гПа в июле до 1013,3 гПа в мае. Годовая амплитуда невелика (4,8 гПа).

Средние месячные значения давления воздуха, в отличие от средних годовых, от года к году изменяются значительно. Так, в январе среднее месячное давление воздуха может колебаться от 999,0 (1976 г.) до 1031,1 гПа (1972 г.), а в ноябре от 996,2 (1973 г.) до 1026,3 гПа (1959 г.). В летние месяцы разность между средними месячными значениями давления в отдельные годы уменьшается вдвое.

Смена синоптических процессов вносит большие непериодические изменения в ход давления. Наиболее высокое давление воздуха наблюдается в стационарных антициклонах, наиболее низкое — в циклонических образованиях. Самое высокое давление — 1057,2 гПа (абсолютный максимум) — отмечено 13 декабря 1946 г. В отдельные дни при прохождении глубоких циклонов давление воздуха может упасть до 958,3 гПа (18 января 1955 г.).

Отличительной особенностью режима давления в Сортавале, как и на всем Северо-Западе ЕЧС, является большая изменчивость во времени, особенно в холодный период, что обусловлено интенсивной циклонической деятельностью. Непериодические изменения давления, отражающие интенсивность циклонической деятельности, принято характеризовать междусуточной изменчивостью — разностью между давлением воздуха в сроки, удаленные друг от друга на 24 ч. Средняя междусуточная изменчивость давления воздуха за год равна 5,9 гПа (см. табл. 2 приложения). В холодный период, когда циклоническая деятельность значительно усиливается, изменчивость давления возрастает и является наибольшей в году. В зимние месяцы давление от суток к суткам изменяется в среднем на 7—8 гПа, а в отдельные дни — до 30—35 гПа. Наибольший рост давления от суток к суткам (35,7 гПа) отмечен с 3 на 4 января 1954 г. Редкий случай падения давления был зарегистрирован с 16 на 17 декабря 1982 г. За сутки давление упало на 46,2 гПа. Это было связано с быстрым распространением обширной циклонической области из района Скандинавии на юго-восток. В летние месяцы междусуточная изменчивость меньше — в среднем равна 4 гПа, а ее наибольшие значения не превышают 23 гПа.

### 3.3. Ветер

Ветер — это движение воздуха относительно земной поверхности. Причиной его возникновения является неравномерное распределение атмосферного давления в разных районах земного шара. Воздух перемещается из мест, где давление высокое, в места, где оно ниже. Чем больше разница между высоким и низким давлением, тем сильнее ветер. Ветер характеризуется направлением и скоростью, которые в значительной степени зависят от местных условий: рельефа, близости водных объектов, открытости места установки прибора, а также типа прибора.

На метеорологической станции в срок наблюдения измеряются осредненные за несколько минут значения скорости ветра в метрах в секунду и его направление (азимут точки, откуда дует ветер) в градусах или румбах, а также максимальный порыв, включающий определение максимальной мгновенной скорости за период между сроками и в срок наблюдения [24].

Характеристики ветра в Сортавале получены в основном за период 1951—1965 гг. на основе наблюдений по флюгеру (высота установки 12—14 м). С 1966 г. наблюдения за ветром ведутся по анемороумбометру М-63. Данные о максимальной скорости ветра выбраны за период 1945—1980 гг.

Атмосферная циркуляция обуславливает преобладание в Сортавале за год южного (18 %) и северо-западного (17%) направлений ветра (см. табл. 3 приложения). Менее вероятны ветры северного направления (8 %). Повторяемость штилей составляет 19 %. Зимой велика повторяемость северо-западного ветра (18—20 %), в весенне-летний период — южного (20—23 %). Наиболее сильными бывают южные (4,5 м/с) и юго-восточные (5,2 м/с) ветры. Наибольшей силы они достигают зимой. Средняя скорость их составляет в январе 5,5 и 7,8 м/с, в декабре 6,2 и 7,7 м/с (см. табл. 3 приложения). Весной и летом наибольшую скорость имеют северные и северо-восточные ветры, наименьшую в течение всего года — западные ветры.

Средняя годовая скорость ветра в Сортавале равна 3,5 м/с. В отдельные годы она может увеличиваться до 4,6 м/с (1954 г.) или уменьшаться до 2,5 м/с (1963 г.).

В годовом ходе наибольшая скорость ветра наблюдается в холодный период с максимумом в ноябре (4,5 м/с), наименьшая — летом с минимумом в августе (2,8 м/с). Средние месячные скорости ветра в отдельные годы могут отклоняться от среднего многолетнего значения, причем наибольшие отклонения наблюдаются в зимние месяцы. Так, средняя месячная скорость составила 7,2 м/с в ноябре 1954 г. и 2,6 м/с в ноябре 1972 г. В январе средние месячные скорости ветра могут изменяться от 1,5 (1968 г.) до 5,7 м/с (1954 г.).

Средняя месячная ( $\bar{v}$ ) и максимальная ( $v_{\text{макс}}$ ) скорости ветра в течение года распределяются следующим образом:

Месяц . . . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{v}$ м/с . . . . .	4,0	3,6	3,2	3,2	3,5	3,4	3,2	2,8	3,2	3,7	4,5	4,0	3,5
$v_{\text{макс}}$ м/с . . . . .	18	20	20	20	18	18	16	16	24	17	20	28	28

Максимальные скорости ветра колеблются в широких пределах. Наибольшая скорость ветра (28 м/с) отмечена в декабре 1955 г. и наблюдалась она при юго-восточном ветре. При ветрах западных направлений наблюдаются наименьшие максимальные скорости (см. табл. 4 приложения).

Суточный ход скорости ветра хорошо выражен весной и летом, а в холодный период он сглажен. Особенно хорошо суточный ход прослеживается при антициклонической малооблачной погоде. В суточном ходе наибольшие скорости ветра наблюдаются в дневные часы, а наименьшие — ночью.

Одной из важнейших характеристик ветрового режима являются сильные ветры. За сильный ветер в климатологии принимают ветер скоростью 15 м/с и более не только в сроки наблюдений, но и в промежутках между ними. Среднее годовое число дней с сильным ветром составляет 5,2 дня (см. табл. 5 приложения). В отдельные годы оно может колебаться от одного (1947, 1963 гг.) до 16 дней (1949 г.). Сильные ветры наиболее вероятны в декабре и январе (1,0—1,2 дня). Реже всего они наблюдаются в летние месяцы (0,1 дня), а в июне за период 1945—1965 гг. не отмечено ни одного дня с сильным ветром.

Зимой преобладают сильные ветры южных направлений. Летом сильные ветры могут быть при северо-западных и северо-восточных направлениях ветра. В целом за год наибольшая повторяемость (32 %) приходится на сильные южные ветры, наименьшая (3 %) — на сильные северные ветры. Сильный западный ветер практически не наблюдается.

Для ряда народнохозяйственных организаций, особенно строительных, представляет интерес не только число дней с сильным ветром, но и число дней со скоростью ветра более 7 м/с. За год в среднем наблюдается 84 дня со скоростью ветра более 7 м/с. В отдельные годы число дней с такой скоростью ветра увеличивается до 138 (1955 г.) или уменьшается до 17 (1947 г.). Число дней со скоростью ветра более 7 м/с распределяется по месяцам следующим образом (1945—1965 гг.):

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
8,5	6,3	7,3	6,1	6,4	7,0	5,1	4,4	5,8	8,3	10,0	8,4	83,6

Наибольшее число дней со скоростью ветра более 7 м/с наблюдается в холодный период года с максимумом в ноябре (10 дней), наименьшее — летом с минимумом в августе (4,4 дня). В отдельные годы число дней со скоростью ветра более 7 м/с может достигать в августе 11 дней (1952 г.), в ноябре 20 дней (1954 г.).

## 4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

### 4.1. Температура воздуха

Термические условия окружающей среды имеют первостепенное значение как для природных процессов, так и для деятельности человека, поэтому термический режим является одной из важнейших характеристик климата. Естественный ход температуры воздуха, зависящий от широтного пояса, обычно нарушается под воздействием атмосферной циркуляции. Вследствие частой смены воздушных масс различного происхождения, характерной для Сортавалы, наблюдается значительная изменчивость во времени погодных условий, а следовательно, и температуры воздуха, т. е. частые отклонения ее от нормы. Благодаря преобладанию воздушных масс, идущих с Атлантического океана, климат Сортавалы характеризуется как переходный от континентального к морскому, что проявляется в сдвиге минимума температуры с января на февраль, в уменьшении годовой амплитуды.

Характеристики температуры воздуха получены на основе показаний жидкостных (ртутных и спиртовых) термометров с международной стоградусной шкалой ( $^{\circ}\text{C}$ ), совпадающей со шкалой Цельсия, помещенных в психрометрической будке на уровне 2 м.

Средняя годовая температура в Сортавале положительная и составляет  $3,0^{\circ}\text{C}$  (табл. 6). Наибольших своих значений ( $5,4^{\circ}\text{C}$ )

Таблица 6

Средняя месячная и годовая температура воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ). 1881—1980 гг.

Месяц	$\bar{T}$	$\sigma$	$\bar{T}_{\text{наиб}}$	Год	$\bar{T}_{\text{наим}}$	Год
I	-9,0	4,3	-0,7	1925	-20,3	1968
II	-9,6	4,1	-0,9	1974	-18,2	1875
III	-5,5	3,1	-0,2	1921, 1967	-12,2	1963
IV	1,4	1,5	7,3	1921	-2,8	1929
V	8,1	1,6	13,7	1897	4,6	1955
VI	13,7	1,5	18,0	1936	9,9	1923
VII	16,7	1,5	21,3	1927	13,6	1902
VIII	14,8	1,3	18,7	1917	11,8	1899
IX	9,4	1,6	13,2	1934	6,1	1894, 1973
X	3,8	1,9	8,4	1909	-0,4	1976
XI	-1,3	2,0	2,7	1929	-6,7	1956
XII	-6,1	4,1	0,7	1972	-18,2	1955
Год	3,0	1,0	5,4	1934	0,5	1902

она достигла в 1934 г., а наименьших ( $0,5^{\circ}\text{C}$ ) — в 1902 г. Изменчивость ее от года к году ( $\sigma$ ) составляет  $1^{\circ}\text{C}$ .

В годовом ходе средняя месячная температура воздуха колеблется от  $-9,6^{\circ}\text{C}$  в феврале до  $16,7^{\circ}\text{C}$  в июле.

Средняя годовая амплитуда температуры воздуха составляет  $26,3^{\circ}\text{C}$ . Средние месячные отрицательные температуры сохраняются с ноября по март. Несмотря на то что по многолетним данным февраль в Сортавале считается самым холодным месяцем, однако таким он бывает не ежегодно (42% лет наблюдений). В отдельные годы температура января (35% лет), декабря (16% лет) и даже марта (7% лет) оказывается ниже февральской.

В январе, феврале преобладают температуры от 0 до  $-10^{\circ}\text{C}$  (16,2 и 13,9 дня). Повторяемость температур от  $-10$  до  $-20^{\circ}\text{C}$  в феврале на 1,4 дня больше, чем в январе (табл. 7). Низкие температуры ( $-25 \dots -35^{\circ}\text{C}$ ) наблюдаются не ежегодно (0,9 и 0,5 дня). Повышение средней месячной температуры начинается с марта. Март теплее февраля на  $4,1^{\circ}\text{C}$ . Устойчивые морозы прекращаются 10 марта. В конце второй декады марта наблюдается устойчивый переход средней суточной температуры через  $-5^{\circ}\text{C}$  в сторону повышения (табл. 8). В марте преобладают температуры от 0 до  $-10^{\circ}\text{C}$  (18,1 дня). Повышение температуры от февраля к марту связано с усилением инсоляции и уменьшением облачности.

Таблица 7

Число дней со средней суточной температурой воздуха в различных пределах

Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
-39,9	-35,0												0,03
-34,9	-30,0	0,1	0,1										0,1
-29,9	-25,0	0,8	0,4										0,3
-24,9	-20,0	1,9	1,8	0,2								0,1	1,0
-19,9	-15,0	3,5	4,1	2,0								0,4	2,1
-14,9	-10,0	5,5	6,3	4,9	0,1						0,01	1,5	4,1
-9,9	-5,0	7,8	7,1	8,6	1,6						0,6	4,6	7,2
-4,9	0,0	8,4	6,8	9,5	6,8	0,6				0,01	4,9	9,7	9,8
0,1	5,0	3,0	1,7	5,7	17,0	6,3	0,2			2,9	12,5	11,8	6,3
5,1	10,0			0,1	4,0	13,5	4,5	0,3	1,2	13,1	11,5	1,9	0,04
10,1	15,0				0,4	8,2	13,2	7,3	14,9	12,7	1,5		
15,1	20,0				0,04	2,2	10,0	16,7	12,8	1,3			
20,1	25,0					0,2	2,1	6,4	2,1				
25,1	30,0						0,01	0,3	0,03				



От марта к апрелю наблюдается наиболее резкое повышение температуры воздуха (на 6,9°C), и она становится положительной (1,4°C). Этому способствует увеличение количества солнечного тепла и возрастающий прогрев почвы, освобождающейся от снежного покрова. Весной определяющую роль в формировании температурного режима имеет радиационный фактор (по сравне-

Таблица 8

Даты наступления средних суточных температур воздуха выше и ниже определенных пределов и число дней с температурой, превышающей эти пределы

Температура воздуха, °С				
-5	0	5	10	15
20 III	9 IV	1 V	26 V	25 VI
5 XII	7 XI	8 X	13 IX	15 VIII
259	211	159	109	50

нию с адвективным в осенне-зимний период). В апреле преобладают средние суточные температуры от -5 до 5°C (23,8 дня). В первой декаде апреля наблюдается весенний переход средней суточной температуры через 0°C. В отдельные годы в зависимости от интенсивности развития процессов в атмосфере этот переход

Таблица 9

Даты наступления средних суточных температур воздуха выше 0, 10, ниже 10°C различной обеспеченности

Температура воздуха, °С	Средняя дата	Вероятность наступления температур в указанные даты и более ранние, %							Дата	
		5	10	25	50	75	90	95	самая поздняя	самая ранняя
> 0	9 IV	23 III	27 III	4 IV	9 IV	15 IV	20 IV	23 IV	29 IV	
> 10	26 V	10 V	13 V	19 V	26 V	2 VI	8 VI	11 VI	15 VI	
< 10	13 IX	1 IX	3 IX	7 IX	13 IX	17 IX	23 IX	25 IX		24 VIII

осуществляется и в другое время. В 5% лет он бывает в третьей декаде марта, в 95% лет — в третьей декаде апреля (табл. 9). В мае продолжается рост температуры воздуха и наблюдается устойчивый переход средней суточной температуры через 5°C (1 мая) и через 10°C (26 мая). Наибольшую повторяемость имеют средние суточные температуры от 5 до 15°C (21,7 дня). Средняя месячная температура воздуха в мае выше, чем в апреле, на 6,7°C.

Июнь считается первым летним месяцем. Его средняя месячная температура равна 13,7°C. В третьей декаде июня наблюдается устойчивый переход средней суточной температуры воздуха

через  $15^{\circ}\text{C}$ . Средняя продолжительность периода со средними суточными температурами воздуха, превышающими  $15^{\circ}\text{C}$ , составляет 50 дней. В июле средняя месячная температура воздуха достигает своего наибольшего значения ( $16,7^{\circ}\text{C}$ ), превышая температуру июня и августа на 2—3 $^{\circ}\text{C}$ . Июль является самым теплым месяцем в году, однако в отдельные годы в зависимости от атмосферной циркуляции наиболее высокие средние месячные температуры воздуха наблюдаются в июне (8 % лет) или августе (10 % лет). В июле преобладают средние суточные температуры от 15 до  $20^{\circ}\text{C}$  (16,7 дня). Повторяемость средних суточных температур, превышающих  $25^{\circ}\text{C}$ , составляет всего 0,3 дня. В августе начинается медленное понижение температуры ото дня ко дню. Уменьшается по сравнению с июлем повторяемость средних суточных температур выше  $15^{\circ}\text{C}$ , а в середине августа отмечается устойчивый переход через этот предел в сторону понижения. Осеннее понижение температуры от месяца к месяцу происходит несколько медленнее, чем весеннее, с разницей в среднем на  $1^{\circ}\text{C}$  и наиболее заметно от сентября к октябрю (на  $5,6^{\circ}\text{C}$ ). Устойчивый переход средней суточной температуры через  $5^{\circ}\text{C}$  в сторону понижения происходит в октябре (первая декада), через  $0^{\circ}\text{C}$  — в ноябре (первая декада), через  $-5^{\circ}\text{C}$  — в декабре (первая декада). Средняя месячная температура октября  $3,8^{\circ}\text{C}$ , ноября  $1,3^{\circ}\text{C}$ . В октябре преобладают средние суточные температуры от 0 до  $10^{\circ}\text{C}$  (24 дня), в ноябре — от  $-5$  до  $5^{\circ}\text{C}$  (21,5 дня). В декабре средняя месячная температура колеблется от 0,7 (1972 г.) до  $-18,2^{\circ}\text{C}$  (1955 г.). Наибольшую повторяемость имеют средние суточные температуры от 0 до  $-10^{\circ}\text{C}$  (17 дней), однако возможны дни, когда температура воздуха понижается до  $-30^{\circ}\text{C}$  и ниже (0,1 дня). Устойчивые морозы наступают 5 декабря. За период с устойчивыми морозами принимается такой период, когда отрицательная температура во все сроки наблюдений удерживается непрерывно не менее одного месяца. Внутри морозного периода допускается два-три дня с оттепелью, но не ранее чем через десять дней после начала периода и не позднее чем за десять дней до его конца. Средняя продолжительность этого периода в Сортавале равна 96 дням.

Многолетние средние температуры воздуха дают лишь общую характеристику климата. В отдельные годы средние месячные температуры могут значительно отклоняться от средней многолетней, особенно в зимние месяцы. Эти отклонения и представляют наибольший интерес в производственной деятельности человека и для народного хозяйства. Для характеристики изменчивости средних месячных температур в табл. 6 приведены средние квадратические отклонения  $\sigma$  их значений в отдельные годы от средней многолетней температуры. Как отрицательные, так и положительные отклонения от нормы особенно велики с декабря по март, что свидетельствует о значительной изменчивости температуры воздуха во времени в этот период. Значения средних квадратических отклонений зимой в 2—3 раза выше по сравнению с летом. Из зимних месяцев экстремально теплыми были январь 1925 г., февраль

Таблица 10

Средний  $\bar{t}$  и абсолютный  $T$  максимум температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ).  
1910—1980 гг.

Ме- сяц	$\bar{t}$	$T_{\text{наиб}}$	Год	$\bar{t}_{\text{наим}}$	Год	$\bar{T}$	$T_{\text{наиб}}$	Год	$T_{\text{наим}}$	Год
I	-5,8	0,8	1925	-17,0	1968	2	7,0	1914	-7,5	1966
II	-6,2	1,3	1961	-13,9	1966	2	6,5	1934	-4,0	1923
III	-0,8	4,2	1920	-6,0	1917	7	12,3	1948	1,1	1941, 1952
IV	5,7	12,0	1921	1,8	1929	14	24,9	1921	8,2	1927
V	13,2	8,8	1955	17,2	1920, 1963	22	28,4	1961	15,0	1951
VI	18,7	23,4	1917	14,0	1923	26	31,8	1917	20,6	1962
VII	21,7	26,2	1927	17,9	1928	28	33,8	1914	22,7	1962
VIII	19,5	24,9	1917	15,9	1962	26	33,5	1917	19,2	1962
IX	13,5	17,4	1934	9,8	1973	20	26,5	1968	14,4	1956
X	6,4	10,5	1961	3,3	1952, 1976	13	17,0	1961	8,0	1936
XI	1,2	4,4	1911	-3,8	1956	7	10,2	1930, 1937	1,4	1956
XII	-3,0	2,6	1972	-14,4	1955	4	8,5	1953	-2,0	1945
Год	7,0	8,9	1920, 1975	4,7	1915	29	33,8	1914	22,7	1962

Таблица 11

Средний  $\bar{t}$  и абсолютный  $T$  минимум температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ).  
1906—1980 гг.

Месяц	$\bar{t}$	$T_{\text{наиб}}$	Год	$\bar{t}_{\text{наим}}$	Год	$\bar{T}$	$T_{\text{наиб}}$	Год	$T_{\text{наим}}$	Год
I	-12,9	-2,9	1925	-24,4	1966, 1968	-28	-10,7	1925	-35,9	1956
II	-13,9	-3,3	1974	-23,0	1929	-28	-11,0	1974	-40,5	1956
III	-10,3	-2,9	1967	-19,4	1963	-24	-12,1	1967	-33,4	1963
IV	-2,6	2,8	1921	-7,5	1929	-12	-2,2	1921	-25,1	1915
V	3,0	6,1	1921	-1,1	1918	-3	1,8	1921	-8,0	1918
VI	8,6	11,8	1917, 1936	4,4	1915	2	8,2	1961	-3,0	1911
VII	11,8	15,5	1934	9,1	1965	6	9,4	1925	2,1	1908
VIII	10,7	13,6	1917, 1930	7,2	1918	4	10,5	1930	-1,0	1966
IX	6,1	9,2	1934	2,1	1906	-1	4,7	1924	-7,3	1906
X	1,3	5,8	1961	-3,8	1976	-6	-0,3	1924	-14,4	1912
XI	-3,3	1,0	1929	-10,2	1956	-13	-3,2	1929	-24,1	1915
XII	-8,9	-1,3	1929	-23,3	1915	-22	-7,5	1929	-39,9	1955
Год	-0,9	1,5	1934	-5,0	1915	-31	-25,0	1932	-40,5	1956

1974 г., декабрь 1972 г., что обусловлено мощными теплыми западными и юго-западными выносами. Аномально холодными были январь 1968 г., декабрь 1955 г. Эти аномалии связаны с адвекцией холодных арктических масс воздуха.

Для решения ряда практических вопросов большое значение имеют минимальные и максимальные значения, до которых понижается или повышается температура воздуха (табл. 10, 11). Абсолютные значения минимальной и максимальной температуры характеризуют самую низкую и самую высокую температуру, наблюдавшуюся за весь период наблюдений. Средний из абсолютных минимумов (максимумов) служит показателем самых низких (высоких) температур, наиболее часто повторяющихся в отдельные годы. Годовой ход минимальной и максимальной температуры повторяет изменение в течение года средней месячной температуры воздуха, а разница между средней максимальной и средней минимальной температурой характеризует непериодическую суточную амплитуду. Эта амплитуда наибольшая в мае ( $10,2^{\circ}\text{C}$ ), когда устанавливается ясная, маловетренная погода, и наименьшая в ноябре ( $4,5^{\circ}\text{C}$ ) при облачной и ветреной погоде. Средние минимальные температуры воздуха во все месяцы на  $2-5^{\circ}\text{C}$  ниже, а средние максимальные на столько же выше, чем средние месячные температуры. Максимальные и минимальные температуры отличаются еще большей изменчивостью во времени по сравнению со средней месячной. Наибольшие изменения этих температур от года к году наблюдаются зимой. Абсолютный максимум температуры воздуха в течение года положительный. Даже в самые холодные месяцы

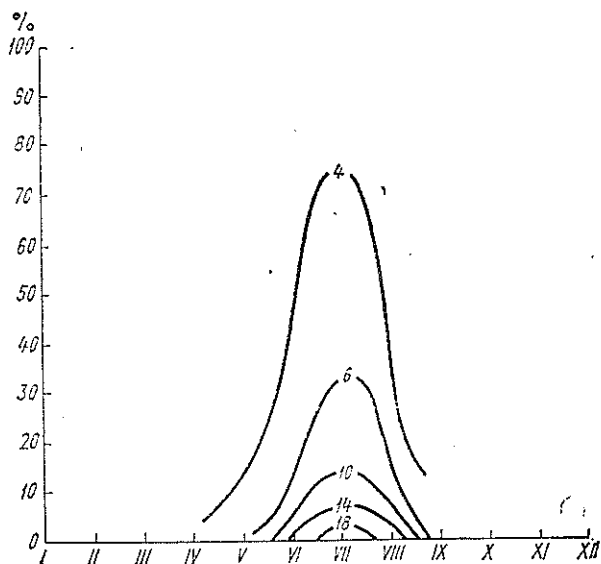


Рис. 3. Число дней с температурой воздуха  $25^{\circ}\text{C}$  и выше различной обеспеченности.

(январь, февраль) он превышает  $5^{\circ}\text{C}$ . Самая высокая температура воздуха в Сортавале ( $33,8^{\circ}\text{C}$ ) за весь период наблюдений отмечена в июле 1914 г. Наибольшие от года к году колебания абсолютных максимумов температуры воздуха наблюдаются в апреле ( $16,7^{\circ}\text{C}$ ). Повышение максимальной температуры воздуха до  $30^{\circ}\text{C}$  и выше может быть один раз в 5 лет в июле, один раз в 10 лет в августе и один раз в 20 лет в июне. По данным рис. 3, где приведено распределение числа жарких дней (с температурой  $25^{\circ}\text{C}$  и выше), видно, что уже в конце мая возможно наступление четырех жарких дней обеспеченностью 10%. В июле может наблюдаться 14 таких дней обеспеченностью 5%.

Абсолютный минимум температуры воздуха имеет отрицательные значения во все месяцы, кроме июля; наиболее низкие — в феврале (38% лет) и декабре (17% лет). Самая низкая температура воздуха в Сортавале ( $-43^{\circ}\text{C}$ ) за весь период наблюдений была в январе 1987 г. В феврале

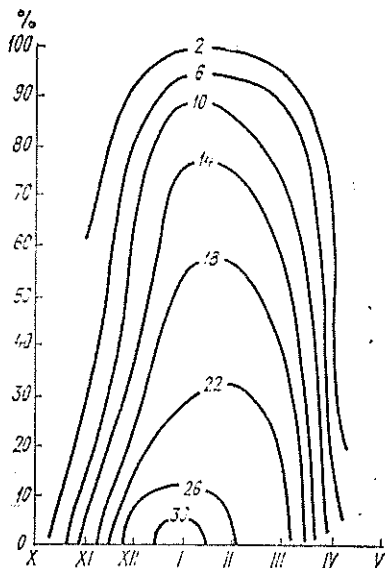


Рис. 4. Число дней с температурой воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже различной обеспеченности ниже указанных пределов в отдельные месяцы.

наблюдаются наибольшие от года к году колебания абсолютного минимума температуры воздуха.

По минимальным температурам можно судить о ночной температуре воздуха. Они в большей степени, чем максимальные температуры, зависят от местных особенностей (формы рельефа, высоты места, подстилающей поверхности и др.). Так, в пониженных защищенных местах при наличии стока холодного воздуха минимальная температура ниже, чем на ровном открытом месте, а на возвышенных — выше.

На рис. 4 представлено распределение числа дней с температурой воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже различной обеспеченности. Температура  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже наблюдается в любой из месяцев холодного периода. Наибольшее число дней отмечено в январе (30), однако повторяемость этих температур воздуха в течение 30 дней возможна один раз в 20 лет (5%-ная обеспеченность).

Существенно изменяется температура воздуха в зависимости от преобладающего направления ветра (табл. 12). Адвекция воздушных масс различного происхождения приводит к тому, что каждому направлению ветра соответствует определенный температурный режим. С ноября по февраль наиболее теплыми ветрами

являются южные и юго-западные. Они способствуют повышению средней месячной температуры воздуха до  $-3,3^{\circ}\text{C}$  в январе и до  $-3,7^{\circ}\text{C}$  в феврале. Холодными ветрами в течение всего года, приводящими к значительному понижению температуры, являются северо-восточные, северо-западные и северные. С июля по октябрь более теплая погода наблюдается при ветрах южного и юго-восточного направления. В декабре средняя месячная температура

Таблица 12  
Средняя температура воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) в зависимости от направления ветра. 1951—1979 гг.

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

при ветре южного направления составляет  $-0,9^{\circ}\text{C}$ , а при северо-западном ветре понижается до  $-10,9^{\circ}\text{C}$ . Наиболее сильные похолодания с января по август отмечаются при штилях.

