

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

ОМСКОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

ОМСКАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

КЛИМАТ Омска

Под редакцией
канд. геогр. наук Ц. А. ШВЕР



Ленинград Гидрометеопиздат
1980

В книге дается подробная характеристика климата Омска и его окрестностей, приведены физико-географические и исторические условия развития города, а также краткая история развития метеорологических наблюдений.

Много внимания уделено влиянию большого города на метеорологические элементы (их изменению по сезонам), на микроклиматические особенности городских ландшафтов, на загрязненность атмосферного воздуха. Отдельные главы книги посвящены биоклимату города, вековым колебаниям климата, влиянию на климат человеческой деятельности.

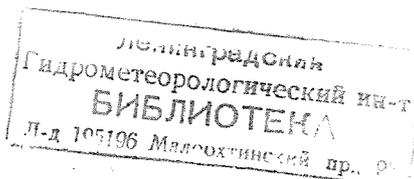
Особенностью книги является ее практическая направленность.

Книга рассчитана на специалистов метеорологов, климатологов, работников градостроительства, медицины и транспорта, а также на широкий круг читателей.

The book „Climate of Omsk“ presents the detailed characteristics of Omsk climate as well as physiographical and historical conditions of urban development and a short historical survey of meteorological observations.

Much attention is paid to urban influence on meteorological elements, microclimatic peculiarities of urban landscapes and air pollution. Some chapters deal with urban bioclimate, long-period climatic fluctuations, anthropogenic influence on climate.

The book is ment for meteorologists, climatologists, urban designers and medical workers.



К 20807-059
069(02)-80 7а-79(1). 1903040000

228752

ПРЕДИСЛОВИЕ

С повышением роли городов в развитии общества, т. е. с возрастанием процесса урбанизации, усиливается значимость городских проблем. Крупный город, к каким относится и Омск, формирует свой особый метеорологический режим на фоне окружающего его ландшафта, так называемый городской климат, который влияет на условия труда, быта и отдыха человека. Поэтому изучение климата города имеет большое научно-практическое значение. Без учета климатических особенностей не могут быть успешно решены проблемы градостроительства, правильное планирование и ведение городского хозяйства и т. д.

В существующих справочниках по климату, в том числе и в вышедшем в 60-х годах Справочнике по климату СССР, весь город представлен едиными и очень важными характеристиками, полученными по материалам большого ряда наблюдений. Поскольку Справочник рассчитан в основном на специалистов и материалы по Омску в нем не сконцентрированы, к тому же за годы, прошедшие после издания Справочника, по многим данным внесены уточнения, особенно в значения экстремальных величин, возникла необходимость в создании книги, которая, не дублируя Справочник, представляла бы собой самостоятельное исследование.

В настоящее издание вошли материалы дополненного данными последних лет Справочника по климату СССР и специально выполненных разработок. В книге сделана попытка климатического районирования города на основании микроклиматических наблюдений, проведенных в 1976 г.

Книга подготовлена в отделе климата Омской гидрометеорологической обсерватории под руководством и при участии начальника отдела климата К. К. Казачковой (1.1—1.3, 2.1, 2.2, 5.1—5.3, 5.5, 6.5, 6.6, 7, 8). В работе участвовали: С. А. Ковба (5.2, 5.4, 6.1—6.4, 11), А. А. Шуманова (4), М. С. Нежданова (3), Г. И. Буздина (2), И. И. Романченко (1.4), канд. геогр. наук В. П. Христолюбов (9), канд. архитектуры В. М. Пивкин (НИСИ) (10). Таблицы и рисунки подготовлены Г. И. Гребенщиковой, О. Н. Бровач, Н. В. Шаповой, Т. А. Баер, Н. И. Бойко.

Книга подготовлена в соответствии с рекомендациями Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова (ГГО). Научно-методическое редактирование проведено в ГГО канд. геогр. наук Ц. А. Швер и ст. инженером Г. И. Прилипко.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Некоторые особенности развития города

Омск является крупным промышленным, научным и культурным центром Сибири.

По численности населения и по площади город занимает второе (после Новосибирска) место в Сибири. Чтобы перешагнуть миллионный рубеж, Омску потребовалось 260 лет, почти столько же, сколько и Нью-Йорку (Москве — 750 лет, Киеву — 900).

Город вырос из маленькой военной крепости, основанной в 1716 г. в устье р. Оми, на левом ее берегу, для защиты порубежных владений России от набегов кочевников и как опорный пункт для освоения Верхнего Прииртышья.

С первых лет своего существования Омск играл видную роль в процессе развития Сибири. Отсюда шло освоение и изучение Восточного Казахстана, Алтая, труднодоступных стран Центральной Азии.

В 1782 г. поселение при крепости было преобразовано в окружной город Тобольского наместничества, а в 1804 г. — в уездный город Тобольской губернии, но по-прежнему он оставался военной крепостью. В статистическом обозрении Сибири за 1810 г. сообщалось, что в Омске, кроме казарм и других казенных зданий, насчитывалось 388 обывательских домов. Оставаясь в стороне от торговых путей, Омск не имел вплоть до 80-х годов XIX в. ни экономического, ни торгового значения.

С развитием пароходства на Иртыше и с проведением в 1894 г. через Омск Транссибирской магистрали город стал быстро развиваться и вскоре превратился в крупный транспортно-распределительный центр. Через него проходила почти вся обширная торговля хлебом, скотом и продуктами животноводства. С этого времени в городе начинает расти промышленность, обрабатывающая сельскохозяйственное сырье, возникают первые металлообрабатывающие предприятия, железнодорожные мастерские.

В начале XX в. Омск становится торговым центром Западной Сибири и занимает первое место среди городов Сибири по чис-

ленности населения. Если в 1859 г. население города составляло 18,4 тыс. человек, то в 1903 г. — уже 60,6 тыс., а в 1917 г. — 113,7 тыс. человек.

Но его внешний облик менялся мало. Зародившийся при слиянии рек Оми и Иртыша, город рос по берегам этих рек в трех направлениях. Постройки были в основном одноэтажные деревянные и глинобитные, кроме казарм и других казенных зданий (Воскресенский собор, здание гауптвахты). Планировка города (прямоугольно-квартальная) была разработана военными инженерами одновременно с реконструкцией крепости (в основном сохранилась до настоящего времени). Город был крайне неблагоприятно расположен. «Мостовых или шоссе в городе нет, и потому весной и осенью во время дождей образуется непролазная грязь, переходящая в некоторых частях города в непроходимую и непроезжую трясиину. А летом даже от небольшого сравнительно ветерка поднимаются такие облака и тучи пыли, что образуют на некоторых площадях и улицах города гряды песчаных дюн, в то время невозможно пробыть на улице и часу» (Россия. Полное географическое описание нашего отечества, т. 18. СПб., 1903, с. 372).

Из научно-культурных учреждений выделялся только Западно-Сибирский отдел Русского географического общества (1877 г.), под руководством которого осуществлялись основные исследования территорий Западной Сибири, Дальнего Востока и Средней Азии.

За годы социалистического строительства Омск превратился в крупный промышленный центр Сибири. Главными отраслями промышленности в городе являются машиностроение, металлообрабатывающая, нефтеперерабатывающая и химическая, строительная индустрия, а также легкая и пищевая.

Омск — крупный культурный и научный центр. В городе насчитывается 13 высших учебных заведений, несколько научно-исследовательских институтов, большая сеть средних специальных учебных заведений, много библиотек, краеведческий музей, музей изобразительных искусств, четыре театра и др.

В годы Великой Отечественной войны город решал сложные задачи перестройки промышленности на военный лад. Наряду с промышленным строительством интенсивно развивалось и жилищное, но дома строились преимущественно одноэтажные.

С 1950 г. в городе интенсивно и последовательно проводятся работы по строительству инженерных сооружений — мостов, набережных, троллейбусных линий и др. Большой размах приобрело и строительство жилых домов, особенно с 1957 г. (после постановлений ЦК КПСС и Совета Министров СССР о развитии жилищного строительства в СССР). Застройка города ведется крупными жилыми массивами с широким применением типовых проектов, с созданием новопланировочной структуры составляющих городских планировочных звеньев, одновременно

уделяется большое внимание повышению уровня его благоустройства и озеленения.

С каждым годом меняется облик города. Теперь уже преобладает капитальный многоэтажный тип застройки. Встают корпуса заводов, вырастают новые микрорайоны, закладываются парки, скверы. Исторически сложилось так, что город до 1973 г. застраивался по правому берегу Иртыша. По генеральному плану (1970 г.) и на левобережье началось строительство большого благоустроенного района. Город поворачивается лицом к Иртышу (рис. 1).

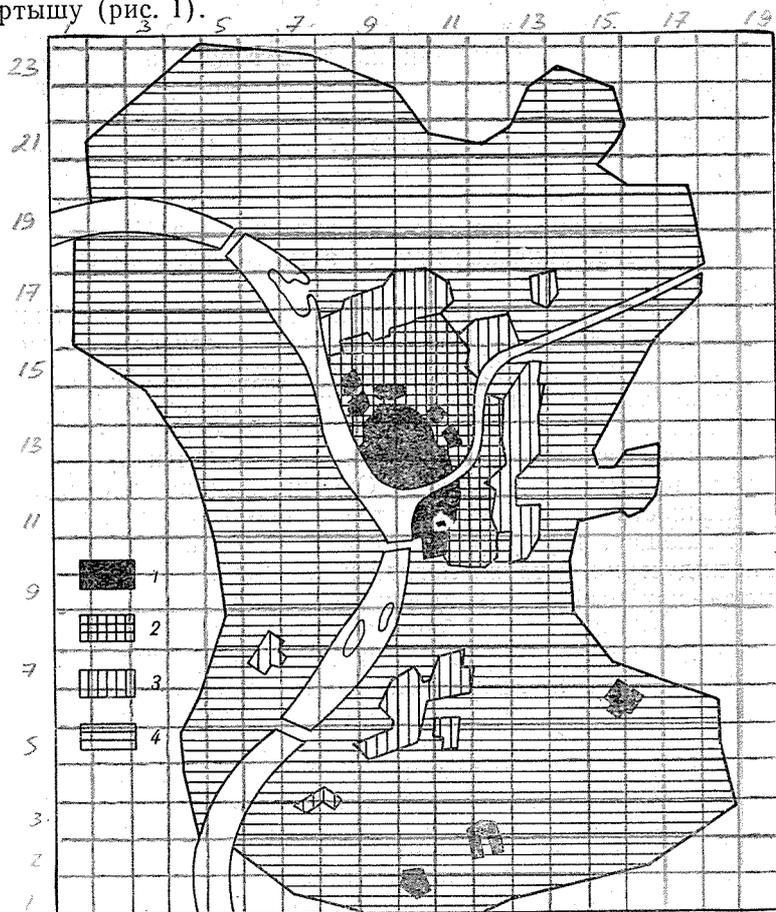


Рис. 1. Схематическая карта территории Омска.

1 — территория города к началу XIX в., 2 — к середине XIX в., 3 — в начале XX в., 4 — современная территория.

Центральное ядро города расположено у слияния рек Иртыша и Оми, которые своими озелененными набережными и заповедными уголками природы придают городу неоценимую прелесть (рис. 2).



Рис. 2. Место слияния Оми и Иртыша.

Если Омь пересекает основную правобережную часть города, деля ее пополам с востока на запад, то Иртыш его охватывает поясом с юга на север протяжением в 50 км.

Омск имеет семь городских районов, занимает площадь 43,6 тыс. га. Все районы связаны сетью трамвайных, троллейбусных и автобусных линий.

Проезжая часть улиц, подъезды к домам заасфальтированы более чем на 50%, набережные одеты в бетон на протяжении 6 км. Омск заслуженно называют городом-садом — зеленые насаждения занимают более 8 тыс. га. Генеральным планом предусмотрена большая программа дальнейшего преобразования и благоустройства города.