Повторяемость температуры воздуха выше или ниже указанных пределов при различных направлениях ветра приведена в табл. 13. Наибольшая повторяемость сильных морозов (температура ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ ) наблюдается при штилях (26 %) и при северо-западных ветрах (16 %), оттепелей — при юго-западных ветрах (42 %). Температура воздуха выше  $20^{\circ}\text{C}$  летом чаще бывает при юго-восточном ветре (23 %), заморозки возможны при северо-западном ветре и при штилях.

При проектировании системы отопления и в теплотехнических расчетах ограждающих конструкций широко используются расчетные температуры отопительного периода. За отопительный период принимается период со средней суточной температурой воздуха ниже  $8^{\circ}\text{C}$ . В обычные годы он начинается в Сортавале 20 сентября и продолжается 245 дней (до 22 мая). Средняя температура этого

периода составляет 2,8°C, а его самой холодной пятидневки —25°C. В отдельные годы даты начала и конца отопительного периода варьируют в пределах 10—20 дней. Например, с вероятностью 10% переход средней суточной температуры через 8°C может происходить раньше средней даты на 13 дней осенью и на 11 дней весной (табл. 14).

Таблица 13

Повторяемость (%) температуры воздуха выше или ниже указанных пределов в разные сезоны при различном направлении ветра. 1951—1979 гг.

Сезон	Температура воздуха, °С	Направление ветра								Штормы
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Зима . . . . . (XII—III)	< -20	7	9	6	1	0,3	0,5	4	16	26
	≤ 0	94	97	95	84	67	58	69	89	95
	> 0	6	3	5	16	33	42	31	11	5
Весна . . . . . (IV—V)	< -20	0,1								0,2
	≤ 0	22	25	15	12	7	9	15	22	31
	> 0	78	75	85	88	93	91	85	78	69
	> 20	0,6	0,6	1	1	2	1	2	1	0,1
Лето . . . . . (VI—VIII)	≤ 0								0,06	0,03
	> 0	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	> 20	10	13	19	23	21	18	17	13	5
Осень . . . . . (IX—XI)	< -20								0,1	0,1
	≤ 0	36	37	33	10	8	15	22	33	29
	> 0	64	63	67	90	92	85	78	67	71
	> 20		0,2	0,2	1	0,6	0,2	0,1	0,1	
Год . . . . .	< -20	2	2	2	0,5	0,1	0,2	1		9
	≤ 0	39	39	44	34	24	26	33		45
	> 0	61	61	56	66	76	74	67		55
	> 20	3	4	5	6	6	4	4	3	1

Таблица 14

Даты начала и конца отопительного сезона и его продолжительность (дни) различной вероятности. 1941—1930 гг.

Средняя дата	Вероятность, %						
	5	10	25	50	75	90	95
20 IX	5 IX	7 IX	12 IX	20 IX	26 IX	5 X	10 X
22 V	5 V	11 V	17 V	22 V	29 V	1 VI	2 VI
245	215	225	238	245	254	261	265

Суточный ход температуры воздуха (изменение температуры в течение суток) наиболее выражен в теплое время года. В этот период максимум температуры приходится на 15—16 ч, а минимум — на 3—4 ч. Зимой, когда преобладают пасмурные дни, суточный ход сглажен. Минимум приходится на утренние часы (7—8 ч), а максимум — на дневные (14—15 ч). Наименьшая суточная амплитуда (разность между суточным максимумом и минимумом температуры) отмечается в декабре (0,3 °С), наибольшая — в мае, июне (7,5 °С) (см. табл. 6 приложения).

Зависимость суточной амплитуды температуры воздуха от различного состояния неба приведена в табл. 15. При ясной погоде суточная амплитуда почти в два раза больше, чем при пасмурной. Зависимость суточной амплитуды от состояния неба наиболее выражена в апреле.

Междусуточная изменчивость температуры воздуха (разность между средними суточными температурами двух соседних суток) отражает только колебания, вызванные адвекцией тепла или холода. В годовом ходе наибольшая изменчивость температуры воздуха от суток к суткам отмечается зимой, с максимумом в январе (3,7 °С), наименьшая — летом (табл. 16).

Таблица 15

Средняя суточная амплитуда (°С) температуры воздуха при различном состоянии неба и вне зависимости от его состояния (по нижней облачности)

Состояние неба	I	II	III	IV	V	VI
Ясно . . . . .	8,1	9,9	13,3	12,8	13,1	12,2
Полуясно . . . . .	8,6	9,0	10,9	8,2	9,5	9,8
Пасмурно . . . . .	5,6	5,0	5,1	4,5	6,1	6,7
Вне зависимости от состояния неба . .	7,0	7,6	10,4	8,5	10,0	10,0

Состояние неба	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ясно . . . . .	11,9	12,3	11,0	8,1	6,1	7,6
Полуясно . . . . .	9,2	8,7	7,8	6,0	5,9	7,9
Пасмурно . . . . .	5,8	5,2	4,8	4,3	3,6	4,1
Вне зависимости от состояния неба . .	9,7	9,1	7,3	5,4	4,5	5,5

Таблица 16

Средняя междусуточная изменчивость температуры воздуха (°С)

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



В табл. 17 приведена повторяемость междусуточной изменчивости температуры воздуха в определенных пределах. Наибольшая повторяемость приходится на междусуточную изменчивость температуры в пределах  $\pm(0-2)$  °С. В отдельных случаях междусуточная изменчивость температуры в зимний период достигает  $\pm(16-18)$  °С, но она наблюдается очень редко и составляет 0,2—0,4 %.

Таблица 17

Повторяемость (%) междусуточной изменчивости температуры воздуха в определенных пределах

Температура воздуха, °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	0,2											
-13,9	-12,0			0,4									
-11,9	-10,0	1,2	1,3	0,2									0,2
-9,9	-8,0	2,6	1,8	1,2	0,2						0,6	0,8	2,3
-7,9	-6,0	6,8	3,6	3,8	0,4	0,4	0,8	0,6	0,4	0,9	0,8	2,3	3,9
-5,9	-4,0	8,1	10,2	8,3	1,7	4,2	2,9	1,2	1,0	2,8	4,8	5,5	7,8
-3,9	-2,0	14,1	15,8	15,2	8,8	10,5	10,4	12,3	10,3	17,0	16,4	13,5	15,1
-1,9	0,1	20,9	21,7	19,6	35,8	30,2	28,7	35,7	40,9	34,5	29,6	32,1	23,3
0,0	1,9	17,2	15,8	20,6	34,1	34,8	36,6	35,9	37,8	30,5	28,7	24,6	24,1
2,0	3,9	11,5	13,9	14,0	14,4	15,9	17,3	12,1	8,8	10,8	12,8	14,1	12,6
4,0	5,9	6,0	6,9	8,5	4,0	3,8	3,1	2,0	0,6	2,6	5,3	5,7	3,9
6,0	7,9	4,8	3,6	3,4	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,9	0,6	1,0	3,1
8,0	9,9	3,0	3,1	2,2							0,4		1,9
10,0	11,9	1,8	1,3	1,6								0,4	1,4
12,0	13,9	1,4	0,4	0,4									
14,0	15,9	0,2		0,4									0,4
16,0	17,9	0,2	0,4	0,2									

В теплый период пределы колебаний междусуточной изменчивости уменьшаются до  $\pm(6-8)$  °С. Повторяемость таких крайних значений равна 0,2—0,9 %.

Для Сортавалы характерны случаи резких перепадов температуры воздуха ото дня ко дню. Так, по данным наблюдений за температурой в 12 ч с 10 на 11 декабря 1973 г. температура повысилась на 29,1 °С (с -26,5 до 2,6 °С). В декабре 1971 г. по данным наблюдений в 6 ч температура понизилась на 21,5 °С (от -2,2 °С 28 декабря до -23,7 °С 29 декабря). Как уже отмечалось, эти пе-

репады обусловлены внезапным мощным притоком теплых или холодных воздушных масс.

Характеристикой тепловых ресурсов теплого времени и суровости зимних условий являются суммы средних суточных положительных и отрицательных температур (табл. 18). Суммы положительных температур по абсолютному значению в два раза больше

**Таблица 18**  
Суммы средних суточных температур воздуха (°С) ниже и выше определенных значений

Температура воздуха, °С					
<-5	<0	>0	>5	>10	>15
-867	-982	2093	1971	1583	875

**Таблица 19**  
Суммы температур воздуха (°С) выше определенных значений и вероятность указанных и больших сумм

Температура воздуха, °С	Сумма температур		Вероятность, %						
	средняя	наименьшая	95	90	75	50	25	10	5
>0	2100	1510	1800	1850	1980	2100	2230	2350	2450
>5	2000	1450	1700	1750	1870	2000	2110	2220	2330
> 10	1600	1000	1200	1300	1450	1600	1700	1850	1950
> 15	900				600	900	1150	1300	1400

сумм отрицательных температур и составляют в среднем 2093 °С. Они значительно изменяются от года к году. Так, в 95 % лет возможны суммы положительных температур 1800 °С, а в 5 % — 2450 °С. Существенные колебания от года к году наблюдаются и в суммах температур выше 10 и 15 °С (табл. 19).

Заморозки относятся к числу опасных явлений погоды, если они наступают весной в период вегетации. Заморозком принято называть понижение температуры до 0 °С и ниже при установившемся режиме положительных температур. Они образуются обычно ночью или в ранние утренние часы при ясной тихой погоде, а при общем похолодании — в любое время суток. По происхождению различают заморозки адвективного, радиационного и смешанного характера. На интенсивность и распределение заморозков оказывают влияние характер подстилающей поверхности, форма рельефа, защищенность места. Следует различать заморозки в воздухе и на поверхности почвы. Почва выхолаживается быстрее, чем прилегающий к ней слой воздуха до уровня 2 м, поэтому заморозки на почве образуются раньше, чем в воздухе. Заморозки на почве бывают сильнее и продолжительнее. Средняя дата послед-

него заморозка в воздухе весной в Сортавале 22 мая. Первый заморозок осенью приходится в среднем на 20 сентября (табл. 20). В отдельные годы даты первых и последних заморозков наступают позже или раньше средней даты. Это обуславливает значительную изменчивость продолжительности безморозного периода. Безморозный период в воздухе в среднем длится в Сортавале 120

Таблица 20

Даты первого и последнего заморозка в воздухе и продолжительность безморозного периода. 1916—1930 гг.

Дата заморозка						Средняя продолжительность безморозного периода, дни
последнего			первого			
средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя	
22 V	30 IV 1921, 1934	19 VI 1978	20 IX	21 VIII 1949	17 X 1929	120

дней. Наиболее ранняя дата первого заморозка 21 августа (1949 г.), наиболее поздняя дата последнего заморозка 19 июня (1978 г.).

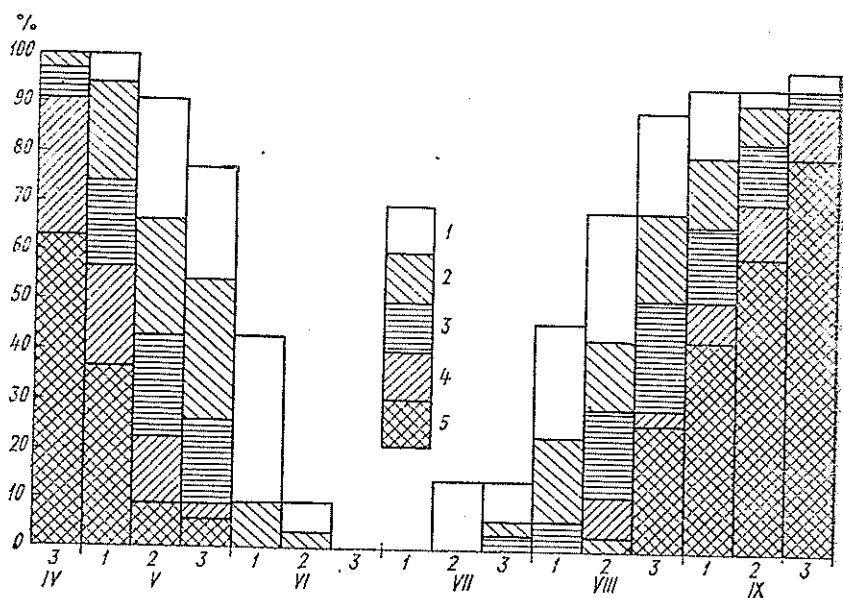


Рис. 5. Вероятность (%) лег с заморозками различной интенсивности.

Температура воздуха, равная: 1) 2 °C и ниже; 2) 0 °C и ниже; 3) -1 °C и ниже; 4) -2 °C и ниже; 5) -3 °C и ниже.

Интенсивность заморозков определяется минимальной температурой воздуха. Вероятность лет с заморозками различной интенсивности представлена на рис. 5.

Одной из характерных особенностей холодного периода являются оттепели, когда максимальная температура воздуха поднимается до 0°C и выше при установившихся отрицательных темпера-

Таблица 21

Число дней с оттепелью  $\bar{n}$  и их средняя непрерывная продолжительность  $\bar{\tau}$  (дни). 1945—1980 гг.

Характеристика	XII	I	II	III	Зима
$\bar{n}$	12,6	6,9	5,2	16,2	40,9
$\bar{\tau}$	4,5	3,0	3,2	4,8	4,0

Таблица 22

Повторяемость (%) максимальных температур воздуха в дни с оттепелями. 1945—1980 гг.

Месяц	Пределы максимальной температуры, °C						
	0,0—1,9	2,0—3,9	4,0—5,9	6,0—7,9	8,0—9,9	10,0—11,9	12,0—13,9
XII	52	37	9	2	0,2		
I	68	27	4	1			
II	73	18	8	1			
III	39	33	16	7	4	1	0,2
Зима	53	31	11	3	2	0,3	0,1

турах. В начале и середине зимы они, как правило, адвективного происхождения, а в конце (в марте) — чаще радиационного. Резкие перепады температуры от устойчивых морозов к оттепели и обратно являются отрицательным фактором, влияющим на прочность ограждающих конструкций. Оттепели в Сортавале — явление обычное. Зимой с оттепелью бывает в среднем 40,9 дней. От года к году их число колеблется от 14 (1962-63 г.) до 83 дней (1974-75 г.). Наибольшая повторяемость оттепелей отмечена в начале (12,6 дня) и конце (16,2 дня) зимы, минимум повторяемости (5,2 дня) падает на февраль (табл. 21).

Продолжительность оттепелей обычно невелика. В среднем за зиму она равна 4 дням. Наибольшая непрерывная продолжительность оттепелей наблюдается в начале и конце зимы. Так, в декабре 1974 г. отмечено 26 дней с оттепелью, а в марте 1967 г. —

31 день. Наиболее часты в течение зимы оттепели длительностью 1—3 дня (64 %).

Интенсивность периодов с оттепелью определяется максимальной температурой. Максимальные температуры воздуха при оттепелях чаще всего (53 %) бывают в пределах 0,1—1,9 °С (табл. 22). Один раз за весь период наблюдений температура при оттепелях зимой поднималась до 7,0 °С (январь 1914 г.) и до 12,3 °С (март 1948 г.).

#### 4.2. Температура почвы

Термический режим почвы зависит от прихода солнечной радиации, циркуляции атмосферы, влажности, а также от механического состава и типа почвы, характера растительности, формы рельефа и экспозиции склонов. Температура почвы настолько подвержена воздействию местных факторов, что может значительно отличаться даже на сравнительно близком расстоянии.

Данные по температуре почвы получены по наблюдениям на метеорологической площадке ст. Сортавала. Почва на метеоплощадке подзолистая, верхний слой — суглинок, далее до глубины 60 см — тяжелый суглинок, ниже — глина.

Средняя годовая температура поверхности почвы положительная и равна 3 °С. В годовом ходе максимум ее приходится на июль (19 °С), минимум — на февраль (—12 °С) (табл. 23). Средняя месячная температура поверхности почвы в летние месяцы на 2—3 °С выше, а в зимние месяцы на 1—2 °С ниже средней месячной температуры воздуха, а средняя годовая температура почвы равна средней годовой температуре воздуха.

Средние месячные температуры поверхности почвы, как и температуры воздуха, могут существенно изменяться от года к году. Самые низкие температуры за период с 1947 по 1980 г. наблюдались в январе 1966 г., когда средняя месячная температура почвы составила —23 °С, что на 12 °С ниже нормы. Холодным был и январь 1968 г. (—22 °С). К теплым зимним месяцам относится январь

Таблица 23

Средняя месячная  $\bar{t}$ , максимальная  $\bar{t}_{\text{макс}}$ ,  $T_{\text{макс}}$  и минимальная  $\bar{t}_{\text{мин}}$ ,  $T_{\text{мин}}$  температура поверхности почвы (°С). 1947—1980 гг.

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{t}$	—11	—12	—8	—0	10	17	19	16	10	3	—2	—7	3
$\bar{t}_{\text{макс}}$	—7	—7	—0	6	21	31	33	28	18	7	0	—4	11
$T_{\text{макс}}$	6	4	10	28	40	50	51	48	35	23	10	6	51
$\bar{t}_{\text{мин}}$	—17	—18	—15	—5	1	7	10	9	4	—0	—5	—12	—3
$T_{\text{мин}}$	—44	—42	—40	—29	—12	—6	2	—2	—7	—16	—31	—44	—44

1949 и 1975 гг. В эти годы средняя температура января превысила норму на 6—7 °С. Но самым теплым зимним месяцем был февраль 1961 и 1974 гг. (—2 °С). В эти годы средняя месячная температура поверхности почвы превысила норму на 10 °С. Наиболее низкая средняя месячная температура поверхности почвы в декабре равна —18 °С (1978 г.), что ниже нормы на 11 °С. В летние месяцы изменчивость средних месячных температур поверхности почвы меньше. Отклонения от нормы не превышают 5 °С. К аномально теплым летним месяцам относится июль 1972 г. (23 °С) и 1973 г. (24 °С), к холодным — июль 1965 г. (16 °С).

Отрицательные значения средней месячной температуры на поверхности почвы отмечаются с ноября по апрель. Очень редко (один раз в 30 лет) может быть отрицательной средняя месячная температура октября.

Средние и абсолютные максимальные и минимальные температуры поверхности почвы получены из ежедневных данных максимального и минимального термометров.

В летние месяцы максимальная температура оголенной поверхности почвы в среднем на 10—12 °С выше, чем максимальная температура воздуха. Самая высокая температура поверхности почвы (51 °С) наблюдалась в июле 1973 г. (абсолютный максимум).

Минимальные температуры поверхности почвы (или снега) в зимние месяцы (январь—март) на 4 °С, а летом на 2 °С ниже, чем минимальная температура воздуха. Самая низкая температура поверхности почвы (—44 °С) наблюдалась в декабре 1955 г. (абсолютный минимум).

Первые заморозки на поверхности почвы появляются 15 сентября (средняя дата), прекращаются заморозки в среднем 1 июня, что на 10—14 дней раньше и позже, чем в воздухе. Безморозный период на поверхности почвы в среднем длится 105 дней (на 23 дня короче, чем в воздухе). В отдельные годы первые и последние заморозки могут наступать, прекращаться раньше или позже средней даты.

Ранние осенние и поздние весенние заморозки наносят большой вред сельскому хозяйству. Весенние заморозки в период начавшейся вегетации растений пагубно влияют на судьбу будущего урожая, осенние наносят ущерб еще не собранному урожаю.

В холодный период года большое значение имеет наличие снежного покрова и его высота. Почва, не покрытая снегом, охлаждается и промерзает значительно быстрее. Важной характеристикой термического режима почвы в холодный период является глубина промерзания почвы. Под снежным покровом, даже при более низкой температуре, глубина промерзания оказывается меньше, чем без снежного покрова. Глубина промерзания почвы ( $H$ ) имеет следующие значения:

Месяц . . . . .	XI	XII	I	II	III
$H$ см . . . . .	8	20	30	36	42

Средняя из максимальных за зиму глубина промерзания почвы равна 42 см.

Колебания температуры поверхностного слоя распространяются вглубь. При этом период суточных и годовых колебаний температуры не изменяется с глубиной, но амплитуда этих колебаний быстро убывает. Время наступления экстремальных температур как в суточном, так и в годовом ходе запаздывает пропорционально увеличению глубин.

На глубинах 5—20 см измерения температуры почвы производятся коленчатыми термометрами, которые устанавливаются только на теплый период года на открытой, свободной от растительности площадке. Их показания характеризуют температурный режим пахотного слоя почвы (табл. 24).

Таблица 24

Средняя месячная температура верхних слоев почвы (°С)  
по коленчатым термометрам. 1948—1930 гг.

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

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

На глубине 0,2—1,6 м наблюдения производятся глубинными (вытяжными) термометрами под естественным покровом. Температура почвы на различных глубинах испытывает значительно меньше колебания от года к году, чем температура поверхности почвы и прилегающих слоев атмосферы. Отрицательные температуры на глубине 0,2 м наблюдаются с декабря по март, на глубине 0,4 м — с января по март, на остальных глубинах средние месячные температуры в течение года положительные. В годовом ходе темпера-

тура почвы на глубинах характеризуется одним минимумом и одним максимумом (рис. 6). На глубине 0,2 м максимум температуры наблюдается в июле ( $15,8^{\circ}\text{C}$ ), минимум — в январе ( $-1,2^{\circ}\text{C}$ ), а на глубине 1,6 м максимум температуры смещается на август ( $11,3^{\circ}\text{C}$ ), минимум — на апрель ( $1,8^{\circ}\text{C}$ ).

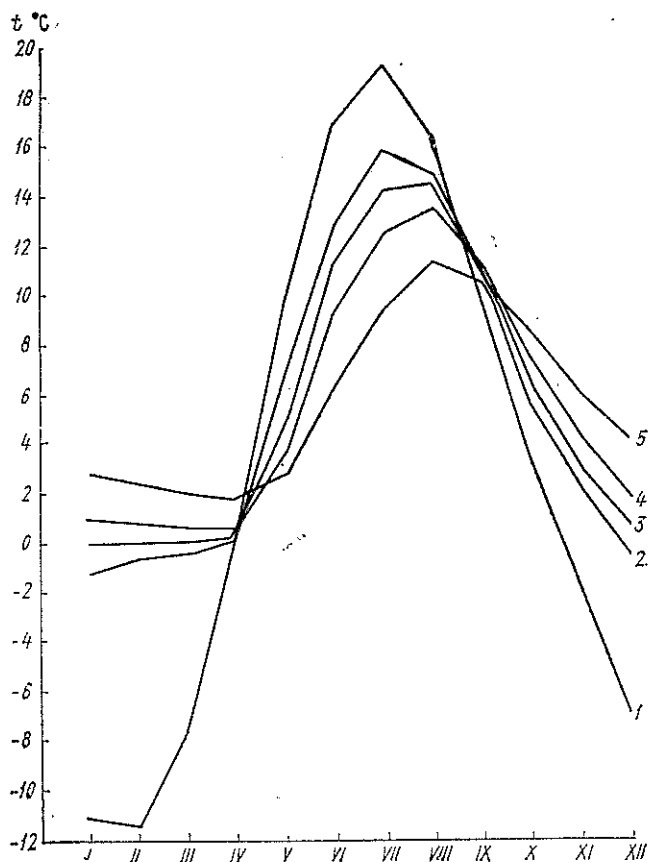


Рис. 6. Годовой ход температуры поверхности почвы (1) и температуры на глубине 0,2 м (2), 0,4 м (3), 0,8 м (4) и 1,6 м (5).



## 5. РЕЖИМ АТМОСФЕРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

### 5.1. Влажность воздуха

Влажность воздуха характеризуется следующими показателями: парциальным давлением водяного пара, дефицитом насыщения и относительной влажностью.

Парциальное давление (упругость) водяного пара — основная характеристика влажности воздуха, измеряется в гектопаскалях (гПа).

Относительная влажность (%) равна отношению парциального давления водяного пара, содержащегося в воздухе, к давлению насыщающего водяного пара при данной температуре.

Таблица 25

Среднее месячное и годовое парциальное давление водяного пара  $e$  (гПа), относительная влажность  $r$  (%) и дефицит насыщения  $d$  (гПа). 1945—1980 гг.

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$e$	3,0	2,8	3,5	5,1	7,2	10,8	13,5	13,4	10,2	7,1	5,2	3,9	7,1
$r$	85	84	79	75	67	69	73	79	84	85	88	87	79
$d$	0,5	0,5	1,0	1,9	4,3	5,8	5,8	4,1	2,1	1,3	0,7	0,5	2,4

Дефицит насыщения — это разность между давлением насыщающего водяного пара и его парциальным давлением при данной температуре. Средние значения парциального давления водяного пара и дефицита насыщения изменяются в течение года аналогично ходу температуры воздуха. Годовой ход их выражен хорошо. Наименьшие значения парциального давления водяного пара и дефицита насыщения наблюдаются зимой, с минимумом в феврале, наибольшие — летом (табл. 25). Начиная с марта значения парциального давления водяного пара и дефицита насыщения быстро возрастают и достигают максимума в июле.

От года к году средние месячные значения парциального давления водяного пара и дефицита насыщения изменяются значительно. Так, в феврале 1974 г. парциальное давление водяного пара было 5,3 гПа, а в феврале 1956 г. — 1,5 гПа. В июле наибольшее значение парциального давления водяного пара наблюдалось в 1934 г. (17,8 гПа), наименьшее — в 1948 г. (11,3 гПа). Среднее годовое значение парциального давления водяного пара колеблется от 6,3 (1956 г.) до 8,2 гПа (1934 г.), дефицита насыщения — от 1,7 (1962 г.) до 3,0 гПа (1973, 1975 гг.).

Годовой ход относительной влажности обратен годовому ходу

парциального давления водяного пара и дефицита насыщения, но менее выражен, так как в течение всего года влажность воздуха в Сортавале довольно высокая. В холодный период относительная влажность наибольшая с максимумом в ноябре (88 %). Начиная с февраля относительная влажность уменьшается и достигает наименьшего значения в мае (67 %). Однако в отдельные годы относительная влажность в мае может колебаться от 49 (1978 г.) до 76 % (1955 г.). Средние годовые значения относительной влажности от года к году изменяются незначительно — от 76 (1973 г.) до 83 % (1946 г.).

Относительная влажность чаще, чем другие показатели влажности, применяется в практических целях. В сочетании с температурой воздуха она дает представление об испаряемости, о комфортности условий, а также характеризует коррозионную агрессивность атмосферы. Значения относительной влажности в 14 ч близки к суточному минимуму и летом служат косвенной характеристикой возможности испарения. Годовой ход относительной влажности в 14 ч аналогичен годовому ходу ее средних месячных значений.

Суточный ход характеристик влажности представлен в табл. 26. Суточный ход парциального давления водяного пара своеобразный и довольно сложный, в значительной степени зависит от местных условий.

Таблица 26

Среднее месячное и годовое парциальное давление водяного пара  $e$  (гПа), относительная влажность  $r$  (%) и дефицит насыщения  $d$  (гПа) в различные часы суток

Месяц	$e$				$r$				$d$			
	2 ч	8 ч	14 ч	20 ч	2 ч	8 ч	14 ч	20 ч	2 ч	8 ч	14 ч	20 ч
I	3,1	3,0	3,2	3,1	86	86	85	86	0,4	0,4	0,5	0,5
II	2,8	2,7	3,0	3,0	85	85	80	83	0,5	0,4	0,7	0,5
III	3,0	2,8	3,4	3,3	83	85	67	73	0,6	0,5	1,7	1,2
IV	4,9	5,0	5,2	5,2	83	82	63	68	1,0	1,0	3,4	2,5
V	7,1	7,3	7,2	7,4	82	73	55	59	1,6	3,0	6,6	5,5
VI	10,5	11,2	10,9	10,8	84	75	60	62	2,0	3,8	8,2	7,1
VII	13,6	14,3	13,9	14,4	87	78	60	66	2,1	4,1	10,1	8,0
VIII	13,2	13,8	13,7	14,0	90	86	65	73	1,4	2,2	8,0	5,4
IX	10,2	10,2	10,6	10,6	91	91	71	81	1,0	1,1	4,4	2,4
X	7,1	7,1	7,3	7,2	88	90	78	84	0,9	0,8	2,1	1,3
XI	5,5	5,4	5,5	5,5	89	89	86	88	0,6	0,6	0,9	0,7
XII	3,8	3,9	3,9	3,8	87	87	86	87	0,5	0,5	0,6	0,5
Год	7,1	7,2	7,3	7,4	86	84	71	76	1,0	1,5	3,9	3,0

В суточном ходе дефицита насыщения наибольшие значения наблюдаются днем после полудня, наименьшие — ночью перед восходом солнца (а зимой — утром).

Наибольший практический интерес представляет изменение относительной влажности в течение суток. Суточный ход относительной влажности заметно выражен только в теплый период года, когда амплитуда колебаний достигает 20—27 %, при этом минимум ее наступает обычно после полудня, а максимум — перед восходом солнца. С ноября по февраль, когда относительная влажность высокая (более 80 %), она почти не меняется в течение суток, и колебания ее не превышают 5 %.

Показателем повышенной влажности воздуха, которая так характерна для Сортавалы, может служить число дней с относительной влажностью в 14 ч, равной 80 % и более. Число влажных дней в Сортавале в среднем за год равно 153, и приходятся они в основном на осенне-зимний период, с максимумом в декабре (25,2 дня). Резкое уменьшение числа влажных дней происходит к весне-летнему периоду, минимум наблюдается в мае (4,0 дня). В отдельные месяцы число влажных дней (*n*) распределяется следующим образом (1945—1978 гг.):

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{n}$	23,8	15,3	9,5	7,9	4,0	4,8	4,9	8,1	11,0	15,9	23,0	25,2	153,4

Показателем сухости погоды принято считать число дней с относительной влажностью, равной 30 % и ниже хотя бы в один из сроков. Повторяемость сухих дней в Сортавале незначительная и составляет в среднем за год 7 дней. Чаще всего сухая погода бывает в мае (3,3 дня). В отдельные годы число сухих дней в мае может достигать 20 (1978 г.). С сентября по февраль сухих дней не бывает совсем, а в остальные месяцы, в том числе и в мае, они наблюдаются не ежегодно. Ниже приводится число дней (*n*) с относительной влажностью 30 % и менее в любой из сроков за период 1945—1978 гг.:

Месяц . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{n}$ . . . .	0	0	0,1	0,9	3,3	2,1	0,6	0,4	0	0,03	0	0	7,4

Один раз за весь период наблюдений (12 октября 1971 г.) влажность воздуха ниже 30 % наблюдалась в октябре.

Наибольшее число сухих дней за год отмечено в 1978 г. (28 дней). В этом же году 18 мая зарегистрирована самая низкая относительная влажность (16 %).

## 5.2. Атмосферные осадки

Осадки выпадают в виде дождя, мороси, града, снега, снежной крупы и снежных зерен. Количество осадков измеряется толщиной слоя выпавшей воды (в миллиметрах) при отсутствии стока, про-

сачивания и испарения. При дожде, дающем 1 мм осадков, на каждый квадратный метр поверхности приходится 1 л воды, а на гектар — 10 т воды.

На метеорологических станциях осадки измеряются осадкомером, приемная часть которого находится на высоте 2 м.

По количеству выпадающих осадков Сортавала относится к зоне избыточного увлажнения. Выпадение осадков в Сортавале связано в основном с циклонической деятельностью. Из годового количества осадков приблизительно одна треть приходится на холодный период (ноябрь—март), а две трети — на теплый (апрель—октябрь). Ниже приводятся средние месячные и годовые суммы осадков с поправками на смачивание ( $\bar{S}$ ) за период 1945—1980 гг.:

Месяц . . . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
$\bar{S}$ . . . . .	38,8	30,8	26,8	36,6	35,3	48,4	62,5	70,0
Месяц . . . . .	IX	X	XI	XII	XI—III	IV—X	Год	
$\bar{S}$ . . . . .	66,2	63,0	61,0	53,1	210,5	382,0	592,5	

За год в Сортавале выпадает 592 мм осадков. В годовом ходе максимум наблюдается в августе (70 мм), минимум — в марте (27 мм).

Из года в год существенно изменяются как месячные, так и годовые суммы осадков. В наиболее дождливом (за имеющийся ряд наблюдений с 1892 г.) 1928 г. выпало 981 мм осадков, а в наиболее сухом 1947 г. — 428 мм.

Изменчивость месячных сумм осадков велика как зимой, так и летом. Наибольшая месячная сумма осадков (186 мм) отмечена в ноябре 1923 г., наименьшая (2 мм) — в августе 1955 г. Самым засушливым месяцем за весь период наблюдений был апрель 1893 г., когда осадки совсем не выпадали.

Одной из основных характеристик осадков является их интенсивность. В холодный период в Сортавале преобладают обложные

Таблица 27

Средняя интенсивность осадков  $I$  по месяцам. 1945—1980 гг.

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI
$I$ мм/ч . . . . .	0,16	0,15	0,19	0,34	0,55	0,82
$I$ мм/мин . . . . .	0,003	0,002	0,003	0,006	0,009	0,014
Характеристика	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$I$ мм/ч . . . . .	1,11	1,06	0,70	0,47	0,29	0,23
$I$ мм/мин . . . . .	0,018	0,018	0,012	0,008	0,005	0,004

осадки, интенсивность которых невелика. В летние месяцы интенсивность возрастает за счет ливневых осадков (табл. 27). Средняя интенсивность осадков за месяц рассчитана как отношение количества осадков за месяц к их продолжительности. Интенсивность осадков очень изменяется от дождя к дождю. Даже в течение одного дождя она может меняться в широких пределах.

Наибольший интерес представляют максимальные значения интенсивности за определенные промежутки времени (табл. 28). Максимальная интенсивность за интервал 5 мин равна 1,8 мм/мин, за интервал 20 мин — 0,7 мм/мин.

В Сортавале в среднем за год 184 дня с осадками 0,1 мм и более. Наибольшее число дней с таким количеством осадков наблюдается зимой. В табл. 29 приведено среднее число дней с различным количеством осадков. Число дней с осадками 1 мм и более составляет в среднем 111 дней, с осадками 5 мм и более — 36 дней.

Таблица 28

Максимальная интенсивность дождя  $I_{\text{макс}}$  (мм/мин)  
для различных интервалов времени

5 мин	10 мин	20 мин	30 мин	1 ч	12 ч	24 ч
1,8	1,2	0,7	0,5	0,3	0,05	0,03
24 VIII 1959	24 VIII 1959	24 VII 1951		24 VII 1951	17 VIII 1951	17 VIII 1951

Таблица 29

Число дней с различным количеством осадков. 1945—1980 гг.

Месяц	Количество осадков, мм							
	0,0	>0,1	>0,5	>1,0	>5,0	>10,0	>20,0	>30,0
I	5,7	19,1	13,3	9,5	1,7	0,3	0	0
II	4,9	15,9	10,9	8,2	1,3	0,1	0	0
III	4,1	13,1	9,1	6,8	1,3	0,2	0,03	0
IV	3,4	13,1	9,8	8,1	2,1	0,6	0	0
V	3,1	11,3	8,7	7,2	2,3	0,7	0,1	0
VI	2,6	12,4	10,0	8,3	3,4	1,2	0,1	0
VII	2,6	13,0	10,7	9,0	4,1	1,7	0,4	0,1
VIII	3,1	14,1	11,8	10,2	4,2	2,1	0,4	0,1
IX	3,1	16,4	12,3	10,0	4,3	1,6	0,4	0,1
X	4,0	16,4	12,6	10,6	4,2	1,6	0,1	0,03
XI	3,8	19,3	14,6	12,0	3,9	1,0	0,1	0
XII	4,2	20,3	14,7	11,3	2,7	0,7	0,1	0
Год	44,6	184,4	138,5	111,2	35,5	11,8	1,7	0,3

Наибольшее число дней с осадками 10 мм и более приходится на летнее время (август).

Средняя продолжительность осадков за год равна 1612 ч. Годовой ход продолжительности осадков противоположен годовому ходу их количества. Суммарная продолжительность осадков летом почти в четыре раза меньше, чем зимой.

В отдельные месяцы продолжительность  $\tau$  осадков распределяется следующим образом:

Месяц . . . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
$\bar{\tau}$ ч . . . . .	240	207	142	106	64	59	57	66
$\tau_{\text{макс}}$ ч . . . . .	333	366	284	177	134	149	92	124
$\tau_{\text{мин}}$ ч . . . . .	95	112	47	35	10	12	12	13
Месяц . . . . .	IX	X	XI	XII	XI—III	IV—X	Год	
$\bar{\tau}$ ч . . . . .	94	135	209	233	1031	581	1612	
$\tau_{\text{макс}}$ ч . . . . .	172	236	336	402	1368	822	2063	
$\tau_{\text{мин}}$ ч . . . . .	41	37	108	122	701	413	1228	

Наибольшая средняя продолжительность осадков наблюдается в январе (240 ч), наименьшая — в июле (57 ч). В январе она изменяется от 96 ч (1950 г.) до 333 ч (1948 г.), в июле — от 12 ч (1973 г.) до 92 ч (1950 г.). В декабре продолжительность осадков изменяется от 122 ч (1972 г.) до 402 ч (1966 г.). Наибольшая продолжительность осадков за год отмечена в 1980 г. (2003 ч).

Таблица 30

Повторяемость  $P$  (%) осадков различной продолжительности  $\tau$  (ч).  
1941—1980 гг.

Обложные		Ливневые	
$\tau$	$P$	$\tau$	$P$
<6	74	<2	87
6,1—12	17	2,1—4	8
12,1—18	5	4,1—6	3
18,1—24	2	6,1—8	0,9
24,1—30	0,9	8,1—10	0,6
30,1—36	0,6	10,1—12	0,3
36,1—42	0,3	12,1—14	0,1
42,1—48	0,1	14,1—16	0,1
48,1—54	0,1	16,1—18	0,05
54,1—60	0,1	18,1—20	0,02
>60	0,1	>20	0,06

Средняя продолжительность осадков в день с осадками составляет 3,1 ч, однако в отдельных случаях осадки могут выпасть непрерывно в течение нескольких суток. Максимальная непрерывная продолжительность осадков наблюдалась с 31 января по 3 февраля 1969 г. (89,4 ч). Продолжительные осадки были отмечены и в феврале 1977 г. (76,8 ч). Непрерывная продолжительность выпадения обложных осадков больше, чем ливневых. Непрерывная продолжительность обложных осадков в 74 % случаев не превышает 6 ч (табл. 30).

В Сортавале 63 % годового количества составляют жидкие осадки, 21 % — твердые, 16 % — смешанные (снег с дождем или мокрый снег). В период с июля по август выпадают только жидкие осадки. Осеннее количество жидких осадков уменьшается, а твердых и смешанных увеличивается. В зимние месяцы осадки выпадают преимущественно в твердом виде. Жидкие осадки в январе, феврале, марте составляют 2 %. На долю смешанных осадков в эти месяцы приходится 21—23 %. Соотношение осадков по фазовому состоянию как в светлую, так и в темную часть суток практически одинаковое. Ночью и днем жидкие осадки преобладают над твердыми и смешанными и составляют соответственно 49 и 47 %. Повторяемость твердых осадков ночью равна 37 %, днем — 38 %, смешанных ночью — 14 %, днем — 15 %. Повторяемость осадков по их видам рассчитана отдельно за ночь и день.

По характеру выпадения осадки делятся на обложные, ливневые, обложные, переходящие в ливневые, и наоборот. Ливневые осадки выпадают преимущественно с апреля по сентябрь. Наибольшая повторяемость их отмечается в июле. В холодную половину года преобладают обложные осадки с максимумом в январе, феврале. Обложные осадки составляют ночью 70 %, днем 59 %, ливневые осадки — ночью 21 %, днем 28 % и обложные с ливневыми — ночью 9 %, днем 13 %.

Суточный максимум осадков колеблется в широких пределах — от 1 до 50 мм. Абсолютный суточный максимум осадков, полученный за весь ряд наблюдений, равен 57 мм (июль 1929 г.). Такой максимум возможен один раз в 100 лет. Наиболее вероятен в Сортавале годовой суточный максимум осадков от 25 до 35 мм.

Осадки 30 мм и более за сутки называются обильными. Они наблюдаются не ежегодно и только в теплый период (май — октябрь). Среднее многолетнее число дней с обильными осадками равно 0,3. Наибольшее число таких дней (2 дня) отмечено в 1970 г. Отклонение числа дней с обильными осадками за отдельные годы от среднего многолетнего в 97 % случаев не превышает одного дня. Среднее квадратическое отклонение составило 0,5 дня. Среднее количество обильных осадков за период 1941—1980 гг. равно 37 мм, максимальное — 48,6 мм (1972 г.). Осадки с суточным слоем 31 мм имеют обеспеченность 95 %. Обильные осадки с суточным слоем 50 мм возможны один раз в 20 лет (5 %-ная обеспеченность). Обеспеченность количества обильных осадков, рассчитанная по общему числу случаев с осадками за

сутки 30 мм и более, распределена следующим образом:

Обеспеченность, % . . . . .	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
Сумма осадков, мм . . . . .	50	46	41	39	37	35	34	32	31	31	31

Число бездождных дней в среднем за год равно 136. За бездождный день принят день, когда осадки не выпадали совсем. Наибольшее число бездождных дней (177) наблюдалось в 1959 г., наименьшее (96) — в 1977 г. Отклонение числа бездождных дней от среднего многолетнего в 64 % случаев не превышает 19 дней. Повторяемость максимальных отклонений (40—49 дней) составляет 5 %. Среднее квадратическое отклонение равно 20 дням. Средняя непрерывная продолжительность бездождных дней 2,4. Наибольшая непрерывная продолжительность бездождных дней (23) наблюдалась с 14 марта по 5 апреля 1958 г. Наибольшее число бездождных дней наблюдается в мае, наименьшее — в январе.

Бездождным периодом считается такой период, когда в течение 10 дней и более осадки не выпадают совсем или их суточное количество не превышает 1 мм. Чаще всего такие периоды наблюдаются весной и в начале лета. В среднем в Сортавале наблюдается ежегодно семь бездождных периодов. В отдельные годы число бездождных периодов увеличивается до 12 (1960 г.) или уменьшается до 3 (1971, 1977 гг.). Средняя продолжительность бездождного периода 15 дней. Наибольшая продолжительность (42 дня) отмечена в 1947 г. (с 19 января по 1 марта). Наиболее часто наблюдаются бездождные периоды продолжительностью 10—20 дней (87 %). Более длительные бездождные периоды (более 30 дней) наблюдаются редко (3 % случаев).

Осадки 8 мм и более за 12 ч и менее принято называть значительными. Выпадают они чаще в теплый период года, с максимумом в июле. В период с декабря по март они выпадают редко. Среднее число полусуток со значительными осадками за год равно 13,9. В отдельные годы оно изменяется от 7 (1947, 1963, 1972 гг.) до 29 дней (1962 г.). Среднее квадратическое отклонение числа полусуток равно 2.

### 5.3. Снежный покров и метели

**Снежный покров.** Снежный покров является климатическим фактором, оказывающим существенное влияние на формирование климата в зимний период. Вследствие большой отражательной способности снега сильно понижается температура прилегающего слоя воздуха. В то же время, являясь плохим проводником тепла, снег не дает охлаждаться почве и предохраняет ее от глубокого промерзания. В снежном покрове накапливается большое количество воды, которая увлажняет почву весной. Снег защищает от морозов озимые посевы и другие сельскохозяйственные культуры.



В хозяйственной жизни города снежный покров играет иную роль. Он отрицательно влияет на работу автомобильного и железнодорожного транспорта, так как большие скопления снега, особенно при метелях, затрудняют движение на дорогах и железнодорожных магистралях. Город обладает густой сетью трубопроводов, поэтому при их прокладке, а также при закладке фундаментов зданий необходимо учитывать мощность снежного покрова и характер его залегания, от чего во многом зависит глубина промерзания грунта. Такой показатель, как плотность снега, входит в строительные расчеты при определении снеговых нагрузок на сооружения, а в сочетании с высотой снежного покрова плотность снега является основой для гидрологических расчетов и прогнозов.

Первый снег в Сортавале выпадает обычно в первой половине октября. Однако в 1973 г. он был отмечен 14 сентября, а в 1961 г. снега не было до 11 ноября. Первый снег, как правило, быстро тает.

Снежный покров (как слой снега, закрывающий более половины видимой наблюдателю земной поверхности) в Сортавале появляется в среднем 31 октября. Самая ранняя дата залегания снежного покрова в Сортавале отмечена 4 октября 1952 г., но случается, что снежного покрова может не быть до конца ноября (1899, 1945, 1949 гг.). Образовавшийся снежный покров из-за частых оттепелей неоднократно стаяет и вновь появляется. Этот период обычно называется предзимьем и длится он месяц. С наступлением устойчивых морозов в третьей декаде ноября (средняя дата 30 ноября) залегание снежного покрова становится постоянным. Однако в зависимости от погодных условий конкретного года сроки образования устойчивого снежного покрова колеблются в широких пределах. Так, в 1921 г. устойчивый снежный покров образовался 25 октября, а в 1933 г. — 15 января. Снежный покров принято считать устойчивым, если он лежит непрерывно в течение всей зимы или с перерывами не более 3 дней в течение каждых 30 дней его залегания. Снежный покров в Сортавале держится в среднем 153 дня, но в зиму 1915-16 г. он сохранялся 185 дней, а в зиму 1972-73 г. — 114 дней.

С образованием устойчивого снежного покрова высота его постепенно увеличивается и к началу марта достигает максимального значения (52 см). Средняя декадная высота снежного покрова в течение зимы распределяется следующим образом (участок защищенный):

Месяц . . . . .	XI	XII	I	II	III	IV
Декада . . . . .	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3
Высота, см . . . . .	1 3 6	12 15 19	24 31 36	43 48 51	52 50 45	34 19 6

В многоснежную зиму 1965-66 г. наибольшая декадная высота в Сортавале достигла 131 см, а в малоснежную зиму 1949-50 г. — 24 см. В отдельные декады высота снежного покрова

от года к году также значительно меняется. В первой декаде апреля наибольшая высота снежного покрова колеблется от 1 см (1975 г.) до 114 см (1966 г.), а в третьей декаде — от 0 до 79 см. В отдельные годы в конце апреля снега может совсем не быть (в среднем в одну зиму из трех).

Весеннее снеготаяние в Сортавале начинается в третьей декаде марта или начале апреля. К этому времени значительно увеличивается продолжительность солнечного сияния и прогрев в дневное время. Таяние снежного покрова идет интенсивнее, чем его нарастание. От первой декады апреля ко второй высота снежного покрова уменьшается в среднем на 15 см, от второй к третьей — на 13 см. К 16 апреля в среднем происходит разрушение устойчивого снежного покрова. Разрушение устойчивого снежного покрова в отдельные годы происходит в разное время. Например, в зиму 1974-75 г. устойчивый снежный покров разрушился 12 марта, а в зиму 1954-55 г. — только 8 мая. Нередко после исчезновения снежного покрова может снова выпасть снег и на некоторое время образовываться снежный покров. Окончательный сход снежного покрова в Сортавале наблюдается 23 апреля. Однако в отдельные годы он сходит 2 апреля (1950 г.) или 15 мая (1965 г.). Продолжительность периода между разрушением устойчивого снежного покрова и его окончательным сходом в четыре раза меньше, чем между появлением снежного покрова и его установлением. Отдельные выпадения снега весной наблюдаются до июня, а иногда даже в июне (самая поздняя дата — 10 июня 1982 г.). В 1950 г. последний снег выпал 13 апреля.

Для более полной характеристики дат образования и разрушения устойчивого снежного покрова приведены кривые обеспеченности (рис. 7). Обеспеченность (%) указанных дат образова-

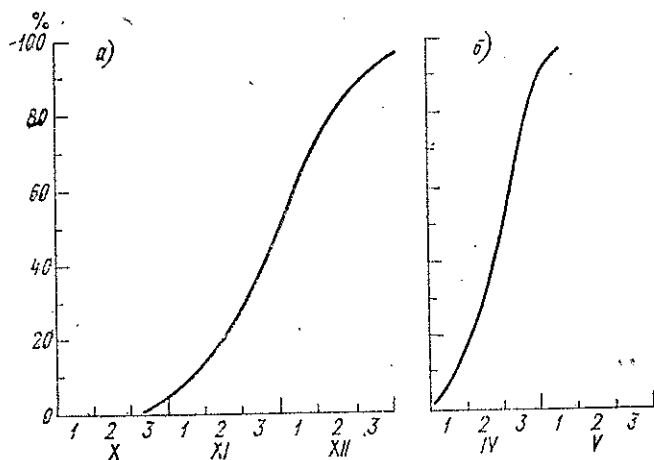


Рис. 7. Обеспеченность (%) указанных и более ранних дат образования (а) и схода (б) устойчивого снежного покрова.

ния и схода снежного покрова — это вероятность, что он образуется или разрушится в указанные даты либо раньше их. В годы с ранней зимой устойчивый снежный покров в Сортавале может образоваться 6 ноября (10% -ная обеспеченность). В отдельные годы весной сход устойчивого снежного покрова возможен 6 апреля и раньше (10% -ная обеспеченность).

Плотность снега ( $г/см^3$ ) определяется количеством снега, содержащегося в единице объема снежного покрова с ненарушенной структурой. Определение плотности производится весовым снегомером. Плотность снега — величина непостоянная. В начале зимы она составляет  $0,18 г/см^3$ , а к концу зимы под воздействием оттепелей, ветра и собственной массы снега его плотность возрастает до  $0,33 г/см^3$ . Ниже приводится плотность снежного покрова ( $d$ ) и запас воды в снеге ( $S$ ) на последний день декады по данным снегосъемок на полевом участке:

Характеристика	XI		XII			I		
	2	3	1	2	3	1	2	3
$d г/см^3$ . . . . .	.	0,18	0,20	0,20	0,22	0,22	0,23	0,23
$S мм$ . . . . .	.	15	17	27	39	43	57	73

Характеристика	II			III			IV		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
$d г/см^3$ . . . . .	0,24	0,24	0,25	0,26	0,26	0,30	0,33	.	.
$S мм$ . . . . .	85	99	101	103	103	97	70	.	.

Точка (·) обозначает, что в данной декаде снежный покров наблюдался менее чем в 50 % лет.

В Сортавале в виде снега выпадает около 21 % годового количества осадков. Снежный покров является накопителем влаги. Запас воды в нем определяется толщиной слоя воды (мм), который образовался бы на горизонтальной поверхности в результате таяния снежного покрова при отсутствии стока, просачивания и испарения.

Запас воды в снеге определяет количество влаги в почве в весенние месяцы. От величины этого запаса и интенсивности снеготаяния зависит характер весеннего половодья, сток воды в водоемы.

Запас воды в снеге, выраженный в миллиметрах, определяется по высоте снежного покрова и его плотности. Как и высота снега, он увеличивается из месяца в месяц, достигая наибольших значений к моменту снеготаяния (первая декада марта). Средний запас воды в снеге колеблется от 15 мм (ноябрь) до 103 мм (март). Максимальный запас воды в снеге от года к году меня-

ется значительно — от 48 мм (зима 1948-49 г.) до 213 мм (зима 1965-66 г.).

Значительные трудности для города создают сильные снегопады, во время которых прирост высоты снежного покрова за сутки составляет 10 см и более. Сильные снегопады нарушают безопасность движения, приводят к уменьшению объема перевозок и требуют дополнительных затрат на снегоочистительные работы.

В Сортавале сильные снегопады отмечаются в среднем 1,2 случая за зиму. По данным за 31-летний период (1940—1975 гг.) чаще всего сильные снегопады бывают в декабре и январе (24 %). В феврале повторяемость их равна 21 %, а в апреле — только 3 %.

Средняя интенсивность снегопадов составляет 0,9 см/ч, но в период с 26 на 27 ноября 1966 г. выпал снег интенсивностью 1,1 см/ч и за 24 ч прирост его высоты достиг 26 см. Этот снегопад наблюдался при температуре воздуха 0°C и скорости ветра 3 м/с и дал наибольший прирост высоты снега за указанный период наблюдений. Вероятностные значения увеличения высоты снежного покрова в сантиметрах за сутки равны:

Максимальная высота, см	Обеспеченность, %				
	2	5	10	20	50
26	28	25	23	19	13

Сильные снегопады наблюдаются при температуре воздуха от —18 до 2°C, наиболее часто — при температуре от —8 до —4°C. Скорость ветра при сильных снегопадах колеблется от 0 до 12 м/с, чаще всего составляет 5—6 м/с (39 %).

**Метели.** Метель — это горизонтальный перенос снега ветром над поверхностью земли. Если снег, поднятый ветром, переносится непосредственно у поверхности земли и не ухудшает горизонтальной видимости на уровне глаз наблюдателя, то такое явление называется поземком. Метель, при которой снег поднимается на несколько метров над поверхностью земли, называется низовой. Низовая метель наблюдается, как правило, при ветре достаточной силы и сухом состоянии поверхности снежного покрова. Если горизонтальный перенос снега вдоль земной поверхности происходит при выпадении снега из облаков, то такое явление называется метелью с выпадением снега или общей метелью, при которой обычно трудно различить, поднимается ли снег ветром с поверхности снежного покрова.

При климатической обработке все виды метели, кроме поземка, объединяются в одну группу.

Метели обычно возникают при прохождении атмосферных фронтов, преимущественно теплых. Наиболее сильные метели связаны с глубокими циклонами, при которых в значительной степени усиливается ветер.

Метели наносят значительный ущерб народному хозяйству, особенно автомобильному и железнодорожному транспорту, образуя большие заносы и нарушая движение.

Метели в Сортавале наблюдаются в основном с ноября по апрель, причем в ноябре и апреле отмечаются не ежегодно. От-

Таблица 31  
Число дней *n* с метелью. 1940—1980 гг.

Месяц	Метель					Поземок		
	$\bar{n}$	$\Delta n$	$\sigma$	$n_{\text{макс}}$	год	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	год
X	0,3	0,4	0,62	3	1932	0,03	1	1930
XI	3,1	2,5	3,05	11	1936	2,3	9	1954, 1955, 1956
XII	5,6	3,4	4,61	21	1936	3,8	14	1936
I	5,9	2,8	3,53	15	1939	4,8	11	1948
II	5,0	3,0	3,74	17	1952	4,9	17	1956
III	4,1	2,0	2,75	14	1955	4,3	9	1941, 1955
IV	1,0	1,1	1,67	8	1955	0,9	6	1941
V	0,03			1	1953	0		
Год	25,0	10,5	12,77	55	1954-55	21,0	46	1955-56

дельные метели возможны в октябре (один раз в семь лет) и лишь один раз за последние 36 лет — в мае (1953 г.). Основной характеристикой метелей является среднее число дней (табл. 31). В Сортавале за сезон наблюдается 25 дней с метелями, с максимумом в январе (5,9 дня). В отдельные годы число дней с метелями может значительно отличаться от среднего многолетнего. Так, в зиму 1954-55 г. наблюдалось 55 дней с метелями, а в зиму 1977-78 г. — только 5 дней. В декабре число дней с метелями колеблется от 1 (1978 г.) до 21 (1966 г.) (в 11 % случаев совсем отсутствует), в январе — от 1 (1946, 1978, 1980 гг.) до 15 (1959 г.).

В 50 % лет число дней с метелями за зиму не превышает 20. Повторяемость различного числа дней с метелями распределяется следующим образом:

Число дней . . .	0—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60
Повторяемость, %	6	44	20	18	6	6

Продолжительность метелей колеблется в широких пределах, от 26 (1977-78 г.) до 518 ч (1955-56 г.). Средняя суммарная продолжительность метелей за сезон равна 199 ч (табл. 32). Наибольшая продолжительность метелей наблюдается в январе (48,1 ч).