1.2. Краткая история развития метеорологических наблюдений

Первые сведения о природе края можно найти в записках и докладных царю от людей, служивших или живших на дальних поселениях, а также в записках путешественников, таких, как М. Фальк, П. С. Паллас, в трудах академика И. Я. Словцова, И. Белова и др. С организацией Западно-Сибирского отдела Русского географического общества (1877 г.) в издававшихся обществом трудах стали помещаться материалы метеорологических наблюдений, данные о сроках вскрытия и замерзания рек Западной Сибири.

Первая метеорологическая станция была организована в 1875 г. на территории крепости, а ее первым наблюдателем был подполковник Соколов. Наблюдения велись за температурой воздуха, ветром, осадками. В 1885 г. метеорологическую площадку переносят несколько северо-восточнее, к гимназии (ныне школа № 19). Наблюдения велись нерегулярно, материал сохранился только за 1875—1978 гг. Регулярные наблюдения начались с 1887 г., когда метеорологическая станция была организована при военном госпитале (здание сохранилось и поныне) на правом крутом берегу Оми. Станция Омск, город, непрерывно работала до июня 1921 г.

В сентябре 1914 г. на опытном поле Западно-Сибирской сельскохозяйственной станции была организована метеорологическая станция Омск, опытное поле, которая впоследствии стала называться Омск, опытное поле, лесная, так как оказалась в окружении искусственных лесонасаждений. Станция работала до 1937 г.

В октябре 1924 г. Сибирской сельскохозяйственной академией начаты наблюдения в 25—30 км к северо-востоку от города на площадке дендрарного леса. Наблюдения продолжались до 1933 г.

Для обслуживания железной дороги в 250 м от вокзала была организована в январе 1928 г. метеорологическая станция Омск,

железнодорожная, которая просуществовала до октября 1934 г.

В октябре 1934 г. была открыта метеорологическая станция на левом берегу Иртыша в районе аэропорта. На опытных полях Западно-Сибирской областной сельскохозяйственной станции, расположенной в 1,5 км от бывшей северной окраины города, 11 июля 1930 г. была организована метеорологическая станция Омск, степная. Станция давно не соответствует своему названию «степная», так как с 50-х годов ее окружают лесные полосы из берез и кленов и город почти вплотную подошел к станции. С апреля 1962 г. она входит в состав Омской гидрометеорологической обсерватории под названием Омск, отдел наблюдений. Объединенные ряды наблюдений станций Омск, опытное поле, Омск, степная и Омск, отдел наблюдений, используются под названием — Омск (рис. 3). В 1937 г., когда из Западно-Сибирского краевого управления гидрометеорологической службы выделилось Омское управление, станции перешли непосредственно в его ведение, как и все существовавшие станции в городе и области, включая и Тюменскую область.

Метеорологические наблюдения над атмосферным давлением, температурой и влажностью воздуха, направлением и скоростью ветра, атмосферными осадками, облаками, видимостью, различными атмосферными явлениями производятся в любую погоду восемь раз в сутки (через каждые три часа по московскому времени, начиная с полуночи). Измеряются температура почвы

на разных глубинах и высота снежного покрова. Ведется тщательный учет поступающей на землю лучистой энергии солнца и излучения земной поверхности. В большом объеме производятся наблюдения за режимом рек, озер и болот. Исследуются процессы загрязнения атмосферы и поверхностных вод.

В последние годы в практику метеорологических наблюдений широко внедряются средства механизации и автоматизации. С помощью новых приборов характеристики погоды определяются за более короткое время и с большей точностью, дистанционно, без выхода наблюдателя на метеорологическую площадку.

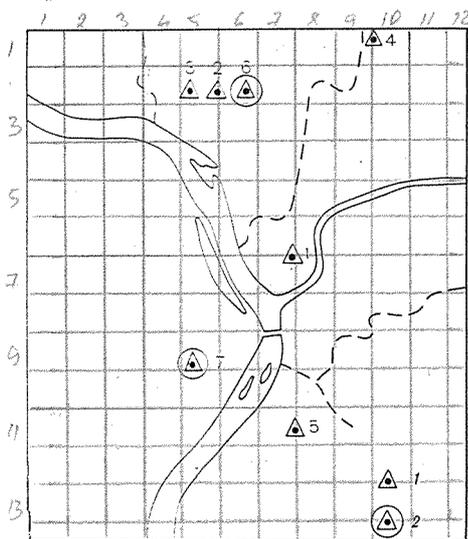


Рис. 3. Схема расположения временных пунктов наблюдений (1) и метеостанций (2).

1.3. Физико-географические особенности города и его окрестностей

Омск и его окрестности расположены на юге Западно-Сибирской равнины, которая имеет довольно плоский рельеф — высота ее нигде не превышает 150 м.

Равнинность территории обусловлена особенностями геологического строения всей Западно-Сибирской равнины. В основании равнины на большой глубине находится фундамент, сложенный из древних допалеозойских, палеозойских и частично мезозойских сильно измененных осадочных горных пород (доломитов, известняков, аргиллитов) и изверженных горных пород, смятых в сложные складки. На этом фундаменте залегает мощная толща более молодых мезо- и кайнозойских отложений (глин, мергелей, трепела, песчаников, диатомитов). Мощность покрова свыше 1000 м, во впадинах фундамента она нередко превышает 3000 м. Накоплению осадочных толщ способствовало и четвертичное оледенение, наблюдавшееся более 10 тыс. лет тому назад. Хотя мощные ледники и не достигли границ Омской области, но разливавшиеся подпруженные ледниками реки и озера и потоки талых ледниковых вод оставили значительную толщу водно-ледниковых отложений на территории области. Огромная толща этих осадочных отложений, залегающих почти горизонтальными слоями, и обусловила равнинный характер поверхности.

Омское Прииртышье — предельно ровная поверхность, ее однообразный рельеф слегка нарушается понижениями небольших плоских западин, приречных увалов, древних ложбин стока, грив.

Омск расположен в долине Иртыша при впадении р. Омь, преодолевающей здесь Прииртышское поднятие, в Иртыш, на границе лесостепной и степной природных зон. Территория города имеет геоморфологию речной долины: пойму, первую надпойменную террасу и вторую, постепенно переходящую в водораздел.

Долина Иртыша в районе города имеет направление северо-северо-западное, ширину до 6 км. На северной окраине города Прииртышское поднятие сужает долину, и река, обходя его, делает здесь крутой поворот на северо-восток. Правый берег Иртыша террасирован, высота его местами достигает 20 м над урезом воды, левый берег пологий [14, 34].

Пойма Иртыша в черте города выражена слабо, на правобережье проявляется в основном в южной части города — самой низкой. На левобережье пойма прослеживается непрерывной полосой шириной до 1 км. Сама пойма имеет всхолмленный микрорельеф с чередованием невысоких очень пологих повышений и широких понижений сухих или заболоченных равнинных участ-

ков. Для поймы характерны озерные котловины, которые являются старницами Иртыша.

Большая часть города расположена на первой надлуговой террасе правобережья, незаметно положим склоном переходящей ко второй. Высоты нарастают к востоку и северо-востоку, здесь проходит не выраженная в рельефе вторая надпойменная терраса и начало приводораздельной зоны. Долина Оми разделяет ее в районе города надвое, причем северная часть более высокая (абсолютная высота 120 м), а к югу от Оми терраса имеет несколько пониженных мест [14].

На левобережье Иртыша обе террасы явно прослеживаются. Переход от первой террасы ко второй и к равнине с абсолютной высотой, не превышающей 100 м, происходит постепенно.

Современный рельеф города сформировался в результате длительной геологической истории при сильном воздействии антропогенных факторов. Так, на бывшей заболоченной пойме правобережья Иртыша в южной части города на низменном грунте вырос современный благоустроенный, с красивыми набережными жилой микрорайон, протянувшийся вдоль по реке на 5 км. На северной окраине города, на месте бывшей свалки и захудалой деревушки Захламино, выстроен огромный благоустроенный индустриальный район — Нефтегородок. У Зеленого, или Затонного, острова создается большой спортивный комплекс со стадионом, спортплощадками, яхтклубом и водной станцией; здесь же разбивается парк.

На глазах видоизменяется и левобережье Иртыша: растет новый район, один из самых крупных, с населением в будущем до 500 тыс. человек. Здесь же рядом с заповедными озерами в 1959 г. заложен большой парк, который постепенно превращается в общегородскую зону отдыха.

Природный почвенный покров характеризуется черноземами слабовыщелоченными или выщелоченными, суглинками, а ближе к Иртышу — супесями и аллювиально-луговыми почвами [15].

Встречаются пятна заболоченных почв с повышенным залеганием грунтовых вод, солонцеватые и засоленные. Уровень грунтовых вод лежит на глубине от 1—2 до 20 м и более, но приток их небольшой. В большинстве своем почвы в городе утратили свое естественное сложение: в старых давно обжитых районах оказались загрязненными, перерытыми или погребенными под слоем строительного и бытового мусора или заменены культурным слоем, привозным.

В хозяйственных целях, в том числе и для водоснабжения, все больше используются слабоминерализованные или пресные подземные воды, встречающиеся в слоях от 20 до 200 м.

В южной части Западной Сибири в более древних отложениях на глубине от 700 до 3000 м обнаружены богатейшие запасы термальных вод с различной степенью минерализации, некоторые из них по физико-химическим свойствам сходны с

минеральными водами Эссентуков. В Омске на этих водах действует бальнеологическая лечебница.

Подземные воды находят широкое применение не только для водоснабжения, но и для орошения, рыбозаведения и других целей.

В городе много культурных насаждений. В трудных почвенно-климатических условиях удалось превратить Омск в один из самых зеленых городов Российской Федерации [38]. Большое внимание уделяется созданию защитных зеленых зон вокруг фабрик и заводов, разбивке скверов, озеленению улиц и площадей. Протяженность зеленых насаждений вдоль улиц составляет 1114 км. Набережная Иртыша, окаймленная бульварами и пляжами, в летнее время становится излюбленным местом отдыха горожан. Украшением Омска является полукольцо бульваров центральной части города, которое от улицы Ленина, как бы являясь ее продолжением, выходит к Иртышу в районе Тухачевской набережной.

Площадь парковых насаждений в городе составляет 917 га. Омск, с его богатым зеленым убранством, предстает оазисом на равнинном пространстве южной лесостепи и примыкающей степи. Ближайшие его окрестности не имеют естественных лесов. Небольшие редкие леса (березово-осиновые колки) удалены от города на значительное расстояние. Они малы по площади и редко разбросаны, приурочены к влажным понижениям и западинам и встречаются в основном только по правому берегу Иртыша. В отличие от них колки северной лесостепи занимают значительные площади, нередко сливаясь на горизонте, что создает впечатление крупного лесного массива.

Прииртышская полоса к югу от Омска — почти полностью безлесная. Колки можно встретить лишь кое-где по впадинам и ложбинам — низкорослые березки, напоминающие больше кустарник, облесенность не более 3—4%. Повсюду расстилаются открытые пространства, занятые посевами.

Сенокосы и пастбища сохранились лишь в колках в пойме Иртыша и его притоков, в лесостепи к северу от Омска. Для ландшафта прирусловой поймы и островов по Иртышу характерны многочисленные разновидности ивы.

Природа Омска и его окрестностей отражает его континентальное положение на Азиатском материке. На одной широте с Омском расположены такие города, как Петропавловск, Челябинск, Уфа, Рязань, Витебск, Каунас, Калининград, Копенгаген, Гамбург, Манчестер, Белфаст. Однако климат в Омске значительно суровее климата в других местах, соответствующих ему по широте. Но выгодное географическое положение в сочетании с разнообразными природными богатствами, обилие солнца создают здесь благоприятные условия для жизни человека и развития народного хозяйства. По количеству часов солнечного сияния Омск превосходит не только Москву, Свердловск, но и

Батуми, Харьков, уступая только Ялте и Краснодару. Средняя продолжительность дня в июне в Крыму равняется 15,5 ч, а в Омске — 17,2 ч.