Наиболее часто метели в Сортавале наблюдаются при юго-восточном (29 %) и восточном (26 %) направлениях ветра и скорости ветра 6—9 м/с (40 %). При скорости ветра менее 6 м/с метели образуются в 6 % случаев, а при скорости более 18 м/с — в 4 % случаев.

Таблица 32  
Продолжительность  $\tau$  (ч) метелей. 1945—1980 гг.

Характеристика	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Год
$\tau$ . . . . .	1,8	23,7	43,8	48,1	43,4	30,3	8,0	0,3	199,4
$\tau_{\text{макс}}$ . . . . .	17,5	101,8	216,0	136,5	187,5	89,2	70,5	10,8	518,0
Год . . . . .	1959	1956	1936	1959	1952	1958	1955	1933	1955-56

Таблица 33  
Повторяемость (%) температуры воздуха в различных пределах при метелях

Температура воздуха, °С		X	XI	XII	I	II	III	IV	Год
от	до								
-24,9	-20,0			1		1			0,4
-19,9	-15,0			1	2	6	4		2
-14,9	-10,0		9	16	20	26	13		17
-9,9	-5,0	43	38	28	34	28	40	11	32
-4,9	0,0	43	48	46	41	38	37	65	43
	>0,0	14	5	8	3	1	6	24	6

Большое значение при метелях имеет температура воздуха (табл. 33). Особенно опасны метели при низких температурах, когда снег легко переносится ветром. При оттепелях снег уплотняется и теряет подвижность. Наиболее часто температура воздуха при метелях бывает от 0 до -10 °С (75 %). При температуре воздуха ниже -20 °С метели наблюдаются очень редко (0,4 %). Повторяемость метелей при положительных температурах составляет 6 %.

Для повышения эффективности борьбы со снежными заносами введены количественные характеристики переноса снега при метелях, интенсивность снегопереноса и его объем. Объем переносимого снега зависит не только от интенсивности снегопереноса, но и от продолжительности метели. Средний за зиму объем переносимого снега при метелях равен 180 м<sup>3</sup> на 1 м погонной длины, максимальный — 418 м<sup>3</sup> на 1 м погонной длины. Перенос

снега в Сортавале чаще всего осуществляется при юго-восточном и южном ветре. На эти румбы приходится 52 % общего объема снегопереноса; 16 % снега переносится восточными, 12 % — северо-восточными ветрами.

Объем отложившегося снега меньше объема переносимого снега вследствие того, что снег, переносимый ветром, не полностью осаждается у препятствий или снегосборной защиты и плотность снеговых отложений значительно больше плотности переносимого снега.

## 6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

### 6.1. Облачность

Облака представляют собой видимую часть взвешенных капель воды или кристаллов льда на некоторой высоте над поверхностью земли. Наблюдения за облачностью производятся визуально, но в последние годы используются также инструментальные наблюдения при помощи метеорологических локаторов и искусственных спутников земли. Характеризуется облачность обычно количеством облаков, их формой и высотой нижней границы над уровнем станции.

Количество облаков или степень покрытия неба облаками оценивается по десятибалльной шкале, причем различают три основных состояния неба: ясное (0—2 балла), полужасное (3—7 баллов) и пасмурное (8—10 баллов).

В зависимости от высоты нижней границы облаков облачность подразделяется на три яруса: верхний, средний и нижний. В верхнем ярусе (выше 6000 м) располагаются три формы облаков: перистые, перисто-кучевые и перисто-слоистые. К среднему ярусу (2000—6000 м) относятся высоко-слоистые и высоко-кучевые облака. В нижнем ярусе располагаются наиболее плотные и тяжелые облака: слоисто-кучевые, слоистые и слоисто-дождевые. Высота их нижней границы менее 2000 м.

Облака вертикального развития (кучевые и кучево-дождевые) обычно занимают несколько ярусов, но основания их располагаются в нижнем, поэтому эти облака отнесены к нижнему ярусу.

Облачность подразделяется на общую и нижнюю. Вначале оценивается общая облачность (все облака, наблюдаемые на небосводе), затем — нижняя (облачность нижнего яруса и вертикального развития). От облачности, особенно нижней, зависит количество солнечной радиации, поступающей к земной поверхности, а это во многом определяет температурный режим почвы и приземного слоя воздуха. Интенсивная циклоническая деятельность обуславливает в Сортавале значительную облачность в течение всего года, а особенно в осенне-зимний период. В нояб-

Таблица 34

Средняя месячная и годовая общая и нижняя облачность (баллы) и отношение  $P$  нижней облачности к общей. 1945—1960 гг.

Облачность	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Общая . . . . .	7,8	7,4	6,4	6,8	6,3	6,4	6,4	6,6	7,3	7,9	8,5	8,2	7,2
Нижняя . . . . .	6,5	5,7	4,4	4,5	3,8	3,6	3,5	4,2	5,4	6,6	7,9	7,2	5,3
$P$ % . . . . .	83	77	69	66	60	56	55	64	74	84	93	88	74



ре— декабре количество облачности наибольшее в году и составляет в среднем 8,2—8,5 баллов по общей и 7,2—7,9 баллов по нижней облачности. Начиная с января, облачность (общая и нижняя) постепенно уменьшается, достигая наименьшего значения в мае—июле. Но даже в это время небо в среднем более чем наполовину закрыто облаками разных форм (6,3—6,4 балла). За год количество общей облачности равно 7,2 балла, нижней— 5,3 балла. Доля облаков нижнего яруса в общей облачности велика в течение всего года (табл. 34). Годовой ход количества нижней облачности аналогичен ходу общей облачности, но имеет большую амплитуду колебаний.

Для характеристики режима облачности в качестве климатологического показателя чаще всего используется повторяемость оценок облачности по градациям: 0—2, 3—7, 8—10 баллов (табл. 35). Пасмурное состояние неба по общей облачности преобладает в течение всего года, а по нижней облачности— с сентября по февраль. С марта по июль по нижней облачности наиболее характерно ясное состояние неба. Летом при развитии конвективной облачности в дневные часы увеличивается повторяемость полужасного неба (19—21 %).

Устойчивость ясной и пасмурной погоды в течение суток характеризуется числом ясных и пасмурных дней. Ясным считается такой день, в котором сумма отметок облачности за четыре срока наблюдений не превышает 7 баллов, а пасмурным— день с суммой отметок за четыре срока наблюдений не менее 33 бал-

Таблица 35

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

Месяц	Общая облачность, баллы			Нижняя облачность, баллы		
	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10
I	17	5	78	29	4	67
II	21	6	73	39	3	58
III	35	9	56	56	6	38
IV	28	11	61	50	8	42
V	28	16	56	51	14	35
VI	25	20	55	51	18	31
VII	26	21	53	53	19	28
VIII	26	16	58	46	17	37
IX	18	12	70	35	14	51
X	16	9	75	27	9	64
XI	13	5	82	20	4	76
XII	15	5	80	22	4	74

лов. В среднем за год отмечается 173 пасмурных дня по общей облачности и 104 дня по нижней облачности. В зависимости от характера атмосферной циркуляции число пасмурных дней изменяется в очень широких пределах. Так, в 1952 г. число пасмурных дней по нижней облачности было 156, а в 1978 г. — только 60. Наибольшее число пасмурных дней по общей облачности наблюдалось в 1974 г. (205), наименьшее — в 1963 г. (139). В годовом ходе больше всего пасмурных дней наблюдается в ноябре, декабре (21 день по общей облачности, 18 и 17 дней по нижней). В теплый период число их резко уменьшается до 10 дней за месяц по общей облачности и 3 дней по нижней. В отдельные годы даже по нижней облачности в летние месяцы бывает до 15 пасмурных дней (август 1948 г.).

Годовой ход ясных дней противоположен годовому ходу пасмурных дней. Число ясных дней в среднем за год равно 24 по общей облачности и 78 по нижней (табл. 36). Чаще всего ясная погода наблюдается весной и летом, с максимумом в мае, июле по нижней облачности (11 дней) и в марте по общей (4 дня). Осенью и зимой ясная погода — явление редкое. Обычно устанавливается она при вторжении арктических воздушных масс и не превышает двух дней за месяц (по общей облачности). Наименьшее число ясных дней наблюдается в ноябре (0,7 дня по общей облачности, 1,6 дня по нижней), и даже в отдельные годы число их по общей облачности не превышает 4 (1951 г.). Наибольшее число ясных дней по общей облачности отмечено в марте 1908 г. (16).

Кроме годового хода, облачность имеет суточный ход. Наиболее четко он выражен в теплый период в связи с более частым поступлением континентальных масс воздуха. В это время отмечаются два максимума: основной — в послеполуденные часы, обусловленный развитием конвективной облачности, второй — в утренние часы, когда под влиянием радиационного охлаждения образуются облака слоистых форм.

Таблица 36

Число ясных и пасмурных дней по общей и нижней облачности. 1945—1980 гг.

Облачность	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ясные дни													
Общая . . . . .	1,5	1,8	4,1	2,2	2,9	2,6	2,5	2,7	1,0	0,9	0,7	1,2	24,1
Нижняя . . . . .	4,3	5,6	9,3	8,1	10,7	9,9	10,7	8,4	3,5	2,4	1,6	3,2	77,7
Пасмурные дни													
Общая . . . . .	18,7	15,2	12,2	12,6	10,6	9,6	10,2	11,8	13,4	17,2	21,1	20,7	173,3
Нижняя . . . . .	13,5	9,9	7,0	6,2	3,8	2,7	2,6	3,9	6,8	11,9	18,2	17,0	103,5

Для более полной характеристики облачности приводятся данные о повторяемости форм облаков, которые оказывают различное влияние на ход метеорологических величин (солнечное сияние, радиацию, температуру воздуха и почвы) (табл. 37). Формы облаков, как и их количество, отличаются большой изменчивостью. В осенне-зимний период для Сортавалы характерно сплошное покрытие неба облаками нижнего яруса слоисто-кучевых, слоисто-дождевых и слоистых форм. Повторяемость слоисто-кучевых облаков велика в течение всего года. В теплый

Таблица 37  
Повторяемость (%) различных форм облаков по месяцам

Форма облаков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Перистые . . . . .	13	14	19	23	33	38	40	31	18	12	7	9
Перисто-кучевые . . . .	0,5	0,5	1	1	2	2	3	2	1	1	0,2	0,3
Перисто-слоистые . . . .	2	2	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1
Высоко-кучевые . . . . .	12	11	13	23	30	38	43	39	29	17	8	11
Высоко-слоистые . . . . .	9	10	9	10	7	7	7	6	7	7	4	7
Кучевые . . . . .		0,2	2	7	13	20	24	17	9	3	0,1	
Кучево-дождевые . . . . .	2	2	4	9	12	16	18	18	13	7	7	4
Слоисто-кучевые . . . . .	23	18	21	27	28	25	27	28	31	41	33	28
Слоисто-дождевые . . . . .	17	17	14	10	4	4	4	4	10	14	21	23
Слоистые . . . . .	18	17	11	6	2	3	3	4	9	14	25	19

Таблица 33  
Повторяемость (%) различных форм облаков весной и летом в различные часы наблюдений. 1966—1980 гг.

Форма облаков	Время, ч							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Весна								
Кучевые . . . . .	1		1	9	31	34	21	3
Кучево-дождевые . . . .	7	5	6	8	16	22	23	13
Слоисто-кучевые . . . . .	12	11	12	11	13	13	14	14
Слоистые . . . . .	9	12	16	19	17	10	7	10
Лето								
Кучевые . . . . .	1	1	1	8	30	30	23	6
Кучево-дождевые . . . .	9	6	7	9	16	20	19	14
Слоисто-кучевые . . . . .	15	14	12	10	10	12	13	14
Слоистые . . . . .	5	9	24	29	15	6	6	6

период формируются облака кучевых форм (кучевые и кучево-дождевые). В годовом ходе кучевых и кучево-дождевых облаков наблюдается хорошо выраженный максимум в летнее время.

Летом чаще других наблюдаются облака высоко-кучевые (38—43 %) и перистые (38—40 %). Годовой ход высоко-кучевой облачности аналогичен годовому ходу кучево-дождевых облаков.

Повторяемость отдельных форм облаков изменяется не только в течение года, но и в течение суток. Значительные изменения наблюдаются в теплый период для облаков нижнего яруса, особенно для кучевых и кучево-дождевых (табл. 38). Наибольшего развития они достигают, как правило, в послеполуденные часы, и повторяемость их в это время максимальная. Вечером облака кучевых форм рассеиваются и в ночные часы достигают минимума. Ярко выраженный суточный ход имеют также слоистые облака с максимумом в утренние часы (6—9 ч). В холодный период суточный ход преобладающих форм облаков практически отсутствует.

Одной из характеристик облачности, имеющей большое значение для авиации, является высота облаков. Это высота неровной поверхности нижней видимой кромки облаков над поверхностью земли, которая изменяется за счет непрерывного процесса образования и разрушения облаков. Высота основания облаков нижнего яруса колеблется в широких пределах: от 100—300 м при слоистой облачности до 1000—1500 м при кучевой, кучево-дождевой. Наибольший интерес представляют низкие облака с высотой ниже 300 м, особо опасные для авиации. Облачность с высотой основания ниже 300 м имеет хорошо выраженный годовой ход с максимумом в ноябре (16 %) и минимумом в июне (2 %). Наибольшая повторяемость низких облаков (ниже 300 м) наблюдается в холодную половину года (табл. 39). Облачность высотой 100 м и ниже отмечается редко и может быть при ветре любых направлений, но чаще всего при южном, юго-восточном и юго-западном направлениях ветра.

Таблица 39

Годовой ход повторяемости (%) высоты нижней границы облаков меньше 300 м. 1954—1980 гг.

Высота нижней границы облаков, м	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<300	11,3	11,7	8,9	5,0	2,3	1,8	2,0	2,1	4,7	8,3	16,2	13,8
<200	2,4	3,2	2,2	1,4	0,8	0,6	0,4	0,5	0,9	1,4	2,9	2,5
<150	1,8	2,4	1,7	1,1	0,7	0,4	0,4	0,4	0,8	1,2	2,1	1,7
<100	0,02	0,04	0,1	0,06	0,04		0,06	0,02		0,02	0,02	0,06
<50				0,02			0,02			0,02		

## 6.2. Видимость

Метеорологическая дальность видимости является одной из характеристик прозрачности атмосферы, которая в свою очередь зависит от наличия и количества взвешенных в воздухе капелек воды или пыли. Под метеорологической дальностью видимости понимается то наибольшее расстояние, с которого в светлое время суток можно различить на фоне неба вблизи горизонта (или на фоне воздушной дымки) абсолютно черный объект достаточно больших размеров.

Видимость оценивается визуально по международной шкале видимости или инструментально с помощью специальных приборов. При метеорологических явлениях (туман, дымка, метель, осадки, сильные снегопады) метеорологическая дальность видимости ухудшается. Так, в тумане она менее 1 км, при сильных снегопадах — сотни метров, а при сильных метелях может даже быть менее 100 м. Сильное помутнение воздуха в городе возможно и из-за скопления в приземном слое частиц антропогенного происхождения (пыли, сажи, гари и других примесей), выбрасываемых в атмосферу промышленными предприятиями и городским

Таблица 40  
Повторяемость (%) различных градаций  
видимости. 1966—1980 гг.

Месяц, сезон	Градация видимости, км		
	0—1	1—10	10—50
I	4	64	32
II	5	60	35
III	5	49	46
IV	4	31	65
V	1	17	82
VI	1	18	81
VII	1	18	81
VIII	3	27	70
IX	4	32	64
X	2	36	62
XI	3	55	42
XII	4	61	35
Зима . . . . .	4	59	37
Весна . . . . .	2	24	74
Лето . . . . .	2	21	77
Осень . . . . .	3	41	56
Год . . . . .	3	39	58

транспортом. При отсутствии явлений, ухудшающих видимость, метеорологическая дальность видимости бывает не менее 10 км.

Для получения характеристик метеорологической дальности видимости были использованы данные восьмисрочных визуальных и инструментальных наблюдений за 1966—1980 гг.

Во все сезоны года, кроме зимы, преобладающей видимостью является видимость 10—50 км. Метеорологическая дальность видимости имеет хорошо выраженный годовой ход. Наибольшая прозрачность атмосферы наблюдается с мая по июль. На эти месяцы падает 81—82 % повторяемости хорошей видимости (10—50 км). Видимость менее 1 км не превышает в эти месяцы 1 %.

Наибольшая повторяемость плохой видимости приходится на холодный период. Зимой преобладает видимость от 1 до 10 км (59 %), а хорошая видимость (10—50 км) составляет 37 % (табл. 40). В этот сезон велика повторяемость атмосферных явлений, ухудшающих видимость: метели, дымки, туманы, снег. Часто они наблюдаются вместе, и бывает трудно установить, какое явление является определяющим. Выпадение жидких атмосферных осадков сопровождается дымкой, выпадение снега — метелью. В холодный период видимость менее 1 км чаще всего связана со снегопадами и туманами, в теплый период — с радиационными туманами.

Плохая видимость (менее 1 км) наблюдается в основном при штилях (51 %) и ветре скоростью 1—5 м/с (36 %). Скорость вет-

Таблица 41

Повторяемость (%) метеорологической дальности видимости менее 1 км при различных скоростях ветра. 1966—1980 гг.

Месяц	Штиль	Скорость ветра, м/с			
		1—2	3—5	6—11	>12
I	43	12	14	28	3
II	45	25	11	19	
III	31	31	26	11	1
IV	47	35	12	6	
V	44	43	13		
VI	56	37	7		
VII	97	3			
VIII	85	13	2		
IX	75	21	3	1	
X	57	32	7	4	
XI	28	18	40	14	
XII	30	21	10	37	2
Год	51	23	13	12	1

ра более 5 м/с при такой видимости наиболее вероятно в холодную половину года (табл. 41).

Понижение видимости отрицательно влияет на работу всех видов транспорта, затрудняет работу в порту. Для взлета и посадки самолетов метеорологическая дальность видимости не должна быть ниже установленных пределов (минимумов). Понижение видимости сказывается на условиях работы промышленных предприятий и строек.

### 6.3. Атмосферные явления

**Туманы.** Туманом называется скопление мельчайших капелек воды или кристаллов льда, находящихся в воздухе во взвешенном состоянии и ухудшающих видимость до значения менее 1 км.

Туман представляет собой серьезную опасность для всех видов транспорта, особенно для воздушного и водного. Высокая относительная влажность воздуха при туманах способствует коррозии металлов и металлоконструкций, сокращению срока службы зданий. Из-за большой влажности и насыщенности вредными примесями городские туманы представляют определенную опасность и для здоровья людей.

Для образования тумана необходима большая насыщенность воздуха водяным паром и последующее выхолаживание воздуха. По происхождению туманы подразделяются на три вида. Радиационные туманы образуются в результате местного выхолаживания воздуха в ночные часы при ясной погоде. Адвективные

Таблица 42  
Число дней  $n$  с туманом. 1941—1980 гг.

Месяц	$\bar{n}$	$\overline{\Delta n}$	$\sigma$	$n_{\text{макс}}$	Год
I	3,4	1,8	2,1	8	1955
II	3,8	1,8	2,3	9	1974, 1976
III	4,2	2,3	3,0	12	1977
IV	4,0	2,0	2,7	13	1964
V	2,6	1,9	2,1	7	1963
VI	2,4	1,6	1,9	7	1946, 1962
VII	2,4	1,1	1,3	5	1961, 1976
VIII	4,5	2,1	2,5	10	1949, 1968
IX	5,6	2,4	2,9	12	1949, 1960
X	3,3	2,2	2,7	9	1953, 1966
XI	2,7	1,5	1,8	7	1962
XII	2,4	1,7	2,2	9	1958
Год	41,3	7,3	8,4	56	1958, 1977

туманы создаются при перемещении относительно теплого и влажного морского воздуха с Атлантики на более холодную подстилающую поверхность. Смешанные, или адвективно-радиационные, туманы возникают при совместном воздействии адвективного и радиационного факторов. Различают еще городские туманы, возникающие из-за скопления большого количества ядер конденсации.

Таблица 43

Средняя продолжительность (ч) туманов в различное время суток

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-III	IV-IX	Год
18—24	3	3	4	4	3	2	0,6	1	4	3	2	2	17	15	32
0—6	2	4	9	9	7	5	6	13	13	7	3	2	27	53	83
6—12	3	5	6	8	3	2	1	4	8	7	3	2	26	26	52
12—18	3	2	1	2	1	1			1	2	2	2	12	5	17

В Сортавале отмечается в среднем за год 41 день с туманами (табл. 42). В отдельные годы число дней с туманом может отличаться от среднего многолетнего. За период с 1941 по 1980 г. наибольшее число дней с туманом было равно 56 (1958, 1977 гг.), наименьшее — 25 (1965 г.). В годовом ходе наибольшее число дней с туманом наблюдается в сентябре (6), наименьшее — в июне, июле и декабре (2). Чаще всего туманы образуются в марте, апреле, августе и сентябре (4—6 дней). В отдельные годы число дней с туманом может достигать 13 (апрель 1964 г.). Наименее вероятны они в июле. В этом месяце даже в отдельные годы число дней с туманом не превышает 5 (1961, 1976 гг.). Изменчивость числа дней с туманом в отдельные месяцы представлена средним квадратическим отклонением, значения которого изменяются от 1,3 (июль) до 3,0 (март). Образование туманов возможно в любое время суток (табл. 43). В теплый период их возникновения наиболее вероятно после полуночи и в предрассветные часы (радиационные туманы). В холодный период, для которого характерны адвективные туманы, они наблюдаются как в светлую, так и в темную часть суток. Туманы образуются чаще при тихой погоде (59%). Образование адвективных туманов связано с поступлением воздушных масс с южным потоком (10%). Менее вероятно образование туманов при северном, северо-западном и западном ветре.

Суммарная продолжительность туманов за год 184 ч. В отдельные годы она изменяется от 95 (1965 г.) до 274 ч (1972 г.). Годовой ход продолжительности туманов аналогичен годовому ходу числа дней с туманом. Наибольшая средняя продолжительность туманов наблюдается в сентябре (27 ч), наименьшая —



в июле, декабре (8 ч). Продолжительность  $\tau$  ( $r$ ) туманов по месяцам распределяется следующим образом (1946—1980 гг.)

Месяц . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X—III	IX—IX	Год
$\bar{\tau}$ . . . . .	12	16	21	21	13	9	8	20	27	17	12	8	86	98	184
$\tau$ макс . . . .	37	47	80	83	71	34	17	53	78	73	54	35	202	200	274

Максимальная месячная продолжительность туманов изменяется от 17 (июль) до 83 ч (апрель).

Продолжительность туманов в день с туманом, характеризующая их устойчивость, в среднем за год равна 4,8 ч. В теплый период она несколько больше, чем в холодный. Непрерывная продолжительность отдельных туманов может достигать 32 ч (30 ноября — 1 декабря 1959 г.).

**Дымка.** Дымка в Сортавале наблюдается значительно чаще, чем туман. Среднее число дней с дымкой за год составляет 149, что в 3,6 раза больше числа дней с туманом. В отдельные годы число дней с дымкой за год увеличивается до 291 (1980 г.), а в отдельные месяцы — до 31 (январь 1978 г.). Горизонтальная видимость при дымке в зависимости от ее интенсивности составляет от 1 до 10 км.

В годовом ходе числа дней с дымкой наибольшая повторяемость их приходится на осенне-зимний период с максимумом в сентябре, наименьшая — на июнь. Число дней  $\bar{n}$  с дымкой по месяцам равно:

Месяц . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{n}$ . . . . .	14,2	12,8	14,2	12,6	9,0	8,4	9,0	12,9	14,4	14,0	14,0	13,9	149,4

Продолжительность дымки в Сортавале довольно большая. Ее суммарная длительность за год составляет 1113 ч и в зависимости от времени года очень меняется. Наибольшая продолжительность ее наблюдается в холодный период (707 ч), с максимумом в январе (142 ч), наименьшая — в теплый период с минимумом в мае (49 ч). Средняя продолжительность дымки  $\bar{\tau}$  (ч) по месяцам распределяется следующим образом:

Месяц . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{\tau}$ . . . . .	142	115	117	77	49	52	51	81	96	103	113	117	1113

**Гололедно-изморозевые явления.** Частые туманы, дымки и выпадение жидких осадков в холодный период способствуют образованию гололедно-изморозевых отложений на проводах, опорах линий связи и электропередачи, деревьях, телемачтах, высотных краях, на ветвях и стволах деревьев и т. д.

Отложения льда различаются по своей структуре и внешнему виду. Выделяют пять видов обледенения: гололед, зернистая и кристаллическая изморозь, отложения мокрого снега и сложные отложения.

Гололед — матовый или прозрачный слой плотного льда; нарастающий на различных предметах и поверхности земли вследствие намерзания капель переохлажденного дождя, мороси или тумана.

Зернистая изморозь — снеговидный рыхлый лед, образующийся при замерзании мелких капель в туманную ветреную погоду.

Кристаллическая изморозь — белый осадок, состоящий из кристаллов льда тонкой структуры. Он образуется обычно в тихую погоду или при слабом ветре.

При изменении метеорологических условий на один вид отложения может осаждаться другой, образуя сложное отложение льда.

Гололедно-изморозевые отложения наносят значительный ущерб народному хозяйству, вызывая ухудшение слышимости на линиях связи, утечку тока, вибрацию и провисание проводов, поломку опор, повреждение деревьев и т. д.

Гололед и сложное отложение связаны в основном с прохождением фронтов и наиболее часто с теплым фронтом [9]. Образование гололеда возможно и в однородной воздушной массе, но случается это редко. Изморозь в отличие от гололеда является, как правило, внутримассовым образованием, которое возникает чаще всего в антициклонах.

Гололедно-изморозевый сезон в Сортавале наблюдается ежегодно с сентября по май (табл. 44). Из всех видов обледенения наиболее часто отмечается изморозь (32 дня). Значительно реже наблюдается гололед (12 дней) и сложное отложение (6 дней). Отложение мокрого снега встречается редко, в среднем один день за сезон. В отдельные зимы число дней с гололедом может уве-

Таблица 44

Число дней  $n$  с различными видами гололедно-изморозевых отложений. 1945—1980 гг.

Месяц	Гололед			Изморозь		
	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	год	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	год
IX	0,03			0,2	2	1968
X	0,1			0,5	4	1976
XI	1,4	5	1959	1,7	8	1973
XII	3,6	12	1953, 1965	6,2	16	1967
I	3,7	14	1959	9,5	27	1968
II	2,1	8	1951	7,1	16	1968, 1970
III	0,6	3	1961, 1977	5,8	16	1956
IV	0,2	2	1956, 1963	1,1	6	1961
V	0,03			0,03		
Сезон	11,8	26	1958-59	32,1	67	1967-68

личиться до 26 (1958-59 г.), с изморозью — до 67 (1967-68 г.). Менее благоприятными для образования гололеда были зимы 1946-47 г. (2 дня), 1951-52 г. (3 дня), для изморози — зима 1947-48 г. (10 дней).

В годовом ходе максимальное число дней с гололедом и изморозью приходится на январь (3,7 и 9,5 дней). В сентябре и мае гололедно-изморозевые отложения наблюдаются очень редко.

Гололедно-изморозевые отложения продолжаются обычно менее суток и в 53 % случаев не превышают 12 ч (табл. 45). Длительность обледенения более двух суток отмечается в 8 % случаев. Обычно дольше всего сохраняется изморозь. Так, в январе 1968 г. отложение кристаллической изморози на проводах сохранилось в течение 15 дней.

Таблица 45

Повторяемость (%) различной продолжительности обледенения проводов. 1952—1971 гг.

	Продолжительность обледенения, ч				
	<6	7—12	13—24	25—48	>48
Нарастание . . . . .	65	23	8	3	1
Обледенение . . . . .	22	31	29	10	8

Диаметры отложений по данным наблюдений на гололедном станке обычно небольшие. В 99 % случаев диаметр отложения гололеда не превышает 16 мм. Диаметр отложения зернистой изморози в 100 % случаев не более 35 мм, кристаллической изморози в 99 % случаев не более 50 мм. Сложное отложение в 84 % случаев бывает диаметром 26 мм и менее. В отдельные годы диаметры отложений могут значительно превышать вышеуказанные значения. Так, в ноябре 1968 г. диаметр отложения гололеда составил 18 мм, а его масса 120 г/м. Наибольший диаметр кристаллической изморози (77 мм) наблюдался в январе 1968 г. Масса отложения при этом составила 56 г/м, а нарастание изморози продолжалось 107 ч. Наибольшая масса кристаллической изморози (88 г/м) отмечена в январе 1955 г. В декабре 1964 г. диаметр сложного отложения достиг 34 мм, а его масса 32 г/м. Максимальный по массе размер отложения мокрого снега (192 г/м) наблюдался в апреле 1955 г., его диаметр составил 56 мм.

Наиболее вероятно отложение гололеда (52 %) при мороси, зернистой (94 %) и кристаллической (88 %) изморози при тумане.

Гололед чаще всего образуется при температуре от 0 до —5 °С (76 %), зернистая изморозь — при температуре от —5 до —10 °С (53 %). При этих же температурах они достигают максимальных размеров. При температуре воздуха ниже —10 °С го-

лолед образуется только в 2 % случаев, зернистая изморозь — в 16 % случаев. Возникновение кристаллической изморози наиболее вероятно при температуре ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  (90 %). Диапазон температуры воздуха, при котором могут появиться сложные отложения, наиболее широкий (от 5 до  $-30^{\circ}\text{C}$ ), но чаще всего (63 %) они могут образовываться при температуре от  $-5$  до  $-20^{\circ}\text{C}$  (табл. 46).

Таблица 46

Повторяемость (%) температуры воздуха в начале обледенения. 1952—1971 гг.

Вид отложения	Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$						Число случаев
	5,0 ... 0,1	0,0 ... -4,9	-5,0 ... -9,9	-10,0 ... -19,9	-20,0 ... -29,9	$\leq -30,0$	
Гололед . . . . .	1	76	21	2			129
Зернистая изморозь . . . . .		31	53	16			65
Кристаллическая изморозь . . . . .		2	8	63	25	2	272
Сложное отложение . . . . .	3	26	29	34	8		38

Таблица 47

Повторяемость (%) направления ветра и штилей при максимальном размере отложения льда на проводах. 1952—1971 гг.

Вид отложения	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль	Число случаев
Гололед . . . . .	3	8	24	14	27	14	7	3	16	104
Зернистая изморозь . . . . .		8	12	8	15	15	23	19	39	26
Кристаллическая изморозь . . . . .	10	17	24	5	8	2	12	22	163	109
Сложное отложение . . . . .		12	12	13	21	21	13	8	14	24

Таблица 48

Повторяемость (%) скорости ветра при максимальном диаметре отложения льда на проводах. 1952—1971 гг.

Вид отложения	Скорость ветра, м/с					Число случаев
	0—1	2—5	6—9	10—13	14—17	
Гололед . . . . .	25	44	23	5	3	120
Зернистая изморозь . . . . .	75	25				65
Кристаллическая изморозь . . . . .	79	20	1			272
Сложное отложение . . . . .	53	42	5			36

Гололедно-изморозевые явления возможны при любом направлении ветра (табл. 47). Скорость ветра при максимальных размерах отложений в 70—100 % случаев не превышает 5 м/с, причем при отложении изморози в 79 % случаев она не более 1 м/с. Наиболее сильный ветер возможен в процессе образования гололеда (табл. 48).

Фактически отложение гололеда и изморози на реальных объектах и на проводах действующих линий электропередачи и связи не полностью соответствуют условиям обледенения на гололедном станке. По мере увеличения высоты в нижнем слое атмосферы нарастание гололеда и изморози, как правило, протекает гораздо интенсивнее, чем на уровне гололедного станка, а размеры и масса с высотой растут. Гололедно-изморозевые отложения создают гололедную нагрузку на провода и различные сооружения.

Гололедная нагрузка на провода воздушных линий определяется по нагрузке на гололедном станке путем умножения ее на коэффициент, зависящий от диаметра провода и его высоты над поверхностью земли.

Для проектирования различных сооружений используются гололедные нагрузки различной вероятности как на проводах гололедного станка, так и на проводах диаметром 10 мм и высотой подвеса 10 м над поверхностью земли (табл. 49).

Большую опасность при гололедно-изморозевых явлениях представляет усиление ветра, когда создается так называемая

Таблица 49

Гололедные нагрузки (г/м) на провода,  
возможные один раз в заданное число лет.  
1952—1975 гг.

Нагрузка	Число лет		
	2	5	10
Гололедная, определенная массой . . . . .	100	230	390
Ветровая . . . . .	60	140	240
Ветровая максимальная . . . . .	100	180	280
Результирующая . . . . .	350	520	660

Таблица 50

Толщина стенки гололеда (мм) различной  
вероятности на проводе. 1952—1975 гг.

Период повторения, число лет				
2	5	10	15	20
3	5	8	10	10

ветровая нагрузка. Она увеличивает весовую нагрузку, которую испытывают покрытые льдом провода. В этом случае создается результирующая нагрузка, складывающаяся из вертикальной (весовой) и горизонтальной (гололедно-ветровой) нагрузок.

Для определения гололедной нагрузки используется принятая условно толщина стенки гололеда при заданной плотности, или нормативная стенка гололеда. По ее вероятности можно определить вероятность гололедной нагрузки на проводах воздушных линий (табл. 50). По значению нормативной толщины стенки гололеда, возможной один раз в 10 лет, Сортавала относится к району гололедности II [28].

**Гроза.** Гроза — опасное атмосферное явление, представляющее собой электрические разряды между облаками или облаками и землей, сопровождаемые громом. Грозы возникают при восходящих потоках в атмосфере (конвекции), связанных чаще всего с прохождением фронтов (фронтальные грозы), или при наличии термической конвекции летом внутри одной воздушной массы (внутримассовые грозы).

Фронтальные грозы наиболее часто наблюдаются на холодных фронтах, перемещающихся с запада, юго-запада и северо-запада. Внутримассовые грозы возникают преимущественно в заполняющейся ложбине или на периферии антициклона.

Электрические разряды способны повреждать линии связи и электропередачи, вызывать аварии самолетов, пожары и т. д. Грозы опасны еще и потому, что иногда сопровождаются сильными ливнями с градом и шквалистым ветром.

Грозовая деятельность в Сортавале наиболее развита в теплый период (с мая по сентябрь). В среднем за год бывает 17 дней с грозой. Особенно много гроз (29 дней) отмечалось в 1957 г. (табл. 51). Первые грозы обычно бывают в апреле, но наблюдаются они в этот период редко. В сентябре грозы отме-

Таблица 51

Число дней с грозой  $n$  и продолжительность гроз  $\tau$  (ч). 1945—1983 гг.

Месяц	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	Год	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	Год
IV	0,2	1		0,6	9,8	1930
V	1,3	7	1963	2,0	12,8	1963
VI	4,1	9	1948	8,6	24,5	1933
VII	5,8	15	1974	13,5	39,7	1974
VIII	4,2	11	1961	9,6	28,8	1961
IX	1,2	5	1954	1,6	7,2	1949
X	0,1	1		0,04	0,7	1966
Год	16,9	29	1957	35,9	67,5	1961

чаются не ежегодно (1, 2 дня), наибольшая их повторяемость в отдельные годы не превышает 5 дней (1954 г.). В октябре, особенно зимой, грозы — исключительно редкое явление. Так, за весь период наблюдений отмечена одна гроза в марте (1970 г.) и три грозы в октябре (1955, 1956, 1966 гг.). Наибольшего развития грозовая деятельность достигает в июле — в среднем около 6 дней, а в отдельные годы — до 15 дней (1974 г.). В годы с ослабленной грозовой деятельностью число дней с грозой в июле уменьшается до одного (1948, 1980 гг.).

Продолжительность гроз определяется интенсивностью, масштабами и скоростью перемещения грозовых очагов. Наиболее продолжительные грозы возникают при прохождении хорошо выраженных фронтальных разделов. Внутримассовые грозы, как правило, кратковременны и менее интенсивны, чем фронтальные. Суммарная продолжительность гроз за год в среднем равна 36 ч. В отдельные годы она изменяется от 15 (1965 г.) до 68 ч (1961 г.). Наиболее длительны и интенсивны грозы в июле. Средняя продолжительность их в этом месяце равна 14 ч, максимальная — 40 ч (1974 г.). Средняя продолжительность гроз в день с грозой составляет 1,8 ч (табл. 52). Максимальная непрерывная продолжительность одной грозы равна 10,2 ч (9—10 июля 1953 г.). В большинстве случаев (70 %) продолжительность одной грозы не превышает 2 ч. Продолжительные грозы (6 ч и более) наблюдаются в 2 % случаев.

Грозы могут возникать в любое время суток, но наиболее часто они возможны в период с 12 до 18 ч (табл. 53). В это же время наблюдается и их максимальная продолжительность, ко-

Таблица 52

Повторяемость (%) гроз различной продолжительности  $\tau$  (ч).  
1941—1980 гг.

$\tau$	$\sigma$	Продолжительность гроз, ч											$\tau_{\text{макс}}$	Дата
		<1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	>10		
1,8	0,43	30	40	15	7	4	2	1	1	0,1	0,1	0,1	10,2	9—10 VII 1953

Таблица 53

Продолжительность гроз (ч) в различное время суток

Время, ч	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Год
18—24	0,2	0,5	2,2	3,7	1,6	0,3	0,02	8,5
0—6	0,1	0,4	0,7	1,8	1,7	0,4		5,1
6—12	0,2	0,01	1,5	1,2	0,9	0,5		4,3
12—18	0,2	1,1	4,1	7,0	4,1	0,5	0,01	17,0

торая в два раза больше, чем в период с 18 до 24 ч, и в четыре раза больше, чем ночью (с 24 до 6 ч).

**Град.** Град— частички плотного льда различных размеров, выпадающих из мощных кучево-дождевых облаков при весьма большой неустойчивости атмосферного воздуха.

Град наблюдается, как правило, в теплую половину года во время грозы и сопровождается ливневым дождем, а иногда и шквалистым ветром. Образование градовых облаков чаще связано с прохождением фронтов, в основном холодных, реже с прогревом воздушной массы от подстилающей поверхности.

Град в Сортавале— явление очень редкое и кратковременное. Среднее число дней с градом за год составляет 0,8, а в отдельные

Таблица 54

Число дней  $n$  с градом и их вероятность (%). 1945—1980 гг.

Месяц	$\bar{n}$	$\Delta n$	$\sigma$	$n_{\text{макс}}$	Год	Отклонение от среднего, дни	
						$0 \pm 1$	$\pm 2$
IV	0,06	0,11		1	1962, 1969	100	
V	0,06	0,11		1	1950, 1971	100	
VI	0,3	0,43	0,56	2	1951, 1958	94	6
VII	0,1	0,24	0,35	1	1956, 1958, 1970, 1974, 1976	100	
VIII	0,08	0,15	0,28	1	1952, 1961, 1964	100	
					1954, 1957, 1970,	100	
IX	0,1	0,20	0,31	1	1972		
X	0,06	0,11		1	1954, 1974	100	
Год	0,8	0,73	0,85	3	1958	97	3

Таблица 55

Повторяемость (%) различного числа дней с градом. 1945—1980 гг.

Месяц	Число дней с градом			
	0	1	2	3
IV	94	6		
V	94	6		
VI	78	16	6	
VII	86	14		
VIII	92	8		
IX	89	11		
X	94	6		
Год	47	31	19	3



годы не превышает 3 дней (1958 г.). Выпадение града возможно в период с апреля по октябрь, но наиболее вероятен он в июне (табл. 54). Максимальное число дней с градом в июне равно 2 (1951, 1958 гг.). О возможных колебаниях числа дней с градом по месяцам можно судить по данным табл. 55.

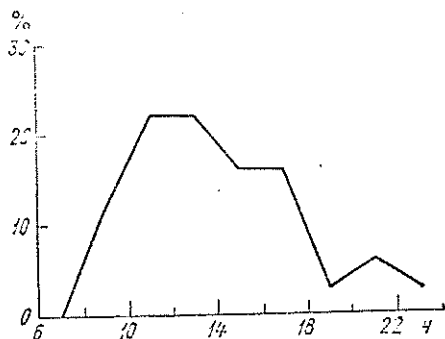


Рис. 8. Повторяемость (%) града в различные часы суток.

Град выпадает обычно в дневные часы (рис. 8) и продолжительность его не превышает 15 мин (100%). В 59% случаев она равна 6—15 мин, а в 41% случаев — 5 мин и менее.

## 7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ

Сортавала и его окрестности относятся к атлантико-континентальной климатической области умеренного пояса (по классификации климатов Алисова), где из трех основных климатообразующих факторов (солнечная радиация, атмосферная циркуляция и характер подстилающей поверхности) первостепенную роль играет атмосферная циркуляция. Все это определяет климат Сортавалы как переходный от морского к континентальному, для которого характерна обычно мягкая зима и относительно прохладное лето.

Одной из особенностей климата Сортавалы является большая изменчивость погодных условий, обусловленная частой сменой воздушных масс при усилении циклонической деятельности. Другая особенность климата — большая относительная влажность, среднее годовое значение которой равно 79 %.

В климатологии год делится на четыре основных сезона, но в отличие от астрономических сезонов, общих для всего полушария, они устанавливаются отдельно для каждого района с однотипным ходом метеорологических величин и термическими условиями. Смена режимов погоды при переходе от одного сезона к другому заметнее всего проявляется в температуре воздуха, поэтому она и служит основным показателем при делении года на сезоны. Границы сезонов принято определять по устойчивому переходу средней суточной температуры воздуха через определенные пределы с учетом средних дат установления или схода снежного покрова, появления или прекращения заморозков. Наступление и продолжительность сезонов находится в зависимости от сложившихся погодных условий каждого года. Таким образом, сроки наступления сезонов отличны не только в разных районах, но и меняются от года к году. В качестве критериев выделения сезонов использовались показатели, предложенные Главной геофизической обсерваторией им. А. И. Воейкова.

### 7.1. Зима

За начало зимы принято считать время перехода средней суточной температуры воздуха через  $-5^{\circ}\text{C}$  в сторону понижения и установления устойчивого снежного покрова. Концом зимы считается дата перехода средней суточной температуры через  $0^{\circ}\text{C}$  в сторону повышения и разрушение устойчивого снежного покрова.

Зима в Сортавале продолжительная, снежная, с частыми оттепелями. Начинается она чаще всего в начале декабря и продолжается в среднем четыре месяца. В отдельные годы зима вступает в свои права гораздо раньше или позже средней даты. Например, в 1915, 1919, 1921, 1925, 1956 гг. она наступила в сере-

дине ноября, а в 1933, 1972 гг. — в первой половине января. В 1930 и 1975 гг. переход средней суточной температуры через  $-5^{\circ}\text{C}$  наблюдался лишь в начале февраля.

Первые признаки весны появляются в первой декаде апреля, иногда в конце марта или конце апреля.

При взаимодействии трех основных климатических факторов преобладающим и определяющим погоду зимой является атмосферная циркуляция, и наиболее существенное влияние оказывает зональный перенос с циклонами относительно теплого и влажного воздуха с Атлантики. По этой причине зима в Сортавале более теплая по сравнению с другими районами Советского Союза, расположенными на той же широте. Например, в январе средняя месячная температура в Сортавале равна  $-9^{\circ}\text{C}$ , а в Якутске  $-43,2^{\circ}\text{C}$ .

Наличие циклонической деятельности и морского воздуха с большими запасами влаги обуславливает значительную облачность, частое выпадение осадков, оттепели, усиление ветра, особенно в первую половину зимы. В зимнее время преобладает пасмурная погода. В декабре повторяемость пасмурного неба составляет 80 %, а ясных дней бывает в среднем не более одного (по общей облачности). Большая облачность и самые короткие дни уменьшают продолжительность солнечного сияния в этом месяце до 15 ч, что составляет 12 % возможного количества. К концу зимы продолжительность солнечного сияния значительно увеличивается и в марте достигает 163 ч. Продолжительность солнечного сияния за зиму равна 265 ч, что составляет 15 % наблюдавшегося годового количества.

Начиная с января, циклоническая деятельность несколько уменьшается, усиливается область высокого давления над Арктикой, в связи с этим западные потоки ослабевают. В этот период зимы чаще наблюдаются вторжения арктического воздуха. Облачность в феврале, а особенно в марте уменьшается. Повторяемость ясного неба по общей облачности от декабря к марту возрастает от 15 до 35 %.

Средняя месячная температура воздуха зимой понижается от декабря к февралю (от  $-6,1$  до  $-9,6^{\circ}\text{C}$ ). При отдельных вторжениях арктического воздуха она может понижаться до  $-41^{\circ}\text{C}$ .

Зима характеризуется большой междусуточной изменчивостью температуры воздуха, которая в среднем равна  $4,0-5,2^{\circ}\text{C}$ , а в отдельные дни составляет  $24-28^{\circ}\text{C}$ . Самыми холодными зимними месяцами являются январь и февраль, однако и в эти месяцы почти ежегодно отмечаются оттепели, в среднем 5—7 дней. Средняя непрерывная продолжительность оттепелей в эти месяцы равна 3 дням. Оттепели зимой в Сортавале наблюдаются часто (41 день), наибольшее число дней с ними падает на начало и конец зимы. В период с декабря по март возможна температура при оттепелях до  $7,9^{\circ}\text{C}$  (см. табл. 22). Во время интенсивных оттепелей происходит таяние снежного покрова, а в начале зимы снежный покров может совсем исчезнуть. В декабре абсолютная

максимальная температура воздуха поднимается до 9°C, в марте — до 12°C, а в центральные зимние месяцы — до 6—7°C.

Зима в Сортавале характеризуется большим влагосодержанием. Относительная влажность зимой в среднем равна 84%, с максимумом в декабре (87%). На декабрь приходится и наибольшее количество влажных дней (25). В январе число влажных дней равно 24, а в марте оно уменьшается до 10.

В течение зимы выпадает в среднем 150 мм осадков, что составляет 25% годовой суммы. Осадки выпадают в среднем 17—25 дней за месяц обычно в виде снега, а при оттепелях — в виде дождя и мокрого снега. Зимние осадки в основном обложные (89%), малоинтенсивные и в 75—77% случаев (январь—март) твердые. Не удивляет сортавальцев и зимний дождь. Он наиболее вероятен в декабре (11%), но бывает и в январе, феврале (2%).

Снежный покров удерживается в течение всей зимы, возрастающая от декады к декаде и достигая наибольших значений в начале марта. Средняя из наибольших за зиму декадная высота его равна 59 см, максимальная — 100—110 см.

Значительное влагосодержание обуславливает образование гололедно-изморозевых явлений, которые приносят много неприятностей не только пешеходам, но и нарушают работу городского транспорта. Изморозь наблюдается в 29 днях за сезон, наиболее часто в январе (10 дней) и феврале (7 дней). Гололед образуется реже, чаще всего во время оттепелей. За зиму в среднем отмечается 10 дней с гололедом. Наиболее вероятен он в декабре (3,6 дня) и январе (3,7 дня). В зависимости от циркуляции повторяемость гололеда и изморози в отдельные годы значительно отличается от средних значений. Так, в зиму 1967-68 г. зарегистрировано 64 дня с изморозью, а в зиму 1947-48 г. — только 10 дней. Наибольшее число дней с гололедом отмечалось в зиму 1958-59 г. (24 дня).

Метели в Сортавале явление нередкое, в среднем за сезон число дней с метелью равно 20. Наиболее вероятны они в первой половине зимы (декабрь, январь). Метели создают неравномерное залегание снега в городе, особенно при сильных ветрах, затрудняют движение людей и транспорта.

Туманы наблюдаются во все зимние месяцы, в среднем по 2—4 дня (за сезон 14 дней).

Для зимы характерны наибольшие скорости ветра 3,2—4,0 м/с. Преобладают ветры слабые и умеренные, но за зиму в среднем можно ожидать до 3 дней с сильным ветром. Наибольшую повторяемость имеют ветры северо-западного и южного направления.

В зависимости от атмосферной циркуляции зимы могут быть экстремально холодными или экстремально теплыми. Холодные зимы в большинстве случаев обусловлены преобладанием меридиональной циркуляции, при которой создаются благоприятные условия для вторжения арктического воздуха. В теплые зимы происходит преимущественно западный перенос воздушных масс,

когда на район Сортавалы поступает воздух с Атлантики и Средиземного моря.

За последние 100 лет аномально холодными были зимы 1892-93, 1955-56, 1962-63, 1965-66, 1967-68, 1978-79 гг., из них самыми холодными были зимы 1892-93 и 1955-56 гг., когда средняя температура за зиму оказалась ниже нормы на  $6^{\circ}\text{C}$ . В зиму 1892-93 г. особенно холодным был февраль (на  $8,3^{\circ}\text{C}$  ниже нормы), а в зиму 1955-56 г. — декабрь (на  $12,1^{\circ}\text{C}$  ниже нормы). В декабре 1955 г. минимальная температура воздуха опускалась до  $-40^{\circ}\text{C}$ , а средняя суточная температура в течение 13 дней удерживалась ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ . Морозная погода сохранялась в течение всей зимы 1955-56 г., и даже в марте минимальная температура воздуха опускалась до  $-30^{\circ}\text{C}$ , а в феврале был зарегистрирован абсолютный минимум ( $-40,5^{\circ}\text{C}$ ).

В зиму 1967-68 г. самым холодным был январь (на  $11,3^{\circ}\text{C}$  ниже нормы). Самый холодный март наблюдался в 1963 г. (на  $6,7^{\circ}\text{C}$  ниже нормы). За последний период холодная зима наблюдалась в 1978-79 г., обусловленная частыми вторжениями холодного арктического воздуха. Средняя месячная температура декабря оказалась на  $10^{\circ}\text{C}$  ниже нормы. Особенно холодной была последняя пятидневка декабря, в которую даже максимальная температура наблюдалась ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Аномально теплыми были зимы 1924-25, 1929-30, 1948-49, 1960-61 и 1974-75 гг. из которых особенно теплыми были зимы 1960-61 и 1974-75 гг. (на  $4,9^{\circ}\text{C}$  выше нормы).

В зиму 1960-61 г. все месяцы были теплыми, из них самым теплым — февраль (на  $8,2^{\circ}\text{C}$  выше нормы). В феврале максимальная температура поднималась до  $5,6^{\circ}\text{C}$  и в течение 17 дней удерживалась выше  $0^{\circ}\text{C}$ . Осадки во все месяцы этой зимы почти в два раза превысили норму. Частым явлением был дождь (в январе — 9 дней, в феврале — 11 дней).

В зиму 1924-25 г. самым теплым был январь (на  $8,3^{\circ}\text{C}$  выше нормы), а в зиму 1929-30, 1974-75 гг. — декабрь (соответственно на  $6,5$  и  $5,9^{\circ}\text{C}$  выше нормы).

## 7.2. Весна

За начало весны принято считать время перехода средней суточной температуры через  $0^{\circ}\text{C}$  в сторону повышения и разрушение устойчивого снежного покрова. Весна как переходный период от зимы к лету в Сортавале не такая дружная, как в районах с континентальным климатом. Начинается она в конце первой декады апреля и кончается в конце мая. Возврат холодов и поздние снегопады затрудняют определение конца зимы и начала весны. В отдельные годы весна напоминает о себе значительно раньше, в конце марта (1890, 1903, 1910, 1913, 1920, 1950, 1953, 1968 гг.), а в 1921 и 1975 гг. первые признаки весны появились уже в середине марта. В 1902, 1909, 1955, 1956, 1966, 1971 гг. зимняя погода сохранялась до третьей декады апреля.

Средняя продолжительность весны около двух месяцев.

В первой половине весны наблюдаются процессы перехода от зимы к весне, характеризующиеся установлением положительного радиационного баланса. Наступление весны совпадает с периодом интенсивного притока солнечной радиации, который обусловлен увеличением высоты солнца над горизонтом и продолжительности дня. Продолжительность солнечного сияния увеличивается до 196 ч в апреле и 260 ч в мае. Уменьшается число пасмурных дней до 13 в апреле и 11 в мае.

С наступлением весны происходит интенсивный рост температуры от месяца к месяцу (от марта к апрелю на  $6,9^{\circ}\text{C}$ , от апреля к маю на  $6,7^{\circ}\text{C}$ ). Суточная амплитуда температуры воздуха равна в среднем  $8-10^{\circ}\text{C}$ , а в отдельные дни может достигать  $23^{\circ}\text{C}$ . В начале мая происходит переход средней суточной температуры воздуха через  $5^{\circ}\text{C}$ , однако до конца мая, а иногда и в июне возможны заморозки. В апреле температура воздуха может повышаться до  $25^{\circ}\text{C}$  (1921 г.) или понижаться до  $-25^{\circ}\text{C}$  (1915 г.). В мае температура колеблется от  $28^{\circ}\text{C}$  (1961 г.) до  $-8^{\circ}\text{C}$  (1918 г.). Характерной особенностью весны являются волны тепла и холода, которые создают большую изменчивость температуры воздуха от дня ко дню, от года к году. Междусуточная изменчивость температуры в Сортавале в среднем равна  $2,4-2,8^{\circ}\text{C}$ , в отдельные дни она составляет  $13-17^{\circ}\text{C}$ .

Относительная влажность весной наименьшая в году (в мае  $67\%$ ). Иногда днем влажность может понижаться даже до  $16\%$  (18 мая 1978 г.). Число влажных дней уменьшается до четырех (май). Повторяемость сухих дней также невелика и не превышает в среднем за сезон 4 дней.

Осадков весной выпадает больше, чем в зимние месяцы (февраль, март), а число дней с осадками наименьшее в году (в мае 14 дней). За весну в среднем выпадает 72 мм осадков, что составляет  $12\%$  годового количества.

После перехода дневных температур через  $0^{\circ}\text{C}$  начинается таяние снега, и к середине апреля устойчивый снежный покров обычно разрушается. Снежный покров еще может устанавливаться на непродолжительное время, но в конце апреля наблюдается его окончательный сход. Отдельные случаи выпадения снега могут отмечаться даже в июне (1954, 1958, 1974, 1975, 1982 гг.).

Одновременно со сходом снежного покрова начинается оттаивание почвы.

В весенние месяцы изменяется характер облачности. Облака слоистых форм сменяются конвективной облачностью.

Весной прекращаются типичные для зимы атмосферные явления (метели, гололед, изморозь), меняется вид осадков. Уже в апреле напоминают о себе первые грозы, а среднее число дней с туманами от апреля к маю уменьшается до 2,6 дня.

Направление ветра весной неустойчиво, преобладающими являются южные ветры. Уменьшается повторяемость ветра северо-западного направления, увеличивается повторяемость северо-

восточного ветра. Средняя месячная скорость составляет в апреле 3,2 м/с, в мае 3,5 м/с.

По термическому режиму весна, как и другие сезоны, может быть холодной или теплой. Холодными были весны в 1884, 1902, 1909, 1929, 1941, 1955, 1956, 1965 и 1974 гг., из них самые холодные наблюдались в 1941 г. (на 3,2°C ниже нормы) и в 1955 г. (на 3,6°C ниже нормы). В 1929 г. очень холодным был апрель (на 4,2°C ниже нормы).

Весна 1955 г. была поздней, сырой и холодной. Переход средней суточной температуры через 0°C произошел только 25 апреля, а устойчивый снежный покров сошел 8 мая. В апреле было отмечено 24 дня с морозом, в мае — 7 дней. Количество осадков значительно превысило норму (в 1,5 раза) и выпадение их было чаще (в мае 20 дней), чем обычно.

Теплее обычных наблюдались весны в 1889, 1897, 1906, 1920, 1921, 1936, 1949, 1950, 1975 гг., из них самые теплые были в 1897 г. (на 3,4°C выше нормы), в 1906 г. (на 3,3°C выше нормы).