1.4. Гидрологическая характеристика рек Иртыша и Оми

Река Иртыш, на которой стоит Омск, — самый крупный приток Оби. Он впадает в нее слева на 1162-ом километре от устья. Общая длина Иртыша 4248 км, в пределах Омской области 1174 км. По длине Иртыш занимает третье место, а по площади бассейна (1643 тыс. км²) — пятое место среди рек СССР. Иртыш берет начало в горах Монгольского Алтая на высоте около 2500 м над уровнем моря и под названием Черный Иртыш течет до впадения в озеро Зайсан.

В связи с постройкой Усть-Каменогорской и Бухтарминской ГЭС Иртыш на участке от озера Зайсан до Усть-Каменогорска превращен в крупные водохранилища (озеро Зайсан вошло в состав Бухтарминского водохранилища). Эти водохранилища затопили пойму и русло реки на протяжении более 600 км.

Русло Иртыша от Усть-Каменогорска до Семипалатинска разбито на рукава, образующие широкую пойму (до 10 км). На этом участке в Иртыш впадает ряд притоков (Кальджир, Курчум, Нарым, Бухтарма, Ульба, Уба — справа, Кызылсу, Чар — слева).

Ниже Семипалатинска Иртыш течет по Западно-Сибирской равнине среди сухих степей, не принимая до Омска значительных притоков. Некоторые речки не доходят до Иртыша, теряясь в песках и болотах, расположенных по обоим его берегам. Здесь находятся бессточные территории и области внутреннего стока.

В черте города Иртыш носит типичный характер равнинной реки. Средний уклон около 0,034%, средние скорости течения изменяются от 0,45 до 1,10 м/с. Здесь русло реки Иртыша слабоизвилистое, шириной 300—1000 м, с островами и многочисленными песчаными отмелями. Острова разделяют его на две, иногда на три параллельные широкие, но не длинные протоки. В центре города Иртыш принимает справа один из своих значительных притоков — р. Омь.

На Иртыше в черте города и его окрестностях расположены многочисленные острова. Некоторые из них в последнее время с успехом осваиваются для отдыха горожан.

За городской чертой, у поселка Берегового, Иртыш образует большую Чернолучинскую излучину, в которой расположена Чернолучинская зона отдыха. Еще ниже по течению, при переходе из лесостепной зоны в полосу урманной тайги, Иртыш, приняв на этом участке ряд значительных притоков (Тара, Уй, Шиш, Туй — справа, Ишим и Вагай — слева), становится многоводной рекой.

Питание Иртыша смешанное: в верховьях — снеговое, ледниковое и меньше дождевое; в нижнем течении — снеговое, дождевое и грунтовое.

Годовой ход уровня р. Иртыш характеризуется весенне-летним половодьем и сравнительно медленным понижением уровня ко второй половине лета и осенью.

Половодье на Иртыше формируется в верхней горной части бассейна и начинается в Омске в среднем в первой половине апреля, максимум приходится обычно на конец второй декады мая. Но в отдельные годы максимум половодья наблюдается значительно позже (17 июня 1975 г.). Заканчивается оно в среднем в конце июля. Продолжительность изменяется от 75 (1967 г.) до 140 (1973 г.) дней. Объем стока половодья составляет 40—60% годового.

Наибольшая высота подъема уровня половодья за период 1960—1975 гг. (зарегулированный режим) достигает 4,8 м над наимизшим уровнем межени (1966 г.).

По окончании половодья наступает период летне-осенней межени, средняя продолжительность которой 50—70 дней. Низший летний уровень наступает в августе — сентябре. В этот период колебания уровня незначительны. Средняя многолетняя годовая амплитуда колебания уровня воды 368 см/год. В отдельные годы она может изменяться от 248 до 485 см/год.

Существенное влияние на уровенный режим Иртыша оказывает созданное в 1960 г. огромное Бухтарминское водохранилище (объем 53 км³). Зарегулирование верхнего течения Иртыша вызвало понижение высоты максимального подъема уровня воды. В связи с этим перестали затапливаться обширные пойменные луга, что привело к резкому снижению укоса трав. Так как пойменные луга имеют важное значение, ежегодно в течение 10—20 суток производится повышенный сброс воды из Бухтарминского водохранилища (до 1700—2000 м³/с), в результате которого затапливается значительная часть поймы на бесприточном участке выше Омска.

За последние годы разработка речниками нормирующих перекатов привела к увеличению продольных уклонов дна реки, возрастанию скорости течения и, как следствие, к значительному понижению уровня воды в черте города.

Осенние ледовые явления на реке обычно начинаются с появления сала, заберегов или шуги. Появление первых ледяных образований на Иртыше у Омска наблюдается в среднем 30 октября, наиболее ранняя дата — 14 октября (1891 г.), а наиболее поздняя — 21 ноября (1923 г.).

Средние даты начала осеннего ледохода приурочены к первым числам ноября, наиболее ранняя — 18 октября (1961 г.), наиболее поздняя — 21 ноября (1923 г.). Средняя продолжительность осеннего ледохода у Омска составляет 9 дней, а наи-

-индэг.

Большая — 28 дней. В отдельные годы на реке наблюдаются зазоры.

Ледостав на Иртыше устанавливается в среднем 10 ноября, наиболее ранняя дата — 20 октября (1891 г.), наиболее поздняя — 2 декабря (1977 г.). В начальный период ледостава (ноябрь, декабрь) на реке обычно образуются полыньи. В районе города вдоль правого берега реки вследствие сброса теплых вод промышленными предприятиями полынья (шириной 30—40 м) наблюдается в течение всей зимы.

Ледяной покров имеет неровную, торосистую поверхность. Нарастание толщины льда происходит довольно интенсивно сразу после установления ледостава, во второй половине зимы толщина льда нарастает равномерно, достигая максимальной величины к концу марта — началу апреля. Наибольшая его толщина (112 см) была отмечена в 1947 г.

Средняя продолжительность ледостава 166 дней, наибольшая — 197 дней (1891-92 г.), наименьшая — 145 дней (1971-72 г.).

Процесс весеннего разрушения льда обычно начинается с появления талой воды на его поверхности непосредственно после перехода средней суточной температуры воздуха через 0°C. Затем в результате таяния льда и повышения уровня вдоль берегов образуются полосы открытой воды (закраины). Одновременно с появлением закраин, а иногда и раньше, в местах с быстрым течением лед размывается, образуя промоины.

За 1—7 дней до вскрытия наблюдаются небольшие перемещения ледяного покрова на отдельных участках реки — подвижка льда. Продолжительность процесса разрушения льда составляет в среднем 12—19 дней. Вскрытие всегда сопровождается ледоходом. Весенний ледоход у Омска начинается в среднем 25 апреля.

С 1957 г. с целью более раннего начала навигации на Иртыше в пределах Омской области речники стали искусственно взламывать лед при помощи ледоколов за 15—20 дней до предсказанной по долгосрочному прогнозу даты вскрытия Иртыша у Омска. Сначала лед разбивают, продвигаясь от города вверх по реке на 60 км и более и вниз на 100—110 км. В этот период на Иртыше в районе города обычно идет редкий ледоход, хотя выше и ниже очищенного участка еще наблюдается ледостав. Через 3—7 дней после начала редкого ледохода, как правило, начинается густой ледоход — результат естественного вскрытия реки на неочищенном верхнем участке. Искусственное взламывание ледяного покрова затруднило определение действительной даты вскрытия реки у Омска. Раннее вскрытие Иртыша (12 апреля 1961, 1962, 1970 гг.) вызвано вмешательством человека. Позднее вскрытие наблюдалось 10 мая 1905 г. Средняя продолжительность весеннего ледохода 7 дней, наибольшая — 14. Пол-

ное очищение реки ото льда у Омска происходит в середине апреля — начале мая.

До зарегулирования Иртыша весенний ледоход в пределах Омской области достигал большой силы и ежегодно образовывались вались заторы льда, иногда значительные. Такие заторы создавались в основном на участке реки за городом у с. Красноярка. Наиболее памятные весенние заторы на Иртыше в 1928 и 1957 гг. Весной 1928 г. к моменту вскрытия реки лед был прочный. Ледоход начался при весьма высоком уровне воды, а в результате образования большого затора 5 мая вода поднялась еще на 3 м. Разлив воды был настолько сильным, что вызвал в городе наводнение. «... Омск напоминает Венецию, по всей нижней части города сообщение производится на лодках», — отмечалось в газете «Советская Сибирь» за 6 мая 1928 г. В городе было затоплено 1300 домов, разрушено 200, снесен деревянный мост через р. Омь. Народному хозяйству и населению города был нанесен огромный ущерб.

За последние годы (после постройки Бухтарминской ГЭС) в результате зарегулирования стока Иртыша весной больших заторов льда и подъемов уровня воды больше не наблюдалось.

После очищения реки ото льда происходит довольно быстрый нагрев водной поверхности. Температура воды повышается, опережая рост температуры воздуха, и к июню уже становится выше нее. Обычно в середине июня температура воды выше 18°C, а в первой и второй декадах июля в большинстве случаев отмечается максимум температуры воды (абсолютный максимум 27,8°C наблюдался 8 июля 1974 г.).

В августе уже начинается медленное охлаждение воды, и в первой декаде ноября она может понижаться до 0°C (табл. 1).

Таблица 1

Средняя месячная температура воздуха (t) и воды (t') в р. Иртыш (1948—1962 гг.)

Месяц	t °C	t' °C
IV	2,4	0,6
V	12,0	10,6
VI	17,1	18,0
VII	19,1	21,6
VIII	16,3	19,4
IX	11,0	13,2
X	1,6	4,4

Средний годовой расход воды за период 1960—1975 гг. составляет 858 м³/с. Максимальные расходы воды на Иртыше у Омска наблюдаются в период половодья, а наиболее низкие значения стока имеют место зимой.

Средний годовой сток взвешенных наносов в створе водомерного поста за 1960—1975 гг. равен 2700 тыс. т/год, средняя годовая мутность воды — 110 г/м³. Минерализация воды Иртыша находится в обратной зависимости от ее расхода. Чем больше расход, тем меньше минерализация. В период половодья минерализация изменяется от 136 до 253 мг/л, в летне-осеннюю межень она возрастает до 160—282 мг/л, зимой увеличивается до 300—324 мг/л.

Вода Иртыша является мягкой на всем его протяжении, но в отдельные годы в зимнюю межень в нижнем течении она становится умеренно жесткой.

Средняя продолжительность навигации 170—190 дней, однако в очень холодные годы период навигации сокращается до 150 дней, а в очень теплые — увеличивается до 200 дней.

Река Омь — правый приток Иртыша, берет начало на юго-восточной окраине Васюганской равнины; длина ее 1091 км, площадь бассейна 52,6 тыс. км².

Долина в верхнем течении неясно выражена, склоны ее незаметно сливаются с прилегающей местностью. Ширина долины колеблется в больших пределах (от 0,2 до 18 км). Склоны долины в верховьях пологие, ближе к Омску — крутые, иногда обрывистые, изрезаны балками и оврагами. Правый берег высотой до 15—30 м, левый — до 2,5—5,0 м.

35/822
Русло реки извилистое, неразветвленное, хорошо выражено. На отдельных участках зарастает водной растительностью. Дно русла сложено песчано-илистыми и глинистыми отложениями. Ширина русла в межень колеблется от 50 до 100 м, средняя глубина 1,0—2,7 м. Уровни воды Оми у Омска находятся в подпоре от Иртыша и поэтому ход ее уровня полностью отражает ход уровня воды Иртыша.

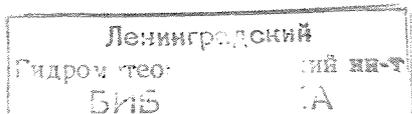
Половодье на Оми начинается обычно во второй декаде апреля и достигает максимума в среднем в первой половине июня; в первой половине августа оно заканчивается.