Очень теплая и ранняя весна наблюдалась в 1921 г. (на 4,6°C выше нормы). Началась она 16 марта. Исключительно теплым был апрель (на 5,9°C выше нормы). Минимальная температура не опускалась ниже -2,2°C, а максимальная поднялась до 24,9°C (абсолютный максимум апреля). Снежный покров сошел 2 апреля, а 30 мая наблюдался последний заморозок.

### 7.3. Лето

За начало лета принято считать время перехода средней суточной температуры через 10°C в сторону повышения и прекращения заморозков на поверхности почвы. Концом лета считается дата перехода средней суточной температуры через 10°C в сторону понижения и появления заморозков на почве.

Лето в Сортавале короткое и относительно прохладное. Начинается оно в конце мая и продолжается почти до середины сентября.

Летом заметно снижается интенсивность общей циркуляции атмосферы (ослабевает влияние исландского минимума). По этой причине барическое поле выражено менее четко, уменьшаются градиенты давления. В этот период южный ветер по-прежнему является господствующим. Средняя скорость ветра летом наименьшая в году (2,8—3,4 м/с).

Длинные летние дни способствуют увеличению притока солнечной радиации. Продолжительность солнечного сияния в этот сезон наибольшая (802 ч) и составляет 46 % годового количества.

Центральным месяцем лета является июль. Его средняя месячная температура (16,7°C) на 2—3°C выше, чем в июне и августе. Период со средней суточной температурой воздуха выше 15°C обычно длится 50 дней. Температура воздуха выше 30°C может быть во все летние месяцы, но вероятность ее мала. Самая высокая температура (абсолютный максимум) наблюдалась в ию-

ле (33,8°C). Суточная амплитуда температуры в летние месяцы равна 9—10°C, а в отдельные дни может достигать 18—19°C. Междусуточная изменчивость температуры воздуха летом наименьшая (1—2°C), с минимумом в августе. Максимальная изменчивость не превышает 13°C.

В июне и августе возможны заморозки. Минимальная температура воздуха в эти месяцы может понижаться до —3°C (в июне) и до —1°C (в августе), на почве — до —6°C (в июне), до —2°C (в августе).

Относительная влажность летом значительно меньше, чем зимой, но тем не менее остается относительно высокой (69% — июнь, 79% — август). Число влажных дней за сезон равно 18, хотя в отдельные годы может повышаться до 30 (1962 г.). Сухие дни наиболее вероятны в июне (2,1 дня). Повторяемость их за лето не превышает 3 дней, однако в 1969 г. наблюдалось 12 сухих дней.

В летнее время выпадает 181 мм осадков, что составляет 31% годового количества. Повторяемость дней с осадками равна 15—17 в месяц, однако в отдельные годы она может увеличиваться до 23—24 дней (август 1918, 1952, 1953, 1956 гг., июнь 1920, 1931, 1950, 1957 гг., июль 1903 г.) или уменьшиться до 3—6 дней (июль 1925, 1927, 1973 гг., август 1950, 1955 гг.). Особенно запомнилось сортавальцам дождливое лето 1974 г. (68 дней с дождем), причем наиболее дождливым был август (26 дней). Сумма осадков за это лето (295 мм) более чем в 1,5 раза, а в июле более чем в 2 раза превысила норму. Дождливыми были также лето 1918 г. (59 дней), 1962 г. (58 дней). В 1955 г. после сырой холодной весны установилось сухое теплое лето, в течение которого наблюдалось только 23 дня с осадками. Особенно сухим и теплым был август. Число дней с осадками 0,1 мм и более не превысило 3 дней, а средняя месячная температура его оказалась на 2,5°C выше нормы. Сухим было также лето в 1893, 1896, 1917, 1972, 1973 гг.

Дожди летом в основном ливневые, интенсивные, иногда с грозами, возможен град.

Трудно представить лето без грозы, которая чаще напоминает о себе именно в этот период (14 дней из 17, отмеченных за весь теплый период). Град наблюдается не ежегодно. Число дней с градом за лето в среднем равно 0,5 дня, причем наиболее вероятен он в июне (0,3 дня).

Повторяемость туманов за сезон в среднем равна 9 дням, и чаще всего они наблюдаются в августе (почти в два раза больше, чем в июне или июле).

Летом преобладает (53—58% случаев) значительная облачность (8—10 баллов), и хотя число ясных дней невелико (3 дня в месяц по общей облачности), но солнце часто радуется, выглядывая в просветы между облаками. Число дней без солнца в летние месяцы не превышает в среднем 3 дней.

В 1892, 1902, 1923, 1962, 1965, 1976 гг. лето было холодным. Так, летом 1902, 1962 гг. температура воздуха наблюдалась ниже



нормы на  $2,6^{\circ}\text{C}$ , а число дней со средней суточной температурой  $15^{\circ}\text{C}$  и более не превышало 13. В 1923 г. очень холодным был июнь (на  $3,8^{\circ}\text{C}$  ниже нормы), а в 1902 г. — июль (на  $3,1^{\circ}\text{C}$  ниже нормы).

В 1901, 1917, 1927, 1936, 1937, 1972 гг. лето было теплым. Особенно жарким и сухим за период с 1881 г. оказалось лето 1972 г. Средняя сезонная температура воздуха на  $2,9^{\circ}\text{C}$  превысила норму, а число дней со средней суточной температурой выше  $15^{\circ}\text{C}$  в 1,5 раза было больше обычного. С 24 июня по 17 июля (23 дня) непрерывно сохранялась средняя суточная температура выше  $20^{\circ}\text{C}$ . В течение 20 дней удерживалась максимальная температура выше  $25^{\circ}\text{C}$ . Максимум температуры воздуха достиг в июне  $31^{\circ}\text{C}$ , в июле  $32^{\circ}\text{C}$ . Июньский и июльский максимумы в этом году оказались самыми высокими за последние 50 лет. За все лето было пять пасмурных дней. В течение всего лета в лесах сохранялась большая пожароопасность.

#### 7.4. Осень

За начало осени принято время перехода средней суточной температуры воздуха через  $10^{\circ}\text{C}$  в сторону понижения и появления заморозков на почве. Концом осени считается дата перехода средней суточной температуры через  $-5^{\circ}\text{C}$  в сторону понижения и установление устойчивого снежного покрова.

Осенний период в Сортавале затяжной с ранними заморозками. Он начинается обычно в середине сентября и продолжается до конца ноября. Иногда осень может наступить в конце августа или задержаться до конца сентября (1955, 1957, 1967, 1969, 1970 гг.). Она продолжается в среднем около трех месяцев. Последний месяц осени (ноябрь) можно назвать периодом предзимья (с 7 по 30 ноября).

В осенний период в связи с углублением исландской депрессии значительно усиливается циклоническая деятельность, которая обуславливает пасмурную погоду и длительные периоды ненастья.

Осень характеризуется нарастающим понижением температуры воздуха, изменениями в режиме осадков, определенными явлениями в природе (прекращение вегетации, отлет птиц и др.).

Продолжительность солнечного сияния осенью быстро уменьшается от месяца к месяцу (в два раза) и в ноябре составляет всего 25 ч. Все реже просвечивает солнце ввиду сплошной облачности, и число дней без солнца от сентября к ноябрю возрастает в четыре раза. Увеличивается число пасмурных дней от 13 в сентябре до 21 в ноябре, а число ясных дней не превышает одного (по общей облачности).

Средняя месячная температура воздуха понижается от  $9,4^{\circ}\text{C}$  в сентябре до  $-1,3^{\circ}\text{C}$  в ноябре. Волны тепла присущи чаще сентябрю, когда максимальная температура может подниматься до  $26^{\circ}\text{C}$  (1968 г.). В октябре наиболее высокая температура ( $17^{\circ}\text{C}$ ) наблюдалась в 1961 г. Осень этого года в целом была теплой

(на  $1,7^{\circ}\text{C}$  выше нормы). Средняя месячная температура октября лишь на  $0,5^{\circ}\text{C}$  была ниже, чем в сентябре. Переход средней суточной температуры через  $5^{\circ}\text{C}$  произошел почти на три недели позже обычного.

Осенью выпадает третья часть годовой суммы осадков (190 мм), а продолжительность их в октябре, ноябре увеличивается по сравнению с летом в два-три раза (в среднем до 135—209 ч), число дней с осадками до 24 (ноябрь).

Первый снег выпадает обычно в первой половине октября, а снежный покров образуется в среднем в конце октября, и к концу ноября его залегание становится устойчивым.

Относительная влажность от лета к осени значительно возрастает и в ноябре достигает наибольшего в году значения (88%). Число влажных дней увеличивается от 11 в сентябре до 23 в ноябре. Сухие дни практически отсутствуют.

Осень отличается большим разнообразием атмосферных явлений. Еще сохраняется вероятность образования гроз, града, дождь все чаще сменяется снегом.

За осень наблюдается в среднем 12 дней с туманом, с максимумом в сентябре. Очень редко (один раз в 10 лет) в октябре возможна гроза, а в сентябре повторяемость ее не превышает в среднем одного дня. Метели в этом сезоне чаще наблюдаются в ноябре (3,1 дня), но могут быть они и в октябре (0,3 дня). Гололедно-изморозевые явления также характерны для периода предзимья, но возможны они в октябре и даже в сентябре.

Аномально теплой была осень в 1924, 1934, 1937, 1967, 1974 гг. Особенно запомнилась очень теплая осень 1934 г., в которую средняя сезонная температура превысила норму на  $3,3^{\circ}\text{C}$ . В эту осень теплыми были все три месяца. Переход средней суточной температуры воздуха через  $5$  и  $0^{\circ}\text{C}$  произошел на 18 дней позже обычного, первый заморозок в воздухе наблюдался 30 сентября.

За последние годы холодной и дождливой была осень в 1973 г. (на  $2,9^{\circ}\text{C}$  ниже нормы). Особенно холодным был сентябрь. Средняя месячная температура его составила всего  $6,1^{\circ}\text{C}$ , а максимальная температура не превышала  $17^{\circ}\text{C}$ . Первый заморозок на почве наблюдался 27 августа, в воздухе — 12 сентября. Дожди выпали часто (за сезон 69 дней), особенно дождливыми были октябрь, ноябрь (26—27 дней). Первый снег выпал 14 сентября, а 19 октября уже образовался снежный покров.

Холодная осень отмечалась также в 1902, 1915, 1921, 1956, 1976 гг. В осенний период 1976 г. очень холодным был октябрь (на  $4,2^{\circ}\text{C}$  ниже нормы).

Метеорологические условия наиболее теплой и наиболее холодной зимы, весны, лета, осени приведены в табл. 7 приложения.

## 8. КОМПЛЕКСНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Для решения многочисленных практических задач необходимы комплексные характеристики климата, под которыми понимаются сочетания определенных значений метеорологических величин. Так, обычно сочетания температуры и влажности воздуха, осадков и ветра входят в биоклиматическую характеристику изучаемого района. Режим отопления определяется в первую очередь сочетанием температуры воздуха и направления ветра. Данные по температурно-ветровому режиму особенно нужны при организации и производстве строительных и монтажных работ, планировании продолжительности строительства, использовании техники, для правильной организации высокопроизводительного труда на открытом воздухе. Температурно-ветровой и температурно-влажностный комплексы находят широкое применение для решения целого ряда прикладных задач.

Широко известной комплексной характеристикой является термическая роза ветров (рис. 9). Она строится для выявления зави-

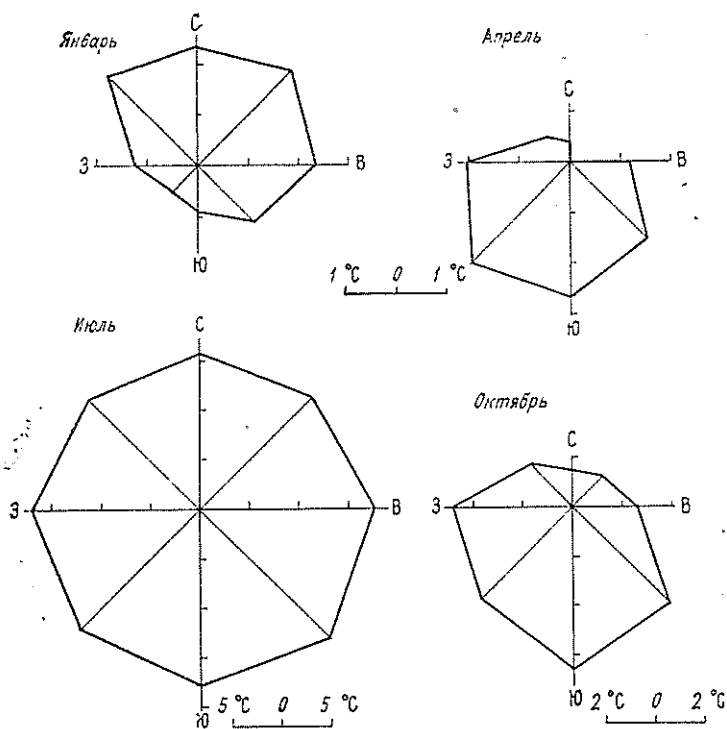


Рис. 9. Температура воздуха в зависимости от направления ветра в различные сезоны года.

симости температуры воздуха от направления ветра, т. е. для определения направления ветра, с которым обычно связано потепление или похолодание, и средних температур, соответствующих определенному направлению ветра.

Одной из характеристик температурно-влажностного режима является повторяемость различных сочетаний температуры и влажности воздуха. Наиболее низкая относительная влажность в Сортавале отмечается при более высокой температуре, а наиболее высокая — при более низкой температуре воздуха (табл. 56). Относительная влажность менее 30 % при температуре воздуха ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  не наблюдается. Повторяемость влажности 81—100 % при температуре выше  $20^{\circ}\text{C}$  незначительная (0,01—0,2 %). Относительная влажность меньше 60 % наиболее вероятна при температуре воздуха выше  $0^{\circ}\text{C}$ . Наибольшая повторяемость различных сочетаний температуры воздуха падает на градацию влажности 81—90 %. Наибольшая повторяемость различных сочетаний относительной влажности наблюдается при температуре от 0 до  $4^{\circ}\text{C}$ .

Летом относительная влажность изменяется от 30 до 100 %. Наибольшую повторяемость имеют сочетания относительной влажности от 70 до 100 % и температуры воздуха от 10 до  $19^{\circ}\text{C}$ .

Для весны характерно наибольшее число комплексов, так как температура и влажность воздуха меняются в широких пределах. Весной относительная влажность изменяется от 20 до 100 %, температура воздуха — от  $-20$  до  $25^{\circ}\text{C}$ .

Осенью преобладает температура воздуха от  $-5$  до  $15^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность от 70 до 100 %.

Зимой наибольшую повторяемость имеют сочетания температуры воздуха от 5 до  $-15^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности от 80 до 100 %.

Если принять, что наиболее благоприятные условия для человека в летний период создаются при температуре воздуха  $20^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности 35—65 %, то можно отметить, что такие условия в Сортавале наблюдаются только в 3 % случаев. Наиболее вероятны они в июле.

В последнее время уделяется большое внимание изучению дискомфортных условий. Наиболее неблагоприятные условия для пребывания людей на открытом воздухе складываются зимой. В это время даже днем преобладает высокая относительная влажность (80—100 %) при температуре воздуха от 0 до  $-19^{\circ}\text{C}$ . Редко (3 % случаев в январе, 1,5 % в феврале) возможны крайне неблагоприятные условия, когда высокая относительная влажность (80—91 %) наблюдается при более низкой температуре воздуха ( $-25... -35^{\circ}\text{C}$ ).

В летний период наиболее неблагоприятные условия складываются при сочетании температуры воздуха  $20^{\circ}\text{C}$  и более и относительной влажности 80 % и более, когда создается ощущение духоты. Повторяемость дней с душной погодой за лето невелика

Таблица 56

Повторяемость различных сочетаний температуры и относительной влажности  $r$ . 1945—1979 гг.

$r$ %	Температура воздуха, °C															Повторяемость, %	Обеспеченность, %
	-1...-36	-35...-31	-30...-25	-24...-20	-19...-15	-14...-10	-9...-5	-4...-1	0...4	5...9	10...14	15...19	20...24	25...30	31...36		
100—91			0,00	0,03	0,3	1,2	2,3	4,1	9,4	4,9	4,8	1,5	0,01			28,5	28,5
90—81		0,02	0,4	1,3	2,1	2,9	4,1	4,1	5,7	3,5	4,0	2,1	0,2			30,4	58,9
80—71	0,01	0,1	0,5	0,7	0,9	1,3	1,7	1,8	2,9	2,0	2,4	2,1	0,5	0,01		16,9	75,8
70—61		0,01	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,9	1,7	1,5	1,7	1,7	0,8	0,1		9,8	85,6
60—51			0,00	0,01	0,1	0,1	0,3	0,4	0,9	1,0	1,3	1,4	0,8	0,1		6,4	92,0
50—41				0,00	0,01	0,1	0,1	0,2	0,6	0,7	0,9	1,1	0,8	0,2	0,00	4,7	96,7
40—31					0,00	0,01	0,03	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,6	0,2	0,00	2,6	99,3
<30							0,00	0,00	0,03	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,00	0,7	100
Повторяемость, %	0,01	0,1	1,0	2,1	3,6	6,0	9,1	11,6	21,4	14,0	15,7	10,8	3,9	0,7	0,00		
Обеспеченность, %	100	100	99,9	98,9	96,8	93,2	87,2	78,1	66,5	45,1	31,1	15,4	4,6	0,7			

и составляет 0,9 %. Душные дни в Сортавале чаще всего бывают в июле (2 %).

От температурно-ветрового режима зависит теплоотдача зданий и сооружений, затраты тепла на отопление, режим строительных работ. С понижением температуры воздуха и увеличением скорости ветра увеличивается теплоотдача зданий. Так, в холодный период года в квартирах, обращенных к юго-западу и западу, в сторону преобладающих ветров, при одинаковой толщине стен и одинаковом обогревании значительно холоднее, чем в квартирах, обращенных к северу, в сторону менее вероятных ветров северной четверти. 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, связанным 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.

От сочетаний температуры, скорости ветра и количества осадков зависит степень увлажнения стен в теплый период. Увлажнение наружных стен зданий наиболее вероятно при интенсивных дождях, но продолжительные обложные дожди, сопровождаемые ветром, также представляют большую опасность. Во все месяцы, кроме марта, октября, ноября, наибольшая вероятность выпадения осадков до 5 мм при различных температурах наблюдается при скорости ветра до 2 м/с.

Летом дожди до 5 мм, сопровождаемые ветром (скорость 0—4 м/с), чаще выпадают при температуре 8—18 °С. Максимальная повторяемость таких сочетаний наблюдается при температуре 12—16 °С.

Наибольшая вероятность увлажнения стен осенью (сентябрь—октябрь) отмечена при температуре от 0 до 14 °С и скорости вет-

Таблица 57  
Основные климатические характеристики теплопотери  
(°С за месяц) зданий

$T_9$ , °С		Теплопотери			Длительность отопительного периода, мес
от	до	общие	из-за ветра	добавка от радиации	
—35	—40	150—249	20—25	130—140	6—7

Примечание.  $T_9$  — эффективная температура, обуславливающая максимальные теплопотери зданий и определяющая мощность отопительной системы.

ра 0—6 м/с. Осенью по сравнению с летом увеличивается повторяемость выпадения осадков при скорости ветра более 3 м/с. В марте, апреле наблюдается повторяемость сочетания температуры воздуха от  $-2$  до  $4^{\circ}\text{C}$ , и скорости ветра от 0 до 6 м/с. Зимой температура воздуха колеблется в широких пределах по сравнению с другими сезонами года. Максимальная повторяемость выпадения осадков до 5 мм отмечена при температуре от 2 до  $-12^{\circ}\text{C}$  и скорости ветра 0—6 м/с.

В холодный период для поддержания нормальной температуры внутри помещения ( $18$ — $22^{\circ}\text{C}$ ) проводятся мероприятия по обогреву зданий. При проектировании системы отопления важно иметь сведения об экстремальных теплов потерях. Максимальные теплов потери наблюдаются при минимальной температуре наружного воздуха и определяются по средней многолетней температуре самой холодной пятидневки с учетом влияния ветра. Влияние ветра при низких температурах наиболее ощутимо. В табл. 57 приведены климатические параметры теплов потерь для отдельно стоящих зданий.

## 9. МИКРО- И МЕЗОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОДА И ОКРЕСТНОСТЕЙ

В связи с ростом и реконструкцией городов увеличивается потребность в изучении городского климата. Город не только находится под воздействием климатических условий, но и сам оказывает определенное влияние на характер погоды и климат. Конечно, наиболее существенное влияние на характер погоды оказывают большие города, но и в таком небольшом городе, как Сортавала, можно отметить свои микро- и мезоклиматические особенности.

Промышленные предприятия, городские котельные, транспорт выбрасывают в воздух большое количество вредных веществ, пыли, сажи, выхлопных газов, сильно его загрязняя. С увеличением загрязненности воздуха изменяется прозрачность атмосферы, ухудшается видимость, задерживается часть солнечных лучей. Вместе с тем городская мгла препятствует излучению тепла поверхностями зданий, покрытий, сохраняя в городе более высокую температуру воздуха. Кроме того, мостовые улиц и площадей, стены и крыши домов в городах совершенно по-другому поглощают и излучают тепло, чем покрытая растительностью почва окрестностей. Они, с одной стороны, способствуют более полному поглощению и накоплению солнечной энергии, с другой — препятствуют слишком быстрому охлаждению. Иначе происходит и процесс испарения выпавших осадков. Водопроницаемость поверхности и быстрый сток осадков в канализационную сеть сокращают в городе затраты тепла на испарение. Энергия, выделяющаяся при сжигании топлива предприятиями, отопительными системами, транспортом, увеличивает тепловой баланс города. Все эти факторы оказывают влияние на температуру воздуха, повышая ее. Изменение температуры воздуха ведет и к изменению относительной влажности.

Значительное влияние оказывает город и на ветровой режим. Разновысотные строения, различно ориентированные улицы, зеленые насаждения приводят к ослаблению ветра. Возникающее у стен домов и между ними трение настолько значительно, что большая часть внутренней энергии движущегося воздуха расходуется на его преодоление. Вследствие этого движение воздуха внутри города замедляется.

Климат города отличается не только от климата окрестностей, но и неодинаков внутри самого города. Это связано с неоднородностью рельефа, плотностью застройки, высотой домов, расстоянием между ними, шириной улиц и площадей, массивами зеленых насаждений (парки, сады, скверы).

Различия в метеорологических условиях между городом и окрестностями, а также между отдельными районами города не всегда одинаковы. Они имеют годовую и суточный ход и, кроме того, существенно зависят от характера погоды (облачности, ветра, влажности, запыленности и т. д.), поэтому особенности пространственного распределения метеорологических величин следует рас-



смагивать дифференцированно по сезонам и погодным условиям.

Обычно выделяют несколько типов погоды с различными сочетаниями количества облачности и скорости ветра. В табл. 58 представлена повторяемость типов погоды в Сортавале, а также температурный фон, соответствующий выделенным типам, в центральные месяцы сезонов утром и днем. Повторяемость различных типов погоды показывает, что преобладает пасмурная погода, особенно зимой и осенью. От зимы к лету существенно возрастает повторяемость малооблачной погоды, особенно в утренние часы. В дневные часы в теплый период возрастает повторяемость пере-

Таблица 58

Повторяемость (%) типов погоды в Сортавале в разное время суток. 1976—1980 гг.

Тип погоды	I		IV		VII		X	
	P %	t °C	P %	t °C	P %	t °C	P %	t °C
Утро, 6 ч								
Я—Т	9,9	—22,1	8,7	—6,2	15,5	11,8	9,0	4,8
Я—С	12,2	—14,6	14,7	—4,2	6,4	12,2	7,7	—0,8
Я—В	0,6	—7,5	0,7	—7,9	0,6	16,3	1,9	—1,2
ПЯ—Т	1,9	—23,1	6,7	—2,6	7,7	12,1	2,6	2,0
ПЯ—С	1,9	—7,5	2,0	—0,3	4,5	12,5	8,4	1,0
ПЯ—В			1,3	0,8				
П—Т	20,6	—14,1	23,3	—1,7	32,2	12,4	22,6	1,6
П—С	42,6	—7,8	33,3	0,5	29,7	12,8	40,6	2,6
П—В	10,3	—6,9	7,3	—1,1	3,2	12,2	7,1	4,1
День, 15 ч								
Я—Т	8,4	—16,2			1,3	20,5	1,3	4,4
Я—С	6,4	—10,8	14,7	6,4	15,5	22,0	10,3	1,9
Я—В			2,0	2,2	1,3	22,6	0,6	2,3
ПЯ—Т	3,9	—14,3	2,0	5,3	1,3	27,4		
ПЯ—С	3,2	—18,0	13,3	4,4	23,2	20,6	8,4	4,1
ПЯ—В	0,6	—5,7	3,3	2,1	1,9	19,1	2,6	7,1
П—Т	23,2	—11,2	3,3	8,0	3,9	16,3	5,2	4,8
П—С	47,1	—8,3	45,3	3,3	40,6	16,9	57,4	4,2
П—В	7,1	—8,4	16,0	2,4	11,0	15,9	13,5	4,9

Примечание. Здесь буквы Я, ПЯ, П означают состояние нижней облачности: Я—ясно (0—2 балла), ПЯ—полуясно (3—7 баллов), П—пасмурно (8—10 баллов); буквы Т, С, В характеризуют ветер: Т—тихо (0—1 м/с), С—слабый ветер (2—5 м/с), В—ветрено (более 5 м/с).

менной облачности за счет развития облаков кучевых форм.

Каждому типу погоды соответствует определенный термический фон. Так, в январе при ясной тихой погоде в утренние часы температура бывает около  $-22,1^{\circ}\text{C}$ , а при ветреной пасмурной погоде — на  $15^{\circ}\text{C}$  выше. В другие сезоны различие температур при разных типах погоды намного меньше. Летом в дневные часы оно не превышает  $11^{\circ}\text{C}$ , в переходные сезоны  $5^{\circ}\text{C}$ .

Во все сезоны года наиболее часто наблюдается ветер скоростью 2—5 м/с. Весной в дневные часы увеличивается повторяемость ветра более 5 м/с (18 %).

Для выявления особенностей распределения температуры воздуха в городе проведено сравнение данных наблюдений основной метеостанции Сортавала и метеостанции Хелюля за 1982 г. Сравнения проводились по четырем типам погоды: тип I — ясно, тихо; тип II — пасмурно, тихо; тип III — ясно, ветрено; тип IV — пасмурно, ветрено. Наибольшие различия в температурном режиме внутри города и его пригороде наблюдаются летом и зимой при ясной тихой погоде (тип I погоды). При первом типе погоды летом в утренние часы в Сортавале на  $1-3^{\circ}\text{C}$  теплее, чем в пригороде (район Хелюля). В ночные и утренние часы сказывается отопляющее действие Ладожского озера и его залива. В дневное время это влияние озера меняется на противоположное. Так, днем температурные различия достигают  $2^{\circ}\text{C}$ , причем в Сортавале холоднее, чем в Хелюле.

Зимой в ясное тихое утро в Сортавале на  $1-3^{\circ}\text{C}$  холоднее, чем в Хелюле, так как в утренние часы холодный воздух стекает с холмов в долину, где расположена метеорологическая станция. Днем контраст температур постепенно сглаживается, и во второй половине дня температура в Сортавале становится на  $2^{\circ}\text{C}$  теплее, чем в Хелюле.

При всех других типах погоды существенных различий в режиме температуры город — пригород не наблюдается.

Влияние Ладожского озера на климат города Сортавалы, расположенного в его прибрежной части, значительно. В осенне-зимний период озеро оказывает отопляющее действие, в весенний период и первой половине лета, наоборот, холодная поверхность озера приводит в дневные часы к охлаждению воздуха в прибрежном районе.

Мезоклиматические особенности Сортавалы можно проследить и в сравнении с климатом ближайших населенных пунктов, расположенных на расстоянии 22 км к северо-востоку (Янисъярви) и 50 км к северу (Вяртсиля). Анализ термических различий между Сортавалой и указанными выше пунктами, произведенный по многолетним данным, показал, что повышение температуры в Сортавале не очень существенное. В целом за год в Сортавале теплее, чем в пригороде (Янисъярви, Вяртсиля) на  $0,5-0,8^{\circ}\text{C}$  (рис. 10).

О более полном влиянии города на температуру воздуха можно судить по температуре в различные часы суток (рис. 11). В сред-

нем за год температура воздуха во все сроки в Сортавале выше, чем в пригороде. В ночные часы город всегда теплее пригорода (0,1—1,8°C). В дневные часы в весенне-летний период город холоднее пригорода на 0,2—0,9°C за счет влияния холодного Ладожского озера. Наибольшие контрасты температур город — при-

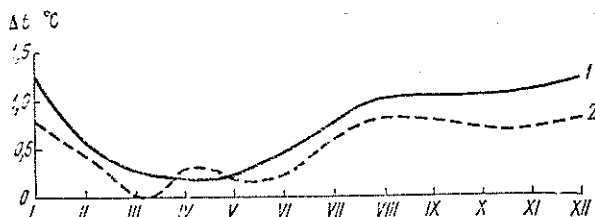


Рис. 10. Годовой ход разностей средней месячной температуры воздуха  $\Delta t$  между городом и пригородом.

1) Сортавала — Вяртсиля, 2) Сортавала — Янисъярви.

город наблюдаются в октябре. В это время город теплее пригорода на 1,3—1,8°C. Осенью, как и весной, влияние Ладожского озера на температурный режим значительно и перекрывает влияние самого города.

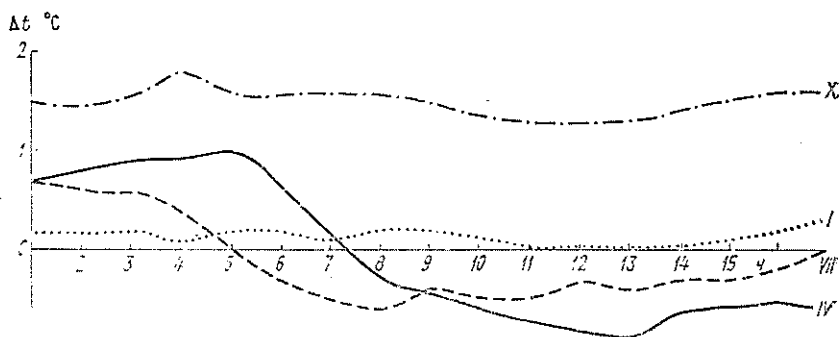


Рис. 11. Разности температуры воздуха  $\Delta t$  между городом (Сортавала) и пригородом (Вяртсиля) в разные часы суток в центральные месяцы сезонов.

Продолжительность безморозного периода в городе увеличивается на 16—17 дней.

Изменение относительной влажности в городе по сравнению с пригородом в целом незначительное и составляет 1—2%.

Описание местоположения пунктов метеорологических наблюдений, которые использованы при оценке климатических особенностей Сортавалы, приведены в табл. 59.

Таблица 59

**Перечень пунктов метеорологических наблюдений,  
которые использованы при оценке климатических  
особенностей Сортавалы**

Пункт	Метеорологическая станция	Характеристика местоположения станции
1	Сортавала	Расположена в северо-восточной части города на ровном открытом поле. Ближайшие постройки (одноэтажные деревянные здания) находятся в 70 м к юго-западу и в 100 м к западу
2	Хелюля	Расположена к северо-северо-востоку от Сортавалы на ровном открытом месте
3	Янисъярви	Расположена в 22 км к северо-востоку от Сортавалы на юго-западном берегу оз. Янисъярви, в 600 м от уреза воды, на пологом северном склоне небольшого холма. В радиусе 50—200 м метеоплощадка окружена лесом
4	Вяртсиля	Расположена в 50 км к северу от Сортавалы, в северо-западной части поселка Вяртсиля, в верхней части пологого склона холма, обращенного к западу. Место открытое

## 10. БИОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДА

Природно-климатические условия и их изменения оказывают существенное влияние на здоровье человека и на все виды его деятельности. Человек, находясь в условиях естественной внешней среды, подвергается влиянию различных метеорологических факторов: солнечной радиации, температуры, влажности, движения и давления воздуха, атмосферного электричества, запыленности.

**Ультрафиолетовая радиация.** Роль солнечной радиации в жизнедеятельности человека общеизвестна. Солнечные лучи оказывают сильное влияние не только на кожу, но и на внутренние органы и прежде всего на центральную нервную систему. Например, при солнечном голодании наблюдается ухудшение памяти, сна, усиление возбудимости или заторможенности, снижение работоспособности, быстрая утомляемость и раздражительность.

Биологическое влияние солнечной радиации на организм слагеается из действия всех частей его спектра (ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной), которое весьма различно.

Инфракрасная радиация проникает под кожу на глубину до 4 см и вызывает тепловой эффект, который сопровождается повышением температуры кожи и лежащих под ней тканей. Возникает тепловая нестойкая эритема, усиливается кровоток, потовыделение, изменяется теплообмен, сердечно-сосудистая деятельность и т. д.

Видимая световая радиация имеет в основном сигнальный характер, вызывает зрительный эффект, который является импульсом к покою или деятельности организма, благодаря чему образуется определенный суточный ритм.

С биологической точки зрения ультрафиолетовые лучи являются наиболее активной частью солнечной радиации, поэтому приобретают особое значение. Под их влиянием происходит изменение окислительных и обменных процессов, образование физически активных веществ, гистамина, витамина Д и других продуктов, стимулирующих защитные силы организма.

Нервно-рефлекторные и гуморальные процессы, возникающие в организме под действием ультрафиолетовой радиации, вызывают усиление деятельности эндокринных желез, изменяют реактивность нервной системы, повышают иммунобиологические показатели крови, ускоряют заживление ран, вызывают болеутоляющий эффект и т. д.

Всю область ультрафиолетовой радиации (УФР) условно делят на три части: УФ-А ( $\lambda=315...400$  нм), УФ-В ( $\lambda=280...315$  нм), УФ-С ( $\lambda$  короче 280 нм).

Наибольшее биологическое, в частности эритемообразующее, действие имеет область В.

Для нормальной жизнедеятельности организма необходима солнечная радиация в количестве  $1/8—1/10$  эритемной дозы в день [32].

Следует отметить, что на широте Сортавалы наблюдается естественная недостаточность ультрафиолетового излучения в солнечном спектре. Поэтому в Сортавале период возможного ультрафиолетового облучения составляет примерно четыре месяца, что на четыре месяца меньше, чем в Сочи.

Разница в напряжении ультрафиолетовой радиации между широтой Сортавалы и югом более выражена зимой (около 20 % ультрафиолетовой радиации на широте 30°).

В годовом ходе ультрафиолетовой радиации наибольшее ее количество (около 80 %) приходится на четыре весенне-летних месяца (май — август). В январе, декабре ультрафиолетовая радиация не доходит до земной поверхности. Нужно отметить, что

Таблица 60  
Средние значения прямой ( $I$ ) и суммарной ( $Q$ ) ультрафиолетовой радиации области В

Радиация	III	VI	IX	XII	Год	
Полуденные значения на 15-е число						
УФ радиация, мВт/м <sup>2</sup>	$I$ . . . . .	59	603	190		
	$Q$ . . . . .	308	1492	620	12	
Эритемная, мэр/м <sup>2</sup>	$I$ . . . . .	5	72	18		
	$Q$ . . . . .	24	198	69		
Возможные месячные дозы						
УФ радиация, Вт·ч/м <sup>2</sup>	$I'$ . . . . .	53	84	13		
	$Q$ . . . . .	46	351	106	0,6	
Эритемная, эр·ч/м <sup>2</sup>	$I'$ . . . . .	0,2	9,9	1,5		
	$Q$ . . . . .	3,3	42	10,9		
Действительные месячные дозы						
Эритемная, эр·ч/м <sup>2</sup>	$I$ . . . . .		3,6			
	$Q$ . . . . .		28			13
Относительная эффективность полуденной интенсивности радиации						
Эритемная, мэр/Вт	$I$ . . . . .	83	123	103		
	$Q$ . . . . .	78	136	116		
Потери, обусловленные облачностью						
УФ радиация, %	$Q$ . . . . .	35	27	32	55	

Примечание. Эритемная радиация (пороговая доза) — количество УФ радиации, вызывающее едва заметное покраснение кожи незагорелого человека.

нарастание ультрафиолетовой радиации весной (начало апреля) и убывание осенью (конец сентября) идет довольно интенсивно.

Неблагоприятные метеорологические условия снижают биологический эффект ультрафиолетовой радиации и тем самым увеличивают время для получения биодозы, необходимой для обеспечения нормальной жизнедеятельности организма.

В табл. 60 приведены средние значения прямой ( $I$ ) и суммарной ( $Q$ ) ультрафиолетовой радиации области В [4].

Уменьшение высоты солнца приводит к значительному снижению энергии ультрафиолетовой радиации области В. Так, при понижении высоты солнца от 50 до 25—30° энергия этого участка спектра снижается до 59,6 %.

Физиотерапевты считают, что солнечные ванны можно начинать принимать при высоте солнца 35°. В Сортавале солнце такой высоты достигает в полдень 8 апреля.

На самочувствие человека большое влияние оказывает также продолжительность солнечного сияния. Так, больные разными видами невралгии, атеросклерозом, гипертонией плохо переносят короткие пасмурные дни, преобладающие в Сортавале в ноябре—январе (21—24 дня без солнца).

**Тепловое состояние человека.** Рассматривая влияние внешней среды на организм человека, необходимо в первую очередь изучать тепловое состояние тела человека в данных условиях, поскольку климат влияет прежде всего на термический режим организма. Тепловым состоянием определяются здоровье, болезнь, работоспособность, питание, одежда, жилище человека.

Тепловое состояние характеризуется комплексом метеорологических и физиологических факторов. К метеорологическим факторам, наиболее существенно влияющим на тепловой режим человека, относятся температура и влажность воздуха, скорость ветра, солнечная радиация (коротковолновая и длинноволновая). К физиологическим факторам следует отнести теплопродукцию организма (тепло, выделяемое в организме в результате окислительных процессов, связанных с переработкой пищи), терморегуляторные функции организма, такие, как выделение пота, и так называемые вазомоторные реакции, учитывающие теплообмен, вызванный кровообменом в организме человека. Тепловое состояние человека можно оценить по его тепловому балансу. При вертикальном положении человеческого тела его теплообмен с окружающей средой включает четыре основных составляющих:

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

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

- 3) теплообмен при дыхании;
- 4) расход тепла на испарение пота.

При нормальных условиях тело человека находится в условиях стационарного теплового равновесия с окружающей средой. Это означает, что приход тепла в организм человека равен его расходу.

Постоянство внутренней температуры тела осуществляется в результате сложной работы терморегулирующего аппарата организма человека, который через высшие отделы центральной нервной системы чутко реагирует на изменение термических условий внешней среды.

Среди изменяющихся физиологических показателей прежде всего необходимо назвать температуру поверхности кожи, которая по сравнению со стабильной внутренней температурой тела довольно изменчива (от 26 до 38 °С).

Ниже приводятся значения средней температуры кожи при различных теплоощущениях человека [22]:

Температура кожи, °С	Теплоощущение
28,0—28,9	Холодно
29,0—31,9	Прохладно
32,0—33,2	Комфортно
33,3—34,3	Тепло
34,4—35,5	Жарко
35,6—36,6	Очень жарко

Средневзвешенная температура кожи, отвечающая условиям теплового комфорта, равна примерно 33 °С. В условиях, когда жарко и сухо, она может повышаться до 38 °С.

В курортологической практике для оценки совместного влияния нескольких метеорологических факторов в летний период используются расчетные температуры (эквивалентно-эффективная, радиационно-эквивалентно-эффективная), полученные на основании статистических сравнений их значений и теплоощущений человека.

Эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ) определяется по температуре воздуха, скорости ветра и влажности. Она характеризует теплоощущение человека в различных атмосферных условиях. Существует две шкалы эквивалентно-эффективных температур: основная — для людей, обнаженных до пояса, и нормальная — для обычно одетых людей. Обе шкалы рассчитаны для относительно небольших скоростей ветра (до 3,5 м/с) и для положительных температур воздуха.

Вычисление эквивалентно-эффективных температур основано на зависимости теплового ощущения человека от температуры, влаж-



ности и движения воздуха. Соотношение температуры воздуха ( $t$ ) и относительной влажности ( $r$ ) в неподвижном воздухе для сохранения постоянного теплоощущения человека следующее [19]:

$t$ °С . . . . .	17,8	18,3	18,9	19,5	20,1	20,7	21,7	22,3	23,2
$r$ % . . . . .	100	90	80	70	60	50	40	30	20

Повышение скорости ветра требует для сохранения неизменного теплового ощущения соответствующего изменения температуры и влажности воздуха.

Средние месячные эквивалентно-эффективные температуры (ЭЭТ °С) в Сортавале равны (расчет выполнен по номограммам В. А. Яковенко):

Месяц . . . . .	VI	VII	VIII	IX
Шкала ЭЭТ				
основная . . . . .	0,0	2,2	0,8	—
нормальная . . . . .	5,8	9,3	8,0	0,3

Наибольшие теплоощущения человека наблюдаются в июле. В отдельные годы средние месячные эквивалентно-эффективные температуры могут повышаться до 12,5 °С по основной шкале и до 17 °С по нормальной шкале (июль 1927 г.).

Большой интерес представляет зона комфорта. Ее можно определить как совокупность тех условий внешней среды, в которых человек получает субъективно хорошее теплоощущение, удерживает нормальный теплообмен, сохраняет нормальную температуру тела и не выделяет пота. Лучше всего обнаженный человек чувствует себя в интервале ЭЭТ от 17,3 до 21,7 °С, одетый — от 16,7 до 20,6 °С. Такие ЭЭТ в Сортавале могут наблюдаться лишь в отдельные дни и наиболее вероятны в июле. Так, в теплом июле 1972 г. (ЭЭТ по основной шкале 9,0 °С, по нормальной шкале 15,8 °С) в 40 % дней наблюдались комфортные условия. Устойчивого периода комфортных климатических условий в Сортавале не отмечено. Это объясняется высокой влажностью и сравнительно низкими летними температурами.

Значения эквивалентно-эффективных температур выше комфортных характеризуют перегрев человеческого организма, ниже комфортных — его охлаждение. Перегрев в условиях Сортавалы может наблюдаться очень редко, так как средняя месячная эквивалентно-эффективная температура не превышает 9,3 °С. Следует отметить, что вопрос, касающийся соответствия теплоощущения человека выделенным зонам комфорта по ЭЭТ, является дискуссионным.

Эквивалентно-эффективные температуры не учитывают действия солнечной радиации на человека. Поэтому при оценке внешних условий во время климатолечения в солнечные дни применяются радиационно-эквивалентно-эффективные температуры, учи-

тывающие комплексное воздействие на организм человека температуры воздуха, ветра и влажности, а также солнечной радиации, которая может значительно изменять реакции человека.

Средние месячные значения радиационно-эквивалентно-эффективных температур ( $PЭЭТ^{\circ}C$ ), рассчитанные по основной шкале по номограмме Г. В. Шелейховского, равны:

Месяц . . . . .	VI	VII	VIII	IX
Поверхность кожи				
непигментированная . . . . .	4,3	6,0	3,8	—
пигментированная . . . . .	5,6	7,0	4,7	—

Для характеристики зимних условий довольно часто используют баллы «суровости» по Бодману. Этот показатель позволяет учитывать совместное охлаждающее действие на человека температуры воздуха и скорости ветра. Для Сортавалы средний балл суровости января составляет 2,8. Для сравнения назовем баллы суровости, характерные для других городов: Киев — 2, 3, Ленинград — 2,5, Москва и Петрозаводск — 3,0, Сыктывкар — 4,0, Мурманск — 4,2. Охлаждающая сила ветра играет первостепенную роль в теплоощущении человека. Для условий северных районов в холодный период года увеличение скорости ветра на 1 м/с эквивалентно снижению температуры воздуха на  $2^{\circ}C$ .

Жесткость погоды  $S$  в Сортавале во все зимние месяцы не превышает критического значения (3,0 балла) и распределяется следующим образом:

Месяц . . . . .	XI	XII	I	II	III	XI—III
$S$ баллы . . . . .	2,3	2,6	2,8	2,7	2,3	2,5

Тепловой комфорт человеку (сохранение средневзвешенной температуры тела  $32-33^{\circ}C$ ) в разные сезоны года обеспечивают теплозащитные свойства одежды, которые определяются главным образом климатическими факторами. Так, зимой для человека, находящегося в состоянии покоя, в январе днем защитные свойства одежды должны составить 4,7 кло (1 кло равно 1,6 толщины одежды в сантиметрах), что соответствует арктическому типу одежды, а для человека, выполняющего работу средней тяжести, теплозащитные свойства одежды могут быть снижены до 3,0 кло, что соответствует зимнему пальто для умеренно холодной зимы. В июле днем для человека в покое достаточно одежды с теплоизоляцией, равной 1,0 кло, а для человека, выполняющего работу средней тяжести, равной 0,3 кло. Первое значение соответствует шерстяному костюму, второе — очень легкой летней одежде.

В физических единицах теплозащита, равная 1 кло, характеризуется слоем одежды с сопротивлением теплопередачи  $0,15 \text{ к} \times \text{м}^2/\text{Вт}$ . Ношение одежды с теплоизоляцией 6 кло практически невозможно. Оценка потребности в одежде с большой теплоза-

щитой говорит либо о необходимости искусственного подогрева, либо об условиях, ведущих к переохлаждению организма.

Количественный показатель теплоизоляции одежды (число единиц кло) имеет не только прикладное значение, но и служит показателем комплексного влияния на тепловое состояние человека солнечной радиации, эффективного излучения, температуры, влажности воздуха и скорости ветра.

**Содержание кислорода в воздухе.** Выделение тепла в организме человека, происходящее за счет окислительных процессов, меняется в зависимости от пола, возраста, массы и других особенностей человека. Экспериментальные определения теплопродукции основываются на определении количества кислорода, потребляемого при дыхании (основной обмен), при этом используется известное значение энергетической способности кислорода, в среднем равное 5 ккал при сгорании 1 л кислорода.

В силу сложившегося представления о кислороде в атмосфере как о величине практически постоянной этот химический элемент в рамках проблемы погодных воздействий на здоровье человека до недавнего времени почти не изучался.

При изменении погодных условий процентное содержание кислорода не изменяется, тогда как его масса в одном и том же объеме воздуха может значительно уменьшаться. Небольшие колебания его содержания в воздухе (даже в пределах 10—15 г/м<sup>3</sup>) не безразличны для организма человека, особенно для больных сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Среднее месячное содержание кислорода в воздухе  $\bar{P}$  (г/м<sup>3</sup>) подвержено существенным колебаниям и распределяется в течение года следующим образом (данные взяты по номограмме):

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
309	310	305	296	290	282	278	279	286	293	300	305	294

Среднее месячное содержание кислорода колеблется от 278 до 310 г/м<sup>3</sup>. Самая высокая концентрация его отмечается в зимние месяцы, с максимумом в феврале, самая низкая — летом, с минимумом в июле. Еще более велик диапазон колебаний минимальных и максимальных значений содержания кислорода (табл 61).

Таблица 61  
Содержание кислорода  $P$  (г/м<sup>3</sup>) в воздухе. 1972 г.

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{P}$ . . . . .	320	310	304	295	291	280	275	278	287	293	296	298
$P_{\max}$ . . . .	341	334	342	308	305	294	291	300	303	308	319	321
$P_{\min}$ . . . .	298	293	285	285	275	270	263	269	277	286	283	286

Для определения содержания кислорода в воздухе важную роль играют значения его междусуточных перепадов. Повышенные колебания содержания кислорода отмечаются в зимние и переходные месяцы. Так, 13 января 1972 г. перепад содержания кислорода в воздухе в течение суток составил 28 г/м<sup>3</sup>.

В суточном ходе наибольшее содержание кислорода приходится на утренние часы, наименьшее — на вторую половину дня.

Весовое содержание кислорода в приземном слое атмосферы уменьшается при прохождении передней части циклона (ложбины) и теплого сектора циклона (потеплении) и повышается при прохождении тыловой части циклона и похолодании.

**Биоклиматические показатели контрастных изменений погоды.** На человеческий организм воздействуют не метеорологические величины сами по себе, а значительные их колебания, вызывающие у человека различные патологические состояния и обостренные болезни и получившие название метеотропных реакций.

Резкие изменения погодных условий обычно связаны с прохождением циклонов и атмосферных фронтов, при котором происходит быстрая смена воздушных масс, сопровождающаяся изменениями температуры и влажности воздуха, выпадением осадков, изменениями атмосферного давления и электрического поля атмосферы.

При этом основным патологически действующим фактором, по мнению ряда исследователей, являются колебания атмосферного

Таблица 62  
Повторяемость (%) междусуточных изменений атмосферного давления ( $\pm \Delta p$ ) в 8 ч. 1946—1965 гг.

Месяц	$\pm \Delta p$ гПа			
	0—4	5—7	8—15	$\geq 16$
I	38	21	26	15
II	44	22	25	9
III	43	20	29	8
IV	47	22	27	4
V	55	19	24	2
VI	61	20	18	1
VII	67	21	12	0
VIII	69	17	13	1
IX	53	20	23	4
X	44	24	24	8
XI	42	18	32	8
XII	40	20	29	11
Год	50	20	24	6

давления, которые вызывают у метеотропных больных сердечно-сосудистые катастрофы.

Давление воздуха генетически определяет погоду в данный момент или в какой-либо период. Его пространственное и временное распределение является основной причиной, обуславливающей направление воздушных потоков, их скорость и, как следствие, изменение температуры и влажности воздуха, облачность, осадки и др. Учитывая это, можно использовать атмосферное давление (его междусуточную изменчивость) в качестве косвенного показателя изменений, происходящих в атмосфере.

Из практики врачей известно, что резкие колебания давления воздуха в течение суток служат одной из причин роста числа вызовов по поводу стенокардии и гипертонии.

За резкие колебания между суточной изменчивости давления воздуха принято значение  $\pm 8$  гПа и более [31], которое наблюдается в Сортавале в 30 % случаев за год. В течение года наибольшая повторяемость таких междусуточных изменений давления воздуха отмечается зимой (табл. 62). В зимние месяцы наиболее вероятны и очень большие (16 гПа и более) междусуточные колебания давления воздуха. Средняя месячная междусуточная изменчивость давления воздуха колеблется от 3,7 (июль) до 8,1 гПа (январь) (см. табл. 2 приложения).

В табл. 63 приведена повторяемость максимальных междусуточных изменений атмосферного давления. В зимние месяцы мак-

Таблица 63

Повторяемость (%) максимальных междусуточных изменений атмосферного давления  $\Delta p_{\text{макс}}$  1946—1965 гг.

Ме.ц	$\Delta p_{\text{макс}}$ гПа												
	$\geq 5$		$> 10$		$\geq 15$		$> 20$		$\geq 25$		$\geq 30$		$\geq 35$
	$+\Delta p$	$-\Delta p$	$+\Delta p$	$-\Delta p$	$+\Delta p$	$-\Delta p$	$+\Delta p$	$-\Delta p$	$+\Delta p$	$-\Delta p$	$+\Delta p$	$-\Delta p$	
I	100	100	100	100	90	90	65	75	30	35	10	10	5
II	100	100	95	100	70	65	30	50	15	40		20	
III	100	100	100	100	65	80	40	60		40		25	5
IV	100	100	90	100	60	50	15	20	5				
V	100	100	75	75	25	35		5		5			
VI	100	100	80	70	10	10		5					
VII	100	100	45	50	5	10							
VIII	95	100	45	45	15	15		5					
IX	100	100	90	95	35	50	15	15	5	10		5	
X	100	100	95	95	70	55	25	35	5	15		5	
XI	100	100	90	95	85	65	20	30	5	10			5
XII	100	100	95	100	80	90	35	65	25	35		5	

симальная междусуточная изменчивость (падение, рост) атмосферного давления в 90—100 % случаев превышает 10 гПа.

Наблюдения, проведенные на здоровых людях, показали, что понижение атмосферного давления на 13—16 гПа приводит к некоторому росту потребления кислорода [31].

Воздействие колебаний атмосферного давления (его повышение или понижение) на артериальное давление в человеческом организме различно для разных групп сердечно-сосудистых заболеваний. Так, резкое понижение атмосферного давления опасно для гипертоников, резкое повышение — для гипотоников. Стенокардические кризы возможны как при резком понижении атмосферного давления, так и при резком его повышении, так как они являются следствием и гипертонии, и гипотонии, равно как и всяких других заболеваний коронарной и сосудистой недостаточностью. Увеличение числа случаев резких колебаний атмосферного давления и значения междусуточной изменчивости давления в предзимье и зимой увеличивают вероятность наступления гипертонических и стенокардических кризов. Чтобы избежать их, учитывая прогноз колебаний давления на ближайшие сутки, необходимо принимать соответствующие профилактические меры.

Известную роль в обострениях сердечно-сосудистых заболеваний, особенно инсультов, играет геомагнитная возмущенность. Максимум ее бывает весной. Поэтому самыми опасными месяцами с точки зрения возникновения инсультов являются март и апрель.

Таблица 64

Повторяемость (%) максимальных междусуточных изменений температуры воздуха  $\Delta T_{\text{макс}}$  1945—1973 гг.

Месяц	$\Delta T_{\text{макс}} \text{ } ^\circ\text{C}$				
	$\geq 5$	$\geq 10$	$\geq 15$	$\geq 20$	$\geq 25$
I	100	100	59	14	3
II	100	93	63	13	3
III	100	97	63	17	
IV	100	43	3		
V	100	20			
VI	100	27			
VII	100	17			
VIII	100	17			
IX	100	24			
X	100	41			
XI	100	59	3		
XII	100	76	41	17	3

Определенное влияние на самочувствие больных оказывает температура воздуха, особенно ее резкие изменения в сторону внезапного потепления. Для Сортавалы характерны большие суточные и междусуточные колебания температуры воздуха зимой, особенно в январе — марте. Повторяемость максимальных междусуточных изменений температуры воздуха в эти месяцы в 93—100 % случаев превышает 10 °С и в 3 % случаев 25 °С (табл. 64).

Большая суточная и междусуточная изменчивость температуры воздуха при переохлаждении и перегреве создает значительную дополнительную нагрузку на терморегулирующий аппарат организма человека.

Влияние влажности воздуха на организм человека наиболее ощутимо при туманах. Туманы отнимают большое количество тепла, нарушают теплорегуляцию тела. Они способствуют возникновению простудных заболеваний, угнетающе действуют на центральную нервную систему, вызывают вялость, сонливость.

Наибольшая повторяемость туманов в Сортавале наблюдается в марте, апреле, августе и сентябре, причем по количеству ночные туманы преобладают над дневными (табл. 65).

В 32 % случаев за год туманы сопровождаются моросью. Повторяемость туманов с морозящими осадками и в сочетании с высокой влажностью могут вызвать гипотермию тела человека.

Таблица 65

Число дней  $\bar{n}$  с туманом, средняя относительная влажность  $\bar{r}$  (%) при туманах и повторяемость  $P$  (%) туманов с моросью. 1966—1976 гг.