Объем стока половодья составляет 75% годового. В период половодья подпор от Иртыша усиливается. В результате максимальные скорости течения и наибольшие расходы воды наблюдаются не на пике, а на спаде половодья. Весной средние скорости течения изменяются от 0,30 до 0,60 м/с, на спаде половодья — от 0,60 до 1,20 м/с. В зимний период скорости течения невелики и составляют порой 0,05 м/с.

Средняя продолжительность летне-осенней межени 60—80 дней. В некоторые годы она прерывается дождевыми паводками. Иногда дождевые паводки проходят на спаде половодья и сливаются с ним.

Зимняя межень продолжительная (140—170 дней) и устойчивая.

Появление первых ледяных образований (забереги, ледяное сало) наблюдается в среднем в третьей декаде октября, за 1—



5 дней до наступления ледостава. В большинстве случаев (60%) ледостав устанавливается без ледохода. Лед обычно ровный. Местами в результате действия теплых сточных вод образуются полыньи, которые в отдельные годы не замерзают всю зиму. Наибольшая толщина льда отмечается чаще всего в конце марта — начале апреля и колеблется от 94 до 116 см.

За 6—12 дней до вскрытия на реке появляются вода на льду, закраины и промоины, затем происходит подвижка льда. Весенний ледоход на Оми у города начинается в среднем 17 апреля, отличается малой продолжительностью (около 3 дней). Вскрывается река спокойно, без ярко выраженного ледохода. В устьевом участке из-за подпорного влияния Иртыша ледохода вообще не бывает, там лед стлавает и оседает. Иногда при высоком половодье на Иртыше иртышский лед проходит и в устье Оми (примерно на 300 м). Очищается от льда река обычно во второй половине апреля.

Средняя годовая мутность воды р. Оми (у Калачинска) 79 г/м³. Минерализация воды обычно небольшая. В зимний же период она значительно возрастает и изменяется в пределах 1050—1440 мг/л. В период зимней межени воду р. Оми можно охарактеризовать как жесткую и очень жесткую. Использование ее для водоснабжения ограничено, при применении для питья необходимо производить обеззараживание и фильтрование.

2. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Погода и климат оказывают существенное влияние на жизнь и хозяйственную деятельность человека. Сейчас нет, пожалуй, ни одной отрасли народного хозяйства, где бы ни использовались климатические показатели: сельское и коммунальное хозяйство, транспорт, промышленность и строительство (при закладке всевозможных подземных и наземных сооружений, при проектировании малых и больших объектов, при строительстве городов и поселков).

Характер климата определяется прежде всего географическим положением, от которого зависит количество тепла, получаемое от солнца, т. е. количество солнечной радиации. Однако пункты, расположенные на одной и той же широте (при одинаковой интенсивности радиации), но на разной долготе, например Минск, Омск, Петропавловск-Камчатский, резко отличаются по климату. Это результат воздействия еще одного важнейшего климатического фактора — атмосферной циркуляции. Под атмосферной циркуляцией понимается система движений атмосферного воздуха в масштабе всего земного шара (общая циркуляция) или над участком земной поверхности с особыми свойствами (местная циркуляция).

По классификации климатов Б. П. Алисова, Омск относится к умеренной климатической зоне с континентальным климатом лесостепи Западно-Сибирского пояса, в котором роль западных воздушных течений в образовании климата ослабевает, основное значение приобретают воздушные массы арктического происхождения. Расположение Омской области на обширной низменной равнине в центре Азиатского материка, вдали от морей, открытость ее территории как с севера, так и с юга способствуют тому, что климат здесь формируется под сильным воздействием физических свойств суши, которая летом быстро и сильно прогревается, а зимой также быстро охлаждается. Кроме того, на данную территорию свободно проникают не только арктические холодные воздушные массы, но и теплые сухие из Казахстана. Свободный обмен арктических и тропических воздушных масс приводит к формированию контрастных высотных фронтальных зон и способствует интенсивному развитию цикло-

нической деятельности в течение всего года, что не характерно для других внутриконтинентальных районов.

Погода определяется свойствами той воздушной массы, которая располагается над данной территорией. В зависимости от очага формирования воздушной массы и пути ее следования она приобретает определенные свойства, характерные только для нее, и получает название по месту своего формирования. Основными воздушными массами, определяющими погоду в Омске и его окрестностях, являются: арктический воздух, воздух умеренных широт, тропический воздух.

Арктический воздух формируется над Арктикой и в район Омска поступает с северными (меридиональными) потоками. Для этой воздушной массы характерны низкие температуры, малое влагосодержание и большая прозрачность атмосферы. Как зимой, так и летом вторжение арктического воздуха сопровождается резким похолоданием.

Воздух умеренных широт (континентальный и морской полярный) формируется в средних широтах (от 40 до 65° с. ш.): континентальный — над сушей Евразии (в отличие от континентального воздуха ЕТС он более сухой), морской — над Атлантикой (в отличие от континентального он более влажный, зимой более теплый, летом более прохладный). На юг Западной Сибири воздух умеренных широт поступает с западными (зональными) потоками.

Тропический воздух приходит в район Омска из Средней Азии и со Средиземноморья через Прикаспийскую низменность и Казахстан, т. е. с юго-запада. Летом тропический воздух характеризуется высокими температурами и низкой относительной влажностью, зимой его вторжение вызывает сильные оттепели, а иногда дождь.

Кроме основных воздушных масс, определяющих погоду в Омске, следует выделить еще две:

— атлантико-арктический воздух, сочетающий влияние Арктики (формируется в высоких широтах — севернее 65° с. ш.) и Атлантики (влияние теплого течения Гольфстрим); поступает из Скандинавии и с юга Баренцева моря с северо-западными воздушными потоками через районы ЕТС и Средний Урал,

— стационарный воздух, который формируется в малоподвижных областях пониженного или повышенного давления со слабоградиентным полем, обуславливая малооблачную морозную погоду, нередко с туманами, зимой и малооблачную жаркую лето.

Чаще всего погода в Омске обуславливается континентальным воздухом умеренных широт (141 день), и реже всего поступает морской арктический — всего 14 дней (табл. 2).

Воздушные массы с различными свойствами разделяются фронтами. Фронт — это переходная зона между двумя воздуш-

Таблица 2

Число дней (числитель) и повторяемость (% , знаменатель) воздушных масс различного происхождения за год (1971—1975 гг.)

Арктический воздух		Воздух умеренных широт		Тропический воздух	Атлантико-арктический воздух	Стационарный воздух
континентальный	морской	континентальный	морской			
$\frac{38}{10}$	$\frac{14}{4}$	$\frac{141}{39}$	$\frac{32}{9}$	$\frac{36}{10}$	$\frac{54}{15}$	$\frac{50}{13}$

ными массами с различными свойствами. Различают теплый и холодный фронт и фронт окклюзии.

Холодные и теплые фронты в течение года наблюдаются почти одинаково часто, лишь летом повторяемость теплых уступает холодным из-за размывания их в дневные часы при значительном прогреве подстилающей поверхности (табл. 3).

Таблица 3

Повторяемость (число случаев) фронтальных разделов по сезонам (1971—1975 гг.)

Сезон	Фронт		
	теплый	холодный	окклюзии
Зима	20	20	13
Лето	11	17	8
Осень	10	12	5
Весна	8	10	3
Год	49	59	29

Учитывая частоту повторяемости воздушных масс над рассматриваемой территорией, можно для двух периодов выделить несколько типов погоды (табл. 4).

Как уже отмечалось, в Омске во все сезоны, кроме зимы, наблюдается явное преобладание циклонической циркуляции. Наибольшей величины это превышение достигает летом (22%) (табл. 5).

Повышенная интенсивность циклонической циркуляции вызывает неустойчивый характер погоды в течение года.

Наибольшую повторяемость в районе Омска в течение года имеют западные и северо-западные циклоны. С западными по-

Таблица 4

Адвективные типы погоды в летнем (июнь—август) и зимнем (ноябрь—март) сезонных (1971—1975 гг.)

Тип погоды	Перенос воздушных масс	Повторяемость, %	Преобладающие характеристики в 12 ч	
			температура, °С	упругость водяного пара, мбар
	Ноябрь—март			
Теплая, влажная	Из северных, центральных и южных районов ЕТС	64	+1 . . . -14	3,0
	Из северных районов Западной Сибири	7		
	Из Казахстана	19		
	Слабоградиентные барические поля	10		
Умеренно холодная, умеренно влажная	Из северных, центральных и южных районов ЕТС	29	-15 . . . -20	1,5
	Из северных районов Западной Сибири	21		
	Из Казахстана	25		
	Слабоградиентные барические поля	25		
Холодная, умеренно сухая	Из северных, центральных и южных районов ЕТС	3	-21 . . . -27	1,0
	Из северных районов Западной Сибири	40		
	Из Казахстана	5		
	Слабоградиентные барические поля	52		
Морозная, сухая	Из северных, центральных и южных районов ЕТС	3	-28 и ниже	0,5
	Из северных районов Западной Сибири	74		
	Из Казахстана	1		
	Слабоградиентные барические поля	22		
	Июнь—август			
Прохладная, влажная	Из северных, центральных и южных районов ЕТС	14	+10 . . . +19	60
	Из северных районов Западной Сибири	53		
	Из Казахстана	2		
	Слабоградиентные барические поля	31		
			температура, °С	относительная влажность, %

Тип погоды	Перенос воздушных масс	Повторяемость, %	Преобладающие характеристики в 12 ч	
			температура, °С	относительная влажность, %
Теплая, умеренно влажная	Из северных, центральных и южных районов ЕТС Из северных районов Западной Сибири Из Казахстана СлабоградIENTные барические поля	21	+20...+26	50
		7		
		3		
Жаркая, сухая	Из северных, центральных и южных районов ЕТС Из Казахстана СлабоградIENTные барические поля	69	+27 и выше	30 и ниже
		19		
		29		
		52		

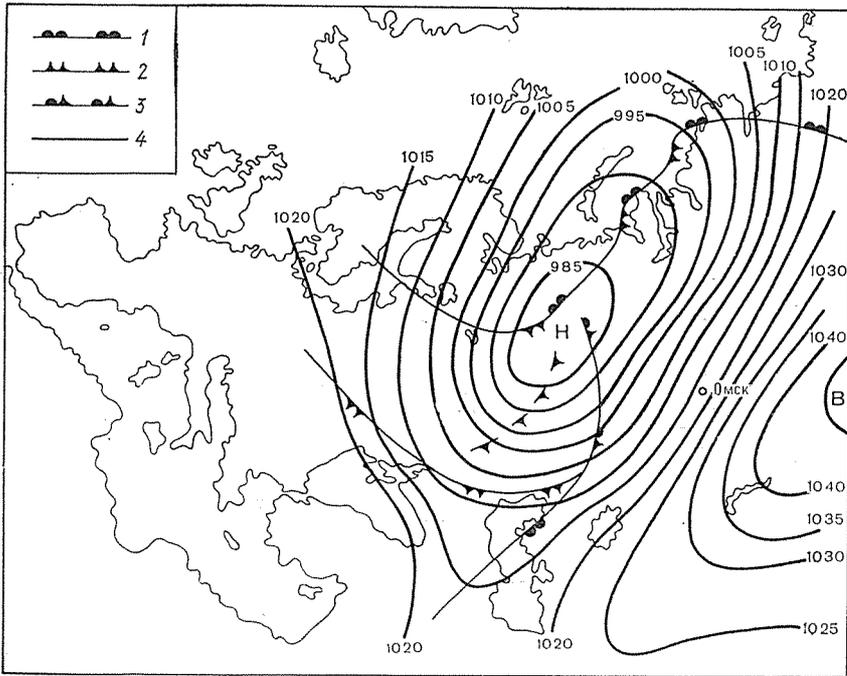


Рис. 4. Карта погоды за 28 февраля 1976 г. (условия возникновения сильной метели).

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

Таблица 5

Среднее число дней с различными барическими образованиями по сезонам (1949—1965 гг.)

Сезон	Циклоп (ложбина)						Антициклон (отрог)			Суммарная повторяемость, %	
	СЗ	З	ЮВ	Ю	регенерированный	ныряющий	ультраполярный	сибирский	азорский	циклоны	антициклоны
Весна	7,2 (14)	10,3 (20)	3,7 (7)	3,2 (6)	— —	2,8 (5)	9,4 (18)	8,6 (16)	7,5 (14)	52	48
Лето	14,9 (15)	23,9 (24)	9,7 (10)	7,7 (8)	0,5 (0,4)	3,7 (4)	13,6 (13)	1,5 (1)	24,7 (25)	61	39
Осень	9,8 (26)	16,3 (27)	4,5 (8)	2,0 (3)	— —	2,4 (4)	5,4 (9)	13,1 (22)	6,5 (11)	58	42
Зима	19,7 (13)	24,0 (16)	10,5 (7)	8,7 (6)	0,1 —	6,7 (4)	17,0 (11)	61,4 (41)	2,9 (2)	46	54
Год	51,6 (14)	74,5 (20)	28,4 (8)	21,6 (6)	1,0 —	15,6 (4)	45,4 (13)	84,6 (23)	41,6 (12)	52	48

Примечание. В скобках приводится процент от годового числа дней.

токами с Атлантики часто смещаются глубокие и активные циклоны, обуславливающие летом дожди и грозы, а зимой снегопады и метели (рис. 4). Наиболее редки ныряющие и регенерирующие циклоны. Из антициклонов, определяющих погоду в Омске, наиболее часто повторяются, особенно зимой, сибирские. В холодное полугодие возрастает роль приземного антициклогена и влияние Сибирского антициклона. Зимой антициклон обуславливает малооблачную морозную погоду, часто с туманами, изморозью, а летом — сухую и жаркую погоду (рис. 5).

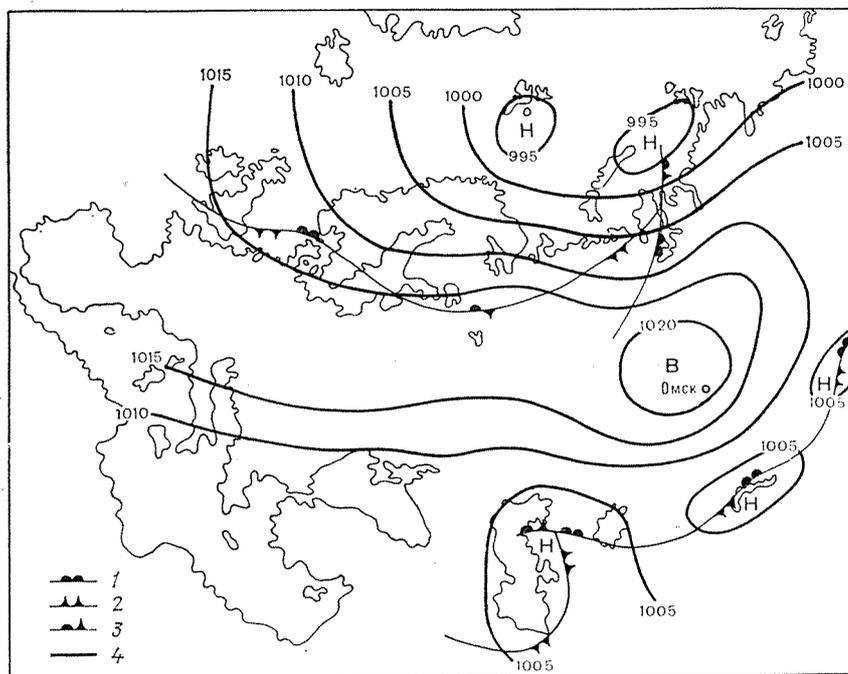


Рис. 5. Карта погоды за 3 июля 1975 г. (при засухе).
Усл. обозначения см. рис. 4.

Более чем в 50% погоду в Омске определяет слабоградиентное барическое поле, при котором устанавливается малооблачная погода, зимой морозная, часто с туманами, летом жаркая (см. табл. 4).

Летом иногда наступают длительные периоды ливневых дождей, которые обусловлены обширной малоподвижной депрессией, формирующейся над Западной Сибирью (рис. 6).

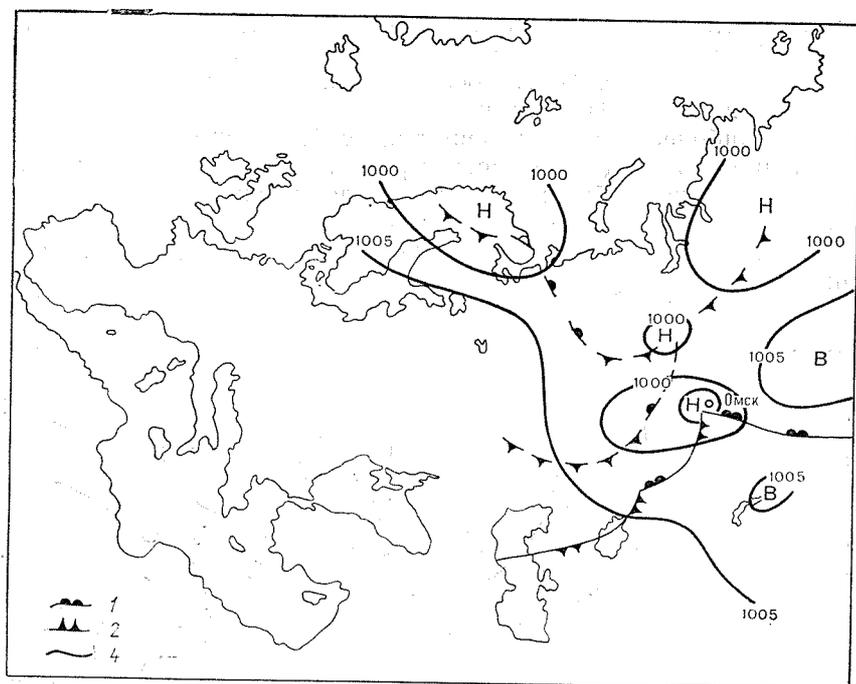


Рис. 6. Карта погоды за 23 июня 1970 г. (при сильном ливне).
Усл. обозначения см. рис. 4.

2.1. Атмосферное давление

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

На практике обычно используют данные по давлению как на высоте установки барометра, так и приведенные к уровню моря. Последние нужны в тех случаях, когда рассматриваются изменения давления по горизонтали.

В табл. 6 данные по давлению воздуха приводятся на основе наблюдений по ртутному термометру.

Среднее годовое давление в Омске на уровне станции равно 1003,0 мбар с колебаниями в отдельные годы от 1006,0 (1954 г.) до 1000,1 мбар (1948 г.).

Годовой ход давления (табл. 6 и рис. 7) носит типично континентальный характер: наиболее высокое зимой с максимумом в феврале (среднее месячное значение 1010,4 мбар), когда сибирский антициклон достигает максимального развития, и наиболее низкое летом (июль — 992,4 мбар). Летний минимум

Таблица 6

Характеристика месячных, годовых и экстремальных значений атмосферного давления p (мбар) (1936—1975 гг.)

Месяц	\bar{p} на уровне станции		\bar{p} на уровне моря	$P_{\text{наиб}}$	Год	$P_{\text{наим}}$	Год	$P_{\text{макс}}$	Год	$P_{\text{мин}}$	Год
	мбар	мм									
I	1010,2	757,7	1027,3	1022,2	1933	997,7	1964	1042,9	1956	959,6	1971
II	1010,4	757,8	1027,6	1027,4	1931	997,8	1949	1047,1	1951	970,7	1975
III	1006,5	754,9	1023,1	1014,9	1949	996,0	1948	1036,3	1971	967,0	1948
IV	1004,4	753,4	1020,2	1012,9	1953	998,0	1974	1041,1	1966	968,0	1942
V	997,7	748,3	1013,1	1003,6	1948	994,6	1945	1023,1	1967	970,6	1937
VI	995,1	746,4	1009,8	1001,7	1958	991,1	1964	1018,7	1958	966,8	1945
VII	992,4	744,4	1007,0	997,0	1931	987,4	1932	1010,3	1971	969,3	1938
VIII	996,2	747,2	1011,0	1003,5	1932	990,5	1971	1017,7	1967	969,4	1943
IX	1000,5	750,4	1015,7	1008,9	1932	994,9	1958	1029,3	1969	965,7	1945
X	1003,3	752,5	1019,1	1009,6	1974	995,4	1969	1027,7	1938	960,8	1939
XI	1007,9	756,0	1024,4	1020,0	1952	996,4	1945	1046,7	1952	964,6	1946
XII	1010,0	757,6	1026,9	1026,2	1966	997,6	1948	1051,0	1947	963,9	1957
Год	1003,0	752,3	1018,8	1006,0	1954	1000,1	1948	1051,0	1947	959,6	1971

давления обусловлен в основном термическими причинами. Особенностью годового давления являются большие колебания его зимой (амплитуда достигает 90 мбар) и значительно меньшие летом (амплитуда в июле 41 мбар).

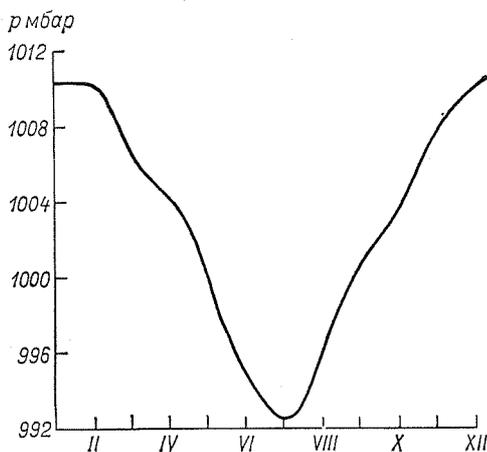


Рис. 7. Годовой ход атмосферного давления воздуха на уровне станции.

и заметная междуточная изменчивость при прохождении циклонов, ложбин, фронтальных разделов (до 30—40 мбар). Так, например, с 11 на 12 января 1971 г. через Омск с Атлантики прошел быстро движущийся циклон. Давление в течение суток понизилось на 44,4 мбар, достигнув 959,6 мбар — наименьшей величины, когда-либо наблюдавшейся в городе (табл. 7, табл. 1 приложения).

Таблица 7

Междуточная изменчивость давления Δp (мбар)

Месяц	$\overline{\Delta p}$	$\Delta p_{\text{наиб}}$	Месяц	$\overline{\Delta p}$	$\Delta p_{\text{наиб}}$
I	7,2	44,4	VII	3,5	17,8
II	6,8	27,1	VIII	4,0	16,9
III	6,2	30,3	IX	5,1	21,3
IV	6,3	32,4	X	7,1	27,5
V	6,6	25,7	XI	8,3	29,4
VI	4,8	21,1	XII	6,8	32,5

Средняя суточная амплитуда давления невелика: 0,2—0,4 мбар зимой и 0,6—0,8 мбар летом. В теплое время года минимальное давление приходится на полуденные и послеполуденные часы, максимальное — на утро. Зимой минимум в среднем наблюдается утром, максимум — ночью.

2.2. Ветер

Ветер — это горизонтальное движение воздуха. Возникновение ветра связано с разностью атмосферного давления и температуры воздуха в различных районах земной поверхности. Чем больше разность давления на единицу расстояния (барический градиент давления), тем больше скорость ветра. Ветер характеризуется направлением и скоростью.

В Омске большую часть года, с сентября по апрель, преобладает ветер юго-западного направления, повторяемость его составляет 25—32% за месяц; на смежные направления — южное и западное — приходится 15—20%, на остальных направлениях повторяемость равновероятна и составляет не более 10%.