Месяц	$\bar{n}$ дни		$\bar{r}$ %		$P$ %	
	ночь	день	ночь	день	ночь	день
I	3	2	89	89	4	6
II	3	3	93	93	6	16
III	5	3	93	96	9	19
IV	3	2	98	98	18	16
V	2	1	97	98	9	17
VI	2	0,4	97	93	10	25
VII	2	0	99			
VIII	5	1	99	99	4	
IX	5	2	99	97	2	17
X	2	2	99	98	19	6
XI	2	2	98	98	23	17
XII	1	1	92	95	8	7
Год	35	19	96	96	9	13

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Изменение климата

С древних времен известно, что климат нашей планеты претерпевает систематические изменения. Внимание многих ученых было приковано к изучению этих изменений. Особенно они стали беспокоить в нынешнюю эпоху, когда в результате научно-технического прогресса человек приобретает все большую независимость от условий природной среды. Непостоянство климата присуще нашей планете. Если заглянуть в глубь минувших веков, то станет очевидным его колебательный характер. Долговременные процессы протекают несколько десятков тысяч лет, а кратковременные — с периодами 100—200 лет и менее. Колебания климата за более короткие периоды возможно связаны с изменением количества лучистой энергии от Солнца. Колебания солнечной активности происходят с определенной периодичностью. Широко известен, например, 11-летний цикл, имеются 22-летний и 90-летний циклы и др. Солнечные циклы определенным образом воздействуют на атмосферную циркуляцию нашей планеты, а последняя влияет на формирование климата в различных районах.

Современный климат — это конечный результат взаимодействия на протяжении сотен миллионов лет множества космических и земных, долговременных и кратковременных факторов.

Современная эпоха, охватывающая последние сотни и десятки лет, является относительно теплым и благоприятным периодом истории Земли. Но и в этом периоде наблюдалось существенное колебание климата. Самым значительным из них в северном полушарии было знаменитое «потепление Арктики». Оно началось в конце XIX века и достигло максимума в конце 30-х годов XX столетия. В 40-х годах потепление в северном полушарии сменилось похолоданием, которое продолжается до настоящего времени. Это похолодание было довольно медленным и не достигло еще масштабов предшествующего ему потепления.

В связи с тем что изменение климата в отдельных районах может не совпадать с глобальными, значительный интерес представляет рассмотрение особенностей изменения климата в Сортавале. Для этого были использованы данные наблюдений в Сортавале по температуре воздуха за период 1881—1979 гг.

Многолетний ход этой величины достаточно хорошо представляет современные колебания климата. Колебания в ходе температуры воздуха выявлялись одним из наиболее распространенных и простых методов — методом скользящего осреднения. Осреднения температуры воздуха проводились по скользящим десятилетиям. Такие осреднения дают возможность сгладить ежегодные значительные колебания в рядах температуры и выделить преобладающую длительность колебаний, их амплитуду и фазу.

На рис. 12 представлен сглаженный таким образом многолет-



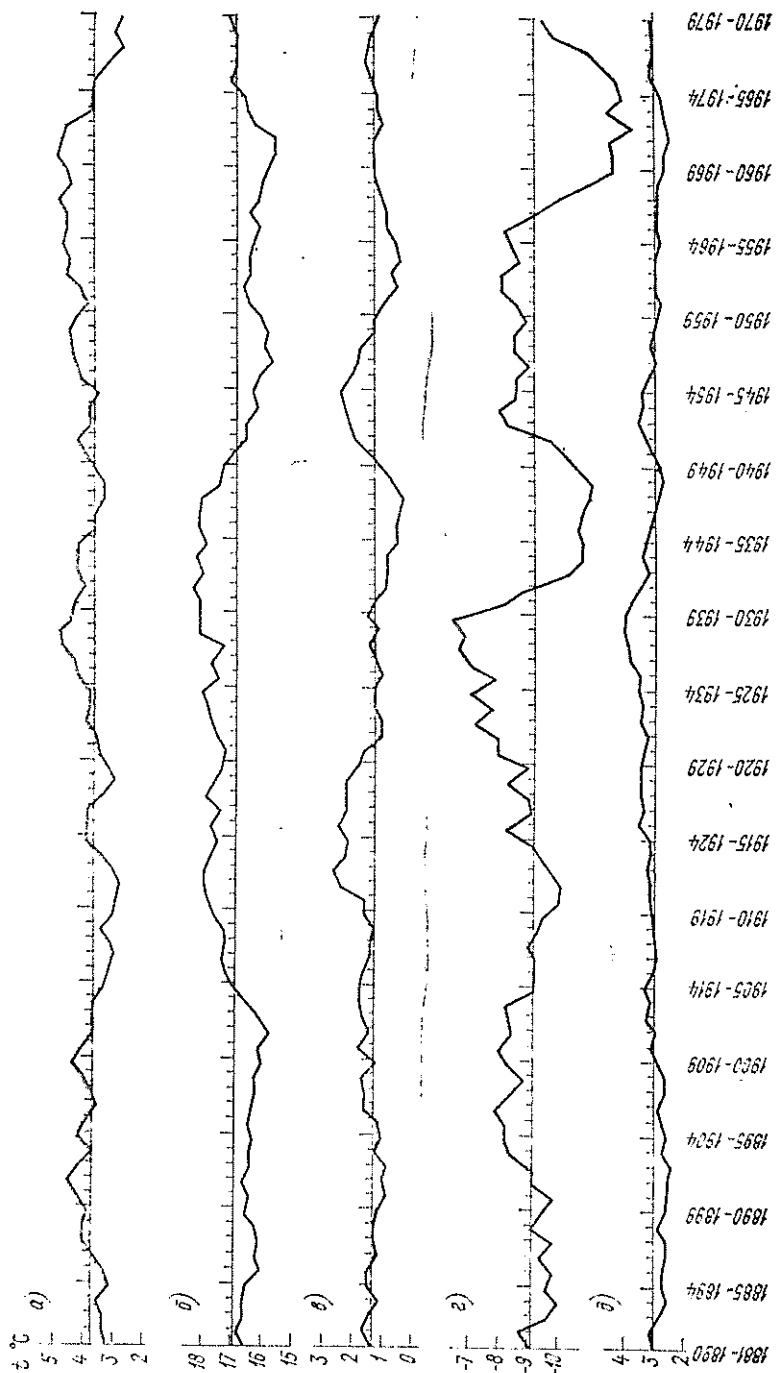


Рис. 12. Ход средней температуры воздуха  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), сглаженный по скользящим десятилетиям.

*a* — октябрь, *б* — июль, *в* — апрель, *г* — январь, *д* — год.

ний ход температуры воздуха за год и по месяцам — представителям сезонов. Горизонтальной линии на графике соответствует среднее многолетнее значение температуры воздуха. Как видно из рисунка, в Сортавале за весь период наблюдений температура воздуха не оставалась постоянной, а ее изменчивость велика и после осреднения. Ход температуры за год показывает общее потепление в 20—30-х годах, что совпадает с глобальным потеплением климата в северном полушарии, связанным с увеличением прихода солнечной радиации. В 40-х годах потепление сменялось похолоданием. В ряде исследований высказывалось предположение, что это уменьшение радиации является результатом загрязнения атмосферы индустриальными примесями, а также пылью, попавшей в атмосферу при испытании ядерного оружия. Возможно также влияние на прозрачность атмосферы извержений вулканов. В дальнейшем в годовом ходе видна тенденция к плавному небольшому понижению средней годовой температуры. По рисунку можно судить о вкладе отдельных сезонов в изменение средней годовой температуры воздуха. Общий вид кривой температуры за год. Зимний период вносит наибольший вклад в изменение средней годовой температуры. Зимой самыми холодными десятилетиями были 1939—1948 гг. (температура января  $-11^{\circ}\text{C}$ ) и 1963—1972 гг. (температура января  $-12^{\circ}\text{C}$ ), из них особенно холодными были зимы 1947-48 и 1966-67 гг. Самым теплым периодом был период 1930—1939 гг. с температурой января  $-6,4^{\circ}\text{C}$ .

Весной колебания температуры воздуха за отдельные десятилетия менее выражены, чем зимой, и наиболее заметны во второй половине рассматриваемого периода. Температура воздуха остается в основном около нормы. Самыми холодными из весенних десятилетий были 1938—1947 и 1954—1963 гг. (температура апреля  $0,4^{\circ}\text{C}$ ), а самыми теплыми — 1913—1922 гг. (температура апреля  $2,6^{\circ}\text{C}$ ), 1916—1925 и 1945—1954 гг. (температура апреля  $2,4^{\circ}\text{C}$ ).

Летом резкого повышения температуры воздуха не наблюдается. В июле в середине рассматриваемого периода (1906—1950 гг.) она была выше нормы на  $0,5-1,4^{\circ}\text{C}$ . Наиболее теплыми десятилетиями были 1932—1941 и 1934—1943 гг., когда температура июля превышала  $18^{\circ}\text{C}$ , наиболее холодными — 1961—1970 и 1962—1971 гг. (температура июля  $15,6^{\circ}\text{C}$ ).

Осенью колебания средних температур воздуха по десятилетиями незначительны. Температура все время остается выше нормы. Наиболее высокая температура ( $4,9^{\circ}\text{C}$ ) в октябре была в период 1961—1970 гг. Самым холодным осенним десятилетием является период 1968—1977 гг. (температура октября  $2,8^{\circ}\text{C}$ ).

Период 40-х годов отличался холодными зимами и жарким летом. В последние годы наблюдается небольшая тенденция к потеплению зимнего и летнего периодов и похолоданию осеннего периода.

Таким образом, все время происходит периодическое отклонение температуры воздуха от среднего многолетнего уровня. Обычно с такими отклонениями связаны аномальные условия погоды и редкие атмосферные явления.

Причин, вызывающих изменения и колебания климата, много. Наиболее крупные и длительные колебания климата зависят от изменения наклона земной оси, скорости вращения земли, изменения ее орбиты, состава атмосферы и формы земной поверхности, изменения солнечной активности и др.

В настоящее время, наряду с естественными факторами, влияющими на изменение климата, резко возросла роль антропогенных факторов. Почти все формы человеческой деятельности сейчас оказывают то или иное влияние на климат, поэтому изменение климата будет происходить под совместным воздействием естественных и антропогенных факторов. Воздействие человека на климат началось уже давно: посредством вырубки лесов, распашки полей, склонов, искусственного орошения, создания крупных водохранилищ, мелиоративных мероприятий, роста городов и т. п.

За последние десятилетия города растут быстрыми темпами, а вместе с ними развивается промышленность, увеличивается поток автотранспорта. Все это в значительной степени повышает загрязнение атмосферного воздуха окислами серы и азота, угарным газом, пылевыми частицами. Современный город превратился в большой очаг тепла, так как в атмосферу, кроме продуктов сгорания специфических веществ, входящих в состав технических выбросов, поступает большое количество тепла, связанное с производством энергии. Например, за 1970 г. мировое потребление всех энергетических ресурсов составило  $9 \times 10^9$  т условного топлива [14]. Благодаря деятельности человека климат больших промышленных центров заметно отличается от климата окружающих районов. Меняется газовый и аэрозольный состав атмосферы, преобразуется ландшафт, меняется влагооборот.

Сортавала является одним из наиболее чистых городов Карелин, городом с малоразвитой промышленностью, поэтому его влияние на климат практически не ощущается.

Климат — одна из характеристик нашей окружающей среды, которую необходимо разумно использовать. Чтобы избежать возможных негативных последствий изменения климата и заранее выработать систему действий человека, исследования процессов изменения и колебаний климата продолжаются. Сейчас очевидна потребность в детальном изучении основных последствий глобального изменения климата для учета этих последствий при планировании хозяйственной деятельности.

Учитывая глобальный характер антропогенного изменения климата и влияния этого процесса на природную среду, необходимо расширить работы по его изучению, основанные на международном сотрудничестве различных государств.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алисов Б. П., Дроздов О. А., Рубинштейн Е. С. Курс климатологии, ч. 1 и 2. — Л.: Гидрометеониздат, 1952. — 488 с.
2. Анапольская Л. Е., Мандель Д. Г. Методика оценки температурно-влажностного режима наружного воздуха. — Труды ГГО, 1969, вып. 250, с. 105—123.
3. Астапенко П. А. Некоторые вопросы биометеорологии. — Л.: Гидрометеониздат, 1966. — 28 с.
4. Белинский В. А., Гараджа М. П., Межинская Л. М., Незвалье Е. И. Ультрафиолетовая радиация солнца и неба. — Изд-во МГУ, 1968. — 228 с.
5. Берлянд М. Е. Города и климат планеты. — Л.: Гидрометеониздат, 1972. — 35 с.
6. Бudyко М. И. Изменения климата. — Л.: Гидрометеониздат, 1974. — 280 с.
7. Власов П. И., Стафеев Б. М. Сортавала — Петрозаводск. Карелия. 1978. — 109 с.
8. Воронцов П. А., Хайруллин К. Ш. Воздействие большого города на климат в разных масштабах. — Труды ГГО, 1977, вып. 391, с. 107—112.
9. Драневич Е. П. Гололед и изморозь. — Л.: Гидрометеониздат, 1971. — 132 с.
10. Дроздов О. А. Основы климатологической обработки метеорологических наблюдений. — Изд-во ЛГУ, 1956. — 300 с.
11. Заварина М. В. Строительная климатология. — Л.: Гидрометеониздат, 1976. — 312 с.
12. Кириллин В. А. Энергетика. Современное состояние и перспективы. — Вестник АН СССР, 1975, № 2, с. 5—12.
13. Климат Архангельска/Под ред. Ц. А. Швер и А. С. Егоровой. — Л.: Гидрометеониздат, 1982. — 208 с.
14. Климат Кирова/Под ред. М. О. Френкеля и Ц. А. Швер. — Л.: Гидрометеониздат, 1982. — 216 с.
15. Климат Ленинграда/Под ред. Ц. А. Швер, Е. В. Алтыкиса, Л. С. Евтеевой. — Л.: Гидрометеониздат, 1982. — 254 с.
16. Климат Могилева/Под ред. И. А. Савиковского. — Л.: Гидрометеониздат, 1982. — 152 с.
17. Климат Петрозаводска/Под ред. Ц. А. Швер. — Л.: Гидрометеониздат, 1982. — 216 с.
18. Климат Пскова/Под ред. Ц. А. Швер, Л. С. Евтеевой. — Л.: Гидрометеониздат, 1983. — 160 с.
19. Климатотерапия/Под ред. В. Г. Бокша и Б. В. Богущкого. — М.: Здоровье, 1966. — 240 с.
20. Краткое руководство по составлению медицинских прогнозов погоды. — Л.: Гидрометеониздат, 1974. — 14 с.
21. Кузнецов И. В. Уровень Ладожского озера. — В кн.: Гидрологический режим и водный баланс Ладожского озера. Изд-во ЛГУ, 1966; с. 204—214.
22. Лиопо Т. Н., Циценко Г. В. Климатические условия и тепловое состояние человека. — Л.: Гидрометеониздат, 1971. — 151 с.
23. Логвинов К. Т., Бабиченко В. Н., Кулаковская М. Ю. Опасные явления погоды на Украине. — Л.: Гидрометеониздат, 1972. — 236 с.
24. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, вып. 3, ч. 1. — Л.: Гидрометеониздат, 1985. — 299 с.
25. Пивоварова З. И. Радиационные характеристики климата СССР. — Л.: Гидрометеониздат, 1977. — 335 с.
26. Сборник работ Ленинградской гидрометеорологической обсерватории, вып. 7. — Л., 1970. — 378 с.
27. Сборник статей. Ультрафиолетовая радиация. — М.: Медицина, 1971. — 367 с.
28. СНиП П-6-74. Нагрузки и воздействия. — М.: Стройиздат, 1976. — 29 с.

29. Справочник по климату СССР, вып. 3, ч. 1—5. — Л.: Гидрометеоздат, 1966—1968.

30. Справочник по климату СССР, вып. 3 и 3а. — Л.: Гидрометеоздат, 1974. — 442 с.

31. Темникова И. С. Влияние атмосферного давления на сердечно-сосудистые заболевания. — Л.: Гидрометеоздат, 1977. — 56 с.

32. Ультрафиолетовое излучение Солнца и его использование для профилактических и лечебных целей/Под ред. Н. Ф. Галавина. — Л.: Медицина, 1960. — 100 с.

33. Швер Ц. А. Атмосферные осадки на территории СССР. — Л.: Гидрометеоздат, 1976. — 302 с.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

## ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

### АТМОСФЕРНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ И АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Таблица 1

Атмосферное давление (гПа) на уровне станции  $p$  ( $H = 17$ )  
и на уровне моря  $p^*$ . 1892—1976, 1982 гг.

Месяц	$p_{\text{ср}}$	$p_{\text{макс}}$	Год	$p_{\text{мин}}$	Год	$p^*_{\text{ср}}$
I	1010,8	1056,9	1972	958,3	1955	1013,0
II	1010,8	1049,5	1956	958,7	1962	1013,6
III	1011,6	1049,2	1971	964,4	1956	1013,3
IV	1011,8	1039,2	1957	970,1	1976	1013,6
V	1013,3	1035,7	1974	983,7	1953	1015,3
VI	1009,8	1032,3	1956	983,9	1949	1011,7
VII	1008,5	1031,9	1959	984,6	1974	1010,4
VIII	1009,0	1033,4	1972	970,4	1959	1011,0
IX	1009,7	1037,9	1973	975,5	1950	1011,8
X	1011,0	1042,2	1953	964,1	1948	1013,1
XI	1011,1	1042,4	1949	966,3	1971	1013,2
XII	1010,5	1057,2	1946	959,2	1982	1012,7
Год	1010,7	1057,2	1946	958,3	1955	1012,7

Таблица 2

Средняя месячная и экстремальная междусуточная  
изменчивость атмосферного давления  $\Delta p$  (гПа) в 8 ч.  
1946—1965, 1982 гг.

Месяц	$\pm \Delta p_{\text{ср}}$	$+\Delta p_{\text{наиб}}$	Год	$-\Delta p_{\text{наиб}}$	Год
I	8,1	35,7	1954	33,4	1964
II	6,7	29,2	1962	31,3	1946
III	7,0	24,5	1952	38,1	1953
IV	6,0	25,0	1946	24,3	1947
V	5,1	18,0	1958	28,8	1953
VI	4,5	15,8	1957	20,2	1950
VII	3,7	17,4	1947	17,7	1957
VIII	3,9	19,0	1948	23,3	1959
IX	5,4	28,7	1961	33,4	1953
X	6,5	25,4	1949	36,9	1948
XI	7,0	29,8	1958	28,0	1956
XII	7,3	27,8	1957	46,2	1982
Год	5,9	35,7	1954	46,2	1982

Таблица 3

Повторяемость (%) (1-я строка) и средняя скорость (м/с)  
ветра (2-я строка) по направлениям. 1951—1963 гг.

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	6	8	12	8	18	17	11	20	19
	3,9	4,1	6,2	7,8	5,5	3,8	3,0	3,6	
II	7	9	15	14	13	11	13	18	20
	4,1	3,9	4,6	6,6	4,8	3,2	2,6	3,8	
III	9	10	10	9	14	13	16	19	27
	5,0	4,3	3,9	5,0	4,0	3,2	2,9	3,9	
IV	8	11	15	14	19	10	11	12	22
	3,9	5,0	3,8	4,6	3,8	2,8	2,8	3,5	
V	11	15	14	10	20	8	7	15	17
	4,5	4,4	3,1	4,4	3,8	3,4	4,0	4,1	
VI	11	7	10	11	23	10	12	16	14
	4,8	4,1	3,0	3,7	3,8	3,2	3,9	4,2	
VII	10	9	8	12	22	13	12	14	19
	4,1	4,2	3,4	3,6	3,5	3,0	3,2	3,6	
VIII	7	8	10	14	21	13	13	14	26
	3,5	3,7	3,7	4,4	3,7	3,1	2,7	2,9	
IX	9	8	7	10	17	11	15	23	22
	4,2	3,9	3,7	3,7	4,2	3,5	3,2	3,8	
X	11	10	9	7	17	16	13	17	16
	4,1	4,2	4,5	4,2	4,8	3,3	2,9	3,8	
XI	6	9	12	11	19	17	12	14	12
	4,3	5,4	6,3	6,8	5,6	3,2	3,0	4,2	
XII	6	9	12	9	17	15	14	18	16
	3,2	3,6	5,5	7,7	6,2	3,4	2,9	3,1	
Год	8	10	11	11	18	13	12	17	19
	4,1	4,2	4,3	5,2	4,5	3,3	3,1	3,7	



Таблица 4

Максимальная скорость ветра (м/с) по направлениям. 1945—1980 гг.

Ме.яц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
I	16	18	18	18	18	18	12	18
II	14	12	16	18	18	14	9	14
III	20	14	14	17	17	12	10	20
IV	20	20	14	16	14	12	12	12
V	18	14	16	18	16	14	14	14
VI	14	14	12	18	12	10	10	16
VII	16	14	10	12	14	10	10	14
VIII	12	14	9	12	14	14	12	10
IX	12	12	12	17	12	14	12	24
X	14	16	16	14	16	10	12	17
XI	18	16	20	18	17	18	14	18
XII	12	12	18	28	24	18	16	14
Год	20	20	20	28	24	18	16	24

Таблица 5

Характеристики числа дней с сильным ветром (15 м/с и более) и повтораемость числа таких дней по направлениям. 1945—1965 гг.

Месяц	$\bar{N}$	$\overline{\Delta N}$	$+\Delta N$	$-\Delta N$	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
I	1,0	1,33	4,0	1,0	7	0	0	50	43	0	0	0
II	0,4	0,59	1,6	0,4	33	0	0	0	50	0	0	17
III	0,6	0,72	3,4	0,6	0	0	0	69	8	0	0	23
IV	0,1	0,21	0,9	0,1	0	0	50	50	0	0	0	0
V	0,2	0,35	1,8	0,2	0	0	33	0	34	33	0	0
VI	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0,1	0,21	0,9	0,1	0	0	0	0	0	0	0	100
VIII	0,1	0,21	0,9	0,1	0	100	0	0	0	0	0	0
IX	0,1	0,15	0,9	0,1	0	0	0	100	0	0	0	0
X	0,5	0,77	3,5	0,5	0	0	8	0	25	0	0	67
XI	0,9	1,04	3,1	0,9	0	19	12	13	25	19	0	12
XII	1,2	0,88	2,8	1,2	0	9	4	9	50	23	0	5
Год	5,2	3,44	10,8	4,2	3	7	6	25	32	10	0	17

Примечание. Здесь  $\bar{N}$  — среднее число дней с сильным ветром,  $\overline{\Delta N}$ ,  $+\Delta N$ ,  $-\Delta N$  — соответственно среднее, наибольшее положительное и наибольшее отрицательное отклонение числа дней с сильным ветром.

# Термический режим

14

Таблица 6

Суточный ход температуры воздуха (°С). 1956—1973 гг.

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

# Климатическая характеристика сезонов

Таблица 7

## Метеорологические условия наиболее теплого и наиболее холодного сезонов. 1881—1980 гг.

Месяц	Температура воздуха, °С				Сумма осадков, % от нормы	Число дней с относительной влажностью		Скорость ветра, м/с	Продолжительность солнечного сияния, ч
	средняя месячная	отклонение от нормы	абсолютный максимум	абсолютный минимум		<30%	>85%		
Холодная зима (1955-56 г.)									
XII	-18,2	-12,1	1,4	-39,9	67	0	17	5,6	26
I	-11,1	-2,1	1,6	-35,9	99	0	19	4,5	22
II	-16,8	-7,2	1,0	-40,5	42	0	3	5,1	162
III	-8,3	-2,8	8,8	-30,0	76	0	12	2,0	176
Теплая зима (1960-61 г.)									
XII	-2,9	3,2	4,5	-13,2	92	0	27	3,3	3
I	-4,8	4,2	2,8	-25,2	186	0	27	3,0	31
II	-1,4	8,2	5,6	-21,0	194	0	19	3,2	34
III	-1,7	3,8	7,2	-19,4	197	0	14	3,3	93
Холодная весна (1935 г.)									
IV	-2,1	-3,5	9,6	-22,3	149	0	8	5,1	171
V	4,6	-3,5	16,0	-4,3	183	0	11	4,6	129
Теплая весна (1921 г.)									
IV	7,3	5,9	24,9	-2,2	178	0	8	2,1	
V	11,6	3,5	23,6	1,8	149	0	2	2,7	
Холодное лето (1962 г.)									
VI	10,9	-2,8	20,6	-0,3	193	0	6	2,4	266
VII	14,3	-2,4	22,7	7,8	135	0	9	2,3	238
VIII	12,5	-2,3	19,2	6,3	157	0	15	2,7	148
Теплое лето (1972 г.)									
VI	16,1	2,4	30,8	3,1	22	3	2	2,4	321
VII	20,4	3,7	31,7	6,9	161	0	2	2,5	327
VIII	17,3	2,5	28,3	2,2	68	0	7	2,8	215
Холодная осень (1973 г.)									
IX	6,1	-3,3	16,9	-4,8	134	0	8	2,7	126
X	1,3	-2,5	13,5	-9,6	85	0	16	2,7	87
XI	-4,1	-2,8	6,5	-22,2	86	0	21	3,1	36
Теплая осень (1934 г.)									
IX	13,2	3,8	24,5	0,0	114	0	6	4,2	
X	6,6	2,8	14,6	-0,8	211	0	21	6,1	
XI	2,0	3,3	9,0	-7,0	303	0	24	5,6	

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ . . . . .	3
1. ВВЕДЕНИЕ . . . . .	4
1.1. Краткая история развития метеорологических наблюдений . . . . .	4
1.2. Физико-географические условия города и его окрестностей . . . . .	5
1.3. Гидрологическая характеристика Ладожского озера и рек у г. Сортавалы . . . . .	7
2. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ . . . . .	10
3. АТМОСФЕРНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ И АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ . . . . .	18
3.1. Особенности атмосферной циркуляции . . . . .	18
3.2. Атмосферное давление . . . . .	19
3.3. Ветер . . . . .	21
4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ . . . . .	23
4.1. Температура воздуха . . . . .	23
4.2. Температура почвы . . . . .	37
5. РЕЖИМ АТМОСФЕРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ . . . . .	41
5.1. Влажность воздуха . . . . .	41
5.2. Атмосферные осадки . . . . .	43
5.3. Снежный покров и метели . . . . .	48
6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ . . . . .	56
6.1. Облачность . . . . .	56
6.2. Видимость . . . . .	61
6.3. Атмосферные явления . . . . .	63
7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ . . . . .	74
7.1. Зима . . . . .	74
7.2. Весна . . . . .	77
7.3. Лето . . . . .	79
7.4. Осень . . . . .	81
8. КОМПЛЕКСНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ . . . . .	83
9. МИКРО- И МЕЗОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОДА И ОКРЕСТНОСТЕЙ . . . . .	88
10. БИОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДА . . . . .	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . .	104
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	108
ПРИЛОЖЕНИЕ. ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ . . . . .	110
Атмосферная циркуляция и атмосферное давление . . . . .	110
1. Атмосферное давление на уровне станции ( $H=17$ м) и на уровне моря. 1892—1976, 1982 гг. . . . .	110
2. Средняя месячная и экстремальная междусуточная изменчивость атмосферного давления в 8 ч. 1946—1965, 1982 гг. . . . .	111

3. Повторяемость и средняя скорость ветра по направлениям. 1951—1963 гг. . . . .	112
4. Максимальная скорость ветра по направлениям. 1945—1980 гг. . . . .	113
5. Характеристики числа дней с сильным ветром (15 м/с и более) и повторяемость числа таких дней по направлениям. 1945—1965 гг. . . . .	113
Термический режим . . . . .	114
6. Суточный ход температуры воздуха. 1956—1973 гг. . . . .	114
Климатическая характеристика сезонов . . . . .	115
7. Метеорологические условия наиболее теплого и наиболее холодного сезона. 1881—1980 гг. . . . .	115

## Справочник специалиста

### Климат Сортавалы

Редактор Л. В. Ковель. Технический редактор М. И. Брайнина. Корректор Л. И. Хромова

Н/К. Сдано в набор 07.12.87. Подписано в печать 04.08.88. М-28368. Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Печ. л. 7,5. Кр.-отт. 7,76. Уч.-изд. л. 7,83. Тираж 750 экз. Индекс ПРД-167. Заказ № 264. Цена 63 коп. Заказное. Гидрометеонздат. 199226. Ленинград, ул. Беринга, д. 38.

Сортавальская книжная типография Государственного комитета Карельской АССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 186750, Сортавала, ул. Карельская, 42.