Летом преобладающим является северо-западный ветер (20—23% за месяц), несколько меньше северный (16—19%) и западный (15%) (см. табл. 2 приложения). На направление северо-восток — юго-запад приходится 10—14%, на остальных направлениях повторяемость ветра составляет менее 10% (рис. 8).

Такое распределение направления ветра обусловлено особенностями атмосферной циркуляции в этом районе. В переходные сезоны и в начале зимы, в основном в холодный период, преобладает антициклонический тип погоды. Так, за 27-летний период (1949—1975 гг.) район Омска находился под влиянием антициклонов в среднем 122 дня, а циклонов — 115 дней. В теплый период года направление ветра в основном определяют циклоны: с мая по сентябрь в среднем наблюдается 80 дней с циклонической циркуляцией и всего 55 дней с антициклонической.

Суточный ход направления ветра во все сезоны выражен слабо, что объясняется равнинным рельефом.

Средняя скорость ветра имеет хорошо выраженный годовой ход (табл. 8). Наибольшие средние месячные скорости наблюдаются зимой, весной и осенью (4—5 м/с). Самыми ветреными бывают зимние и весенние месяцы, особенно май. Летом скорости ветра наименьшие в году. На июль — август падает максимум повторяемости малых скоростей и минимум больших. Слабые скорости ветра (4 м/с и менее) преобладают в летнее время (62%), что обуславливает и наименьшие средние месячные скорости (3,5 м/с). Наибольшую повторяемость скорости ветра 5 м/с и более имеют весной и осенью (52%), летом повторяемость их уменьшается до 38% (табл. 9). Для этих скоростей характерна также и наибольшая продолжительность в те же сезоны (128 дней весной, 127 дней осенью), летом она уменьшается до 42 дней (табл. 10).

В течение года чаще всего наблюдаются скорости ветра в интервале 2—5 м/с (50—65%). Скорости 10 м/с и более имеют повторяемость в холодное время года менее 10%, а летом менее 5%. Скорости более 20 м/с повторяются редко, зимой менее 1%,

а летом практически их не бывает (рис. 9). Ветер преобладающих направлений имеет и большую скорость (табл. 11, 12).

Суточный ход скорости ветра хорошо выражен в теплое время года, менее четко в холодное. Наибольшие скорости ветра наблюдаются в дневное время после полудня, наименьшие — перед восходом солнца. Зимой скорость ветра в дневные часы

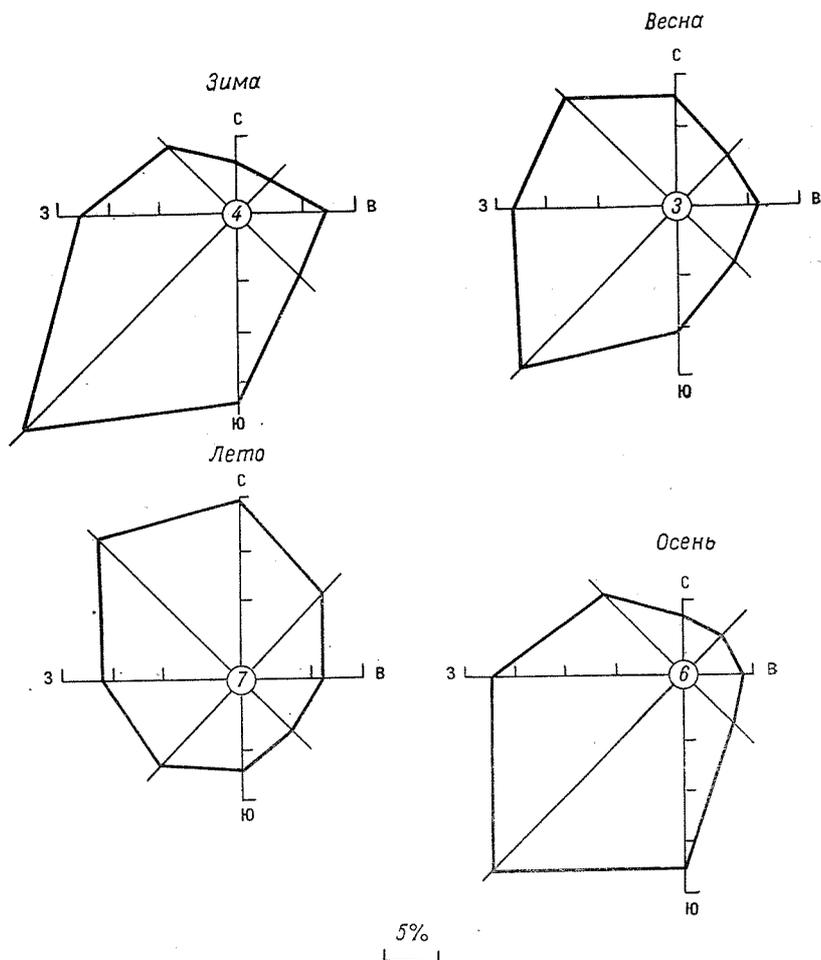


Рис. 8. Повторяемость (%) направлений ветра и штилей по сезонам (цифра в центре — повторяемость штилей).

возрастает незначительно, летом скорости днем по сравнению с ночными возрастают вдвое (см. табл. 3 приложения).

Суточная амплитуда скорости ветра имеет хорошо выраженный годовой ход, изменяясь от 3,8 м/с летом до 0,8 м/с зимой.

Таблица 8

Средняя и максимальная скорость ветра v (м/с) и отклонение от средней (1943—1963 гг.)

Месяц, сезон	\bar{v}	$+\Delta v$	$-\Delta v$	$v_{\text{макс}}$
I	4,6	1,3	-1,5	29
II	4,8	1,6	-1,5	22
III	5,1	2,1	-1,2	29
IV	4,9	1,0	-1,0	25
V	5,0	1,0	-1,2	28
VI	4,4	1,0	-0,6	28
VII	3,6	1,0	-0,6	20
VIII	3,5	0,8	-0,8	17
IX	3,9	1,2	-1,0	20
X	4,6	1,7	-2,0	28
XI	4,7	1,4	-1,9	21
XII	4,8	1,2	-0,9	20
Год	4,5	2,1	-2,0	29
Зима	4,8	2,1	-1,9	29
Весна	5,0	1,0	-1,2	28
Лето	3,8	1,0	-0,8	28
Осень	4,2	1,7	-2,0	28

Таблица 9

Повторяемость (% от общего числа случаев) скоростей ветра (1954—1958 гг.)

Скорость ветра, м/с	Зима	Весна	Лето	Осень
≤ 2	28,0	24,0	35,0	22,0
≤ 4	56,0	48,0	62,0	48,0
≥ 5	45,0	52,0	38,0	52,0
≥ 8	12,0	21,0	10,0	17,0
≥ 12	3,4	6,3	1,5	4,3
≥ 16	0,6	1,2	0,1	10,0
≥ 20	0,1	0,3		0,4

Таблица 10

Средняя и наибольшая непрерывная продолжительность τ (ч) различных скоростей ветра (1954—1958 гг.)

Скорость ветра, м/с	Зима		Весна		Лето		Осень	
	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{наиб}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{наиб}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{наиб}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{наиб}}$
≤ 2	6,1	55	5,0	40	4,8	43	5,3	45
≤ 4	11,1	186	8,7	137	8,9	93	7,8	114
≥ 5	8,8	118	9,7	123	5,6	42	8,4	127
≥ 8	5,2	35	6,3	51	3,5	29	5,1	34

Время наступления максимальной скорости ветра в суточном ходе также имеет хорошо выраженный годовой ход. В ноябре — феврале максимум скорости ветра приходится на 13—14 ч, в мае — августе он сдвигается на 15—16 ч. Минимум скорости ветра в ноябре — марте наступает несколько раньше восхода солнца, а в апреле — сентябре отмечается спустя 1—2 ч после восхода солнца.

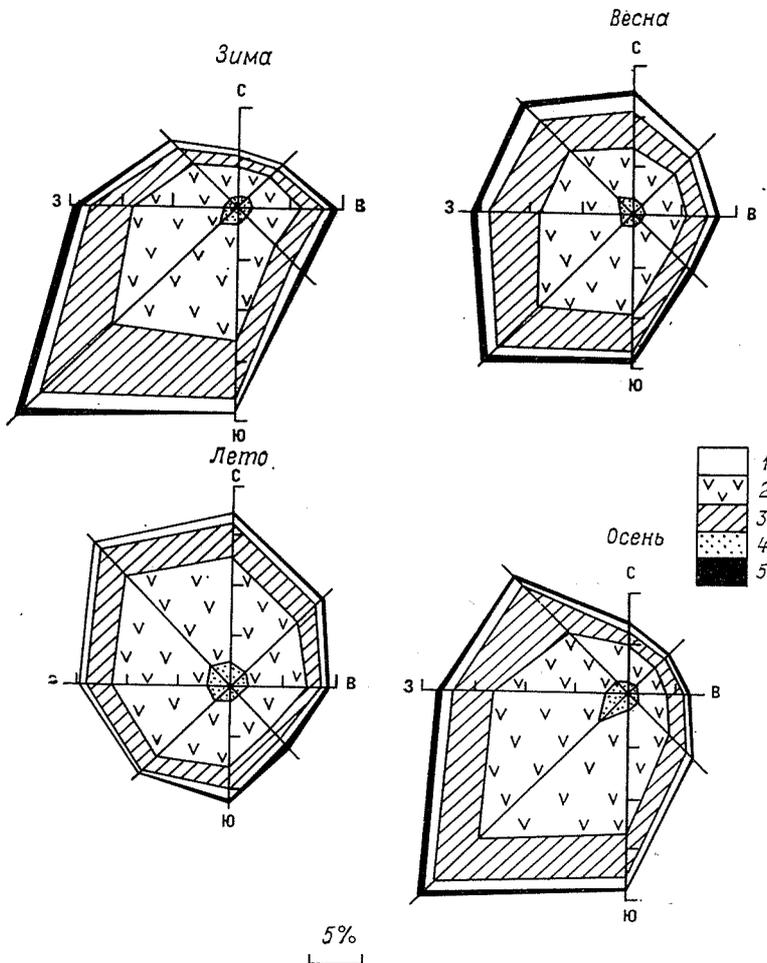


Рис. 9. Повторяемость (%) ветра различной скорости по направлениям.
 1 — 0—1 м/с, 2 — 2—5 м/с, 3 — 6—9 м/с, 4 — 10—13 м/с, 5 — 14—17 м/с и более.

Резкое уменьшение скорости ветра заканчивается через 1—2 ч после захода солнца, ночью скорость ветра имеет ровный ход.

Таблица 11

Средняя скорость \bar{v} (м/с) и повторяемость P ветра по направлениям и повторяемость штилей (1936—1960 гг.)

Месяц, сезон	С		СВ		В		ЮВ		Ю		ЮЗ		З		СЗ		P% штилей
	\bar{v}	P%															
I	2,5	4	2,9	6	4,5	14	4,7	10	4,6	20	5,4	27	4,6	12	3,2	7	5
II	4,1	5	3,9	7	5,7	9	4,9	7	5,3	21	5,3	30	4,7	13	4,7	8	4
III	4,1	5	4,2	5	5,0	7	6,0	7	5,7	19	5,7	31	5,0	16	5,0	10	4
IV	4,1	9	4,2	6	5,2	9	5,0	8	4,8	15	5,0	24	5,3	16	5,3	13	3
V	5,4	13	4,5	9	4,7	7	4,5	7	4,6	12	4,9	19	5,5	16	5,8	17	3
VI	5,1	19	4,3	11	3,8	6	4,5	7	4,5	11	5,0	14	4,6	15	4,9	17	5
VII	3,7	17	3,5	13	3,8	10	4,0	6	3,7	9	3,7	11	3,8	13	4,2	21	7
VIII	3,7	18	3,8	12	3,5	9	3,4	7	3,5	8	3,9	10	3,7	15	4,1	21	8
IX	3,8	7	3,4	7	3,7	7	4,2	8	4,8	18	4,1	22	4,5	18	4,3	13	7
X	4,2	5	3,2	3	4,3	4	4,8	6	4,9	20	4,9	32	4,8	20	4,8	10	4
XI	4,2	6	2,8	4	3,3	6	4,4	8	5,2	15	5,4	32	5,1	19	4,5	10	5
XII	2,9	4	3,3	5	4,5	10	5,2	8	5,0	19	5,1	29	4,8	16	4,7	9	4
Год	4,6	9	4,3	7	4,7	8	5,0	7	4,8	16	5,1	24	4,8	16	4,8	13	5
Зима	3,6	5	3,4	5	4,6	9	5,0	8	5,1	19	5,4	30	4,7	15	4,4	9	4
Весна	4,7	11	4,4	8	4,9	8	4,8	8	4,7	14	4,9	22	5,4	16	5,6	15	3
Лето	4,2	18	3,9	12	3,7	8	4,0	7	3,9	9	3,9	12	4,0	14	4,4	20	7
Осень	4,0	6	3,3	5	4,0	6	4,5	7	4,8	19	4,5	27	4,6	19	4,6	12	6

Таблица 12

Максимальная скорость ветра (м/с) по направлениям (без порывов)
(1948—1975 гг.)

Сезон	С	ССВ	СВ	ВСВ	В	ВЮВ	ЮВ	ЮЮВ
Зима	20	20	20	20	17	20	20	18
Весна	24	16	20	24	20	16	17	17
Лето	20	28	20	18	17	15	17	17
Осень	16	16	16	12	12	15	17	17
Год	24	28	20	24	20	20	20	18

Сезон	Ю	ЮЮЗ	ЮЗ	ЗЮЗ	З	ЗСЗ	СЗ	ССЗ
Зима	20	24	29	24	20	20	20	24
Весна	20	20	25	24	20	28	24	20
Лето	24	17	20	28	28	24	24	20
Осень	24	28	28	20	20	24	24	16
Год	24	28	29	28	28	28	24	24

Более длинный день летом обуславливает повышенное число часов со скоростью, большей средней суточной (см. табл. 3 приложения).

Следует отметить, что при малых скоростях возможны кратковременные порывы до 10—15 м/с и более. С увеличением скорости порывистость ветра обычно уменьшается.

Ветер скоростью 15 м/с и более считается сильным ветром, а более 25 м/с представляет уже особо опасное явление. В Омске отмечается ежегодно более 20 дней с сильным ветром (в среднем 1—2 дня в месяц).

Сильный ветер порой наносит большой ущерб народному хозяйству: разрушает средства связи, линии электропередачи, различные постройки, является причиной наводнений, так как способствует нагону воды на реках и озерах, вызывает во время уборки урожая осыпание зерна на корню, а иногда просто обламывает колос, затрудняет работу сельскохозяйственных машин. В холодный период усиление ветра сопровождается метелями, снежными заносами, затрудняющими работу транспорта; в теплый период при грозах и ливнях наблюдаются шквалы, в засушливый период — пыльные бури и суховеи (табл. 13).

Ветры разрушительной силы могут наблюдаться как на ограниченной, так и на обширной территории. Так, сильный юго-западный ветер 23 октября 1952 г. охватил значительную территорию Омской области, Северный Казахстан, юг Тюменской области. На юге Омской области штормовой ветер достигал 24—28 м/с, а в Омске — 34 м/с. Продолжительность сильного ветра была около 10 ч.

Таблица 13

Повторяемость (%) атмосферных явлений при ветре 15 м/с и более
(1936—1974 гг.)

Период	Гроза	Снег	Дождь	Метель	Пыль- ная буря	Гололед	Без яв- лений	Число случаев
Теплый	2	13	13	7	20	2	41	101
Холодный		16	2	52	1	2	27	200

Возникновение сильного ветра (20 м/с и более) в Омске и области обычно связано с прохождением циклонов. При этом часто повторяющейся ситуацией является такая, когда циклоны смещаются на Омскую область или юг Тюменской с Южного или Среднего Урала, а основные антициклоны проходят с запада на восток приблизительно на 55° с. ш. Сильный ветер вызывают и циклоны с Полярного Урала, так называемые ныряющие, быстро смещающиеся на юг Западной Сибири. При средней повторяемости дней с сильным ветром за год — немногим более 20 повторяемость их существенно изменяется от года к году — от 5 (1964 г.) до 57 дней (1975 г.).

Число дней с сильным ветром отклоняется от средней на величину от 1 до 10 дней в 60% случаев, при этом любые отклонения одинаково часты (табл. 14, 15).

Таблица 14

Наибольшее число дней n с ветром 15 м/с и более за год, повторяемость (%) отклонений от средней многолетней и обеспеченность годового числа дней (1936—1975 гг.)

$n_{\text{павб}}$	Год	\bar{n}	σ	Отклонение от средней, дни					Обеспеченность, %								
				0±4	±(5-9)	(10-14) ±	(15-19) ±	≥20	2	5	10	20	50	80	90	95	98
57	1975	21	10,4	23	40	20	12	5	50	42	37	29	18	12	9	8	6

Почти ежегодно (обеспеченность 90%) возможен сильный ветер до 10 дней и один раз в 10 лет (обеспеченность 10%) возможна повторяемость до 37 дней. Наблюдается сильный ветер преимущественно в холодный период, максимальная его повторяемость в отдельные годы может достигать 12 дней и более в месяц. Естественно, и преобладающее направление сильного ветра будет юго-западное, характерное для холодного времени года (табл. 16).

Таблица 15

Характеристика числа дней n с сильным ветром (15 м/с и более)
по сезонам (1936—1973 гг.)

Сезон	\bar{n}	$\overline{\Delta n}$	$+\Delta n$	$-\Delta n$
Зима	7,2	0,06	13,8	-6,2
Весна	6,2	-0,02	21,8	-5,2
Лето	4,3	-0,02	15,7	-4,3
Осень	2,9	-0,00	7,1	-2,9
Год	20,6	-0,04	36,4	-15,6

Таблица 16

Повторяемость (%) сильных ветров (15 м/с и более) по направлениям
(1936—1973 гг.)

Сезон	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Зима	1	12	15	15	14	28	8	7
Весна	6	2	10	8	13	20	20	21
Лето	19	27	3	11	5	16	8	11
Осень	5	8	2	8	27	29	13	8
Год	5	11	11	12	14	24	12	11

Летом сильные ветры носят шквалистый характер, они непродолжительны, достигают большой силы (более 25 м/с) и чаще всего наблюдаются во второй половине дня. О таком ураганном ветре в Омске в «Акмолинских биржевых ведомостях» от 27 мая 1887 г. сообщалось: «... 24 мая около 5 часов вечера поднялся ветер. Он понесся с такой ужасающей скоростью и силой, что уничтожал все на своем пути... Наибольшие разрушения случились в крепости: снесло крыши со зданий, согнуло кресты на церкви, во многих домах были снесены трубы, сломаны стекла окон. Тучи песка закрыли солнце: стало темно. Баржу, стоящую на иртышской паровой пристани, перенесло против течения в устье Оми. Потом по улицам понеслись потоки проливного дождя».

Средняя продолжительность сильного ветра около 3 ч, при этом около 30% случаев продолжительность сильного ветра менее часа и редко, не более 5%, сильный ветер сохраняется более 12 ч (табл. 17).

Максимальная продолжительность ветра 15 м/с и более (36 ч) отмечена в марте 1948 г. Сильный ветер юго-западного направления продолжительностью более двух суток (54 ч) наблюдался 16—17 октября 1959 г. В эти дни в течение 22 ч скорость ветра была равна 15 м/с, потом она увеличилась до 20—25 м/с, а в течение двух часов скорость ветра составляла 28 м/с, порывами до 40 м/с.

Для отдельных отраслей народного хозяйства, особенно для строительства, лимитирующей является скорость ветра 8 м/с (4 балла). Повторяемость числа дней с ветром 8 м/с и более взята за основу для оплаты нерабочих (активированных) дней в зимнее время. При таком ветре башенные краны работают с 50%-ной нагрузкой, а при ветре 12 м/с и более работа большинства видов техники прекращается. Повторяемость ветра скоростью 8 м/с и более превышает в 5—6 раз повторяемость ветра 15 м/с и более (табл. 18).

Расчетные скорости ветра 5%-ной обеспеченности по сезонам составляют зимой и весной 25 м/с, летом 21 м/с, а осенью и за год 26 м/с.

Температура воздуха и скорость ветра — два климатических параметра, которые определяют как самочувствие человека, так и температурное состояние ограждений и теплопотери зданий. Л. С. Гандиным было введено понятие эффективной температуры, представляющей собой такую температуру здания, при которой оно имеет одну и ту же температуру как в условиях штиля, так и при определенных сочетаниях температуры наружного воздуха и скоро-

Таблица 17

Повторяемость (%) больших скоростей ветра различной непрерывной продолжительности τ (ч) (1936—1974 гг.)

Скорость ветра, м/с	Число случаев	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	Месяц, год	Непрерывная продолжительность, ч						
					<1	1—3	3—6	6—12	12—18	18—24	24—28
12	63,0	5,6	66	XII 1936	25	18	30	17	5	3	2
15	25,5	4,1	36	III 1948	33	23	24	14	4	1	0,8
20	4,4	5,8	25	3 случая	26	21	30	18	3	2	0,5
25	0,25	3,3	17	III 1948	30	20	40	10	10		

Таблица 18

Число дней со скоростью ветра 15 м/с и более и 8 м/с и более
(1936—1964 гг.)

Месяц	Скорость ветра, м/с		Месяц	Скорость ветра, м/с	
	≥15	≥8		≥15	≥8
I	1,4	9	VIII	0,7	6
II	1,4	11	IX	1,1	8
III	1,9	14	X	1,8	11
IV	2,2	13	XI	1,6	11
V	3,6	15	XII	1,2	11
VI	2,6	10	Год	21	125
VII	0,9	6	X—IV	—	69

сти ветра. Так, одинаковая эффективная температура -25°C будет наблюдаться при следующих значениях температуры и скорости ветра:

Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	. . . -25	-21	-11	-5
Скорость ветра, м/с	. . . $0-1$	$4-5$	$10-11$	$14-15$

Одинаковые или близкие значения эффективной температуры будут как в районах с более низкими температурами воздуха зимой, но слабыми ветрами (Оймякон -61°C , Верхоянск -60°C), так и в районах с более высокими температурами воздуха, но с сильными ветрами (Омск -63°C , Оренбург -67°C). В Омске имеет место неблагоприятное сочетание зимой сильных юго-западных ветров и низких температур [3].

Приведенный рис. 10 дает наглядную картину распределения сочетаний температуры 0°C и ниже и скорости ветра в Омске. Вероятность каждого сочетания определялась в процентах от всего числа наблюдений в году, т. е. 1460 случаев. Таким образом, один случай имеет вероятность 0,07%, а 1% вероятности означает, что такое сочетание возможно 15 раз в году (в сроки наблюдений).

Штили — это почти нулевые значения скорости ветра, наблюдаемые у поверхности земли. Учет повторяемости их необходим при решении ряда практических задач, в первую очередь, при борьбе с загрязнением атмосферы, для преодоления дискомфортных климатических условий при строительстве, при размещении ветродвигателей.

Жителям городов хорошо знакомо сильное помутнение воздуха — городская мгла, которая в виде серых облаков висит над городом в безветренные дни. Особенно неблагоприятно сказыв-

вается штилевая погода большой продолжительности на распространение и концентрацию вредных выбросов. Режим загрязнения и поля загрязнения находится в тесной связи со скоростью и направлением ветра. При длительности штилевой погоды свыше двух суток, особенно зимой, концентрация вредных выбросов в приземном слое начинает быстро возрастать на всей территории города и на 5—6-е сутки достигает максимальных, часто опасных значений. Наоборот, в теплый период такая погода более благоприятна, так как усиленная турбулентность атмосферы не создает условий для большого накопления вредных выбросов в приземном слое.

В Омске из-за выгодного географического положения (расположен под высотной зоной повышенных скоростей, равнинность степной и лесостепной поверхности) повторяемость штилей в течение всего года небольшая (менее 10%), а зимой и того меньше. Чаше всего штили наблюдаются во вторую половину ночи во все сезоны, в послеполуденное время отмечается их минимум.

Средняя продолжительность штилей за год составляет немногим более 500 ч, причем больший процент падает на зиму (37%), меньший — на весну (12%) (табл. 19).

Средняя непрерывная продолжительность штилей в холодный сезон составляет немногим более 7 ч, продолжительность слабых ветров (2 м/с и менее) — 14 ч, летом продолжительность их меньше, соответственно 6 и 11 ч.

Максимальная продолжительность штилевой погоды за десятилетний период отмечена в январе 1965 г. — более двух суток, а максимальная продолжительность периода со слабым ветром (2 м/с и менее) может удерживаться более 10 суток подряд (декабрь 1966 г.) (табл. 20).

Все сказанное выше о ветре относится к слою воздуха 10—

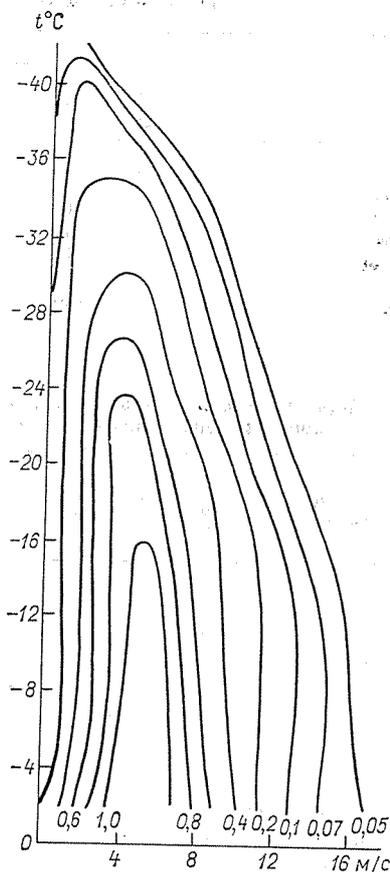


Рис. 10. Вероятность различных сочетаний температуры воздуха и скорости ветра за год.

Таблица 19

Средняя продолжительность τ (ч) штилей и малых скоростей ветра (0—2 м/с) по сезонам (1966—1974 гг.)

Сезон	τ штилей		τ малых скоростей ветра	
	ч	%	ч	%
Зима	197	37	802	35
Весна	65	12	338	14
Лето	172	32	731	31
Осень	103	19	451	20
Год	537		2322	

Таблица 20

Повторяемость (%) штилей и малых скоростей ветра (0—2 м/с) различной непрерывной продолжительности τ (1966—1974 гг.)

Скорость ветра, м/с	Среднее число случаев	τ_1	$\tau_{\text{макс}}$	Месяц, год	Непрерывная продолжительность, ч					
					< 3	3—6	6—12	12—18	18—24	24—48

Холодный период

Штиль 0—2	60,3	7,3	60	I 1965	53	20	18	6	2	1	0,02
	153,4	14,0	270	XII 1966	32	17	18	14	6	9	4

Теплый период

Штиль 0—2	72,4	6,2	24	VIII 1965	56	24	18	2	0,1		
	150,6	11,2	99	IX 1968	29	15	26	15	6	7	1

15 м — к высоте установки флюгера. На движение воздуха в приземном слое большое тормозящее действие оказывает земная поверхность, особенно сложная в городе с его разновысокими строениями, с пестрым искусственным покрытием и т. д. С высотой затормаживающее влияние подстилающей поверхности уменьшается, и скорость ветра, как правило, увеличивается. Зависимость скорости ветра от высоты хорошо описывается степенным законом $V_n/V_0 = (H/H_0)^n$, где V_n — скорость на высоте H_0 , V_0 — скорость на нижнем уровне. Показатель степени «n» близок к величине 0,3. При увеличении высоты в два раза скорость ветра возрастает примерно в 1,2 раза. Средняя скорость ветра с высотой особенно возрастает в слое 100—200 м. Выше 200 м рост ее замедляется, на уровне 500—900 м изменяется уже незначительно.

H м	Флюгер	200	500	900
V м/с	4,1	9,4	10,4	10,6

Если у земли (на высоте флюгера) максимальная повторяемость скоростей ветра наблюдается в интервале 2—5 м/с, то в пограничном слое — в пределах 5—12 м/с (см. табл. 6 приложения).

С усилением ветра у земли увеличивается турбулентное перемешивание воздуха и возрастание скорости с высотой замедляется. Нередко при сильном ветре у земли с высотой скорость даже уменьшается. При слабом ветре в приземном слое турбулентное перемешивание ослаблено, при этом на верхнем уровне пограничного слоя атмосферы наблюдаются большие скорости ветра (табл. 21). Чем сильнее ветер на верхней границе 900-метрового слоя, тем равномернее скорость возрастает во всем слое. В холодный период повторяемость сильных ветров в 300-метровом слое значительно больше, чем в теплый.

В районе Омска большую часть года преобладают ветры с западной составляющей за счет преобладающего в этих широтах западного переноса.

Таблица 21

Средняя (\bar{v}) и максимальная ($v_{\text{макс}}$) скорость ветра на разных высотах (1959—1966 гг.)

Высота, м	I		II		III		IV		V		VI	
	\bar{v}	$v_{\text{макс}}$	$\bar{v}$	$v_{\text{макс}}$	$\bar{v}$	$v_{\text{макс}}$	$\bar{v}$	$v_{\text{макс}}$	$\bar{v}$	$v_{\text{макс}}$	$\bar{v}$	$v_{\text{макс}}$
Флюгер	4,1	18	4,6	20	4,6	20	4,7	18	5,1	20	4,5	20
100	8,2	20	8,5	22	8,1	19	7,9	19	8,3	19	7,5	20
200	9,4	22	9,6	24	9,0	28	8,5	23	8,7	22	7,9	25
410	10,3	28	10,8	36	9,8	26	9,0	28	9,1	25	8,2	21
500	10,3	28	10,9	33	9,9	31	9,1	32	9,0	29	8,1	25
910	10,7	28	11,1	35	9,8	29	9,0	31	9,1	29	7,9	26
1410	11,4	28	11,9	33	10,3	27	9,6	27	9,6	32	8,3	25
1910	12,1	35	12,6	38	11,1	31	10,5	28	10,2	30	9,3	26

Высота, м	VII		VIII		IX		X		XI		XII	
	\bar{v}	$v_{\text{макс}}$	$\bar{v}$	$v_{\text{макс}}$	$\bar{v}$	$v_{\text{макс}}$	$\bar{v}$	$v_{\text{макс}}$	$\bar{v}$	$v_{\text{макс}}$	$\bar{v}$	$v_{\text{макс}}$
Флюгер	3,8	17	3,8	17	4,2	20	5,0	30	4,7	20	4,2	18
100	6,5	19	6,9	18	7,8	24	8,7	20	8,7	25	8,4	24
200	7,0	19	7,3	19	8,3	23	9,6	23	9,5	26	9,4	25
410	7,2	24	7,8	26	9,0	27	10,7	30	10,5	33	10,3	29
500	7,2	25	7,8	26	9,0	32	10,8	27	10,5	34	10,4	28
910	6,9	25	7,9	25	9,1	28	10,9	38	10,7	32	10,6	30
1410	6,9	19	8,3	29	9,6	36	11,4	31	11,4	33	11,4	33
1910	7,4	26	8,9	27	10,4	38	12,3	36	12,6	35	12,4	37

3. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ

Наша жизнь неразрывно связана с солнцем. Солнце — источник света, тепла, жизни и весеннего обновления природы. Солнечная энергия является движущей силой всех погодных процессов.

Земля и атмосфера получают от солнца в год $1,3 \cdot 10^{24}$ кал тепла. Оно измеряется интенсивностью, т. е. количеством лучистой энергии (в калориях), которое поступает от солнца за единицу времени на единицу площади поверхности, перпендикулярной солнечным лучам.

Лучистая энергия солнца доходит до земли в виде прямой и рассеянной радиации, т. е. суммарной. Она поглощается земной поверхностью и превращается в тепло неполностью, часть ее теряется в виде отраженной радиации.

Прямая и рассеянная (суммарная), отраженная и поглощенная радиация относятся к коротковолновой части спектра. Наряду с коротковолновой радиацией к земной поверхности поступает длинноволновое излучение атмосферы (встречное излучение) E_a , в свою очередь земная поверхность излучает длинноволновую радиацию (собственное излучение) E_s .

Разность между собственным излучением земной поверхности и излучением атмосферы называется эффективным излучением $E_{эфф}$. Излучение атмосферы обычно меньше излучения земной поверхности, и поэтому поток эффективного излучения направлен вверх (от земной поверхности). Величина $E_{эфф}$, взятая с обратным знаком, называется длинноволновым балансом.

Деятельная поверхность в любой момент подвергается воздействию различных видов радиации. По их направлению (к действительной поверхности или от нее) можно различить приходные и расходные составляющие радиационного режима поверхности. Приход радиации к горизонтальной поверхности состоит из прямой радиации, рассеянной и излучения атмосферы. Расход складывается из отраженной радиации и излучения деятельной поверхности. Разность между всей приходящей и всей уходящей радиацией называется радиационным балансом земной поверхности B (или остаточной радиацией). В зависимости от соотношения приходно-расходных составляющих радиационный баланс бывает положительным или отрицательным.

3.1. Солнечное сияние, прямая и рассеянная (суммарная) радиация

Количество приходящей к земле солнечной радиации зависит от широты места, высоты солнца, облачности и состояния атмосферы. Широта места определяет продолжительность дня и соответственно возможную продолжительность солнечного сияния (рис. 11, табл. 13 приложения). В день зимнего солнцестояния (22 декабря) продолжительность дня составляет 6 ч 48 мин, а в день летнего солнцестояния (22 июня) — 17 ч 08 мин.

Средняя продолжительность солнечного сияния за год в Омске равна 2223 ч, а в Батуми — лишь 1890 ч, в Харькове — 1748 ч, несколько выше в Риме — 2363 ч. Число дней без солнца зимой 42, весной и летом число дней без солнца незначительно (2—3).

В Омске в среднем всего 57 дней в году без солнца (табл. 22).

Продолжительность солнечного сияния в Омске с ноября по январь составляет 30—38% возможной, а летом возрастает до 57—66% за счет увеличения главным образом длительности дня (табл. 23).

От высоты солнца зависит возможная интенсивность притока солнечной радиации: чем больше высота солнца, тем меньший слой атмосферы проходят солнечные лучи, тем меньше они поглощаются и рассеиваются атмосферой, поэтому интенсивность притока радиации увеличивается (рис. 12, табл. 24).

Годовой приход прямой радиации на горизонтальную поверхность при ясном небе, т. е. возможный приход, составляет 109 ккал/см², рассеянной радиации — 31,6 ккал/см² (табл. 25).

Облачность, завеса пыли и дыма, окутывающая город, уменьшают поступление прямой солнечной радиации на 47% и в то же время увеличивают поступление рассеянной радиации в 1,5 раза. В результате годовой приход суммарной радиации в Омске составляет 98,8 ккал/см² (см. табл. 7 приложения).

Для практических целей наибольшее значение имеет изучение суммарной радиации, а не отдельно прямой и рассеянной. Состав суммарной радиации, т. е. соотношение между прямой и рассеянной радиацией, может меняться в широких пределах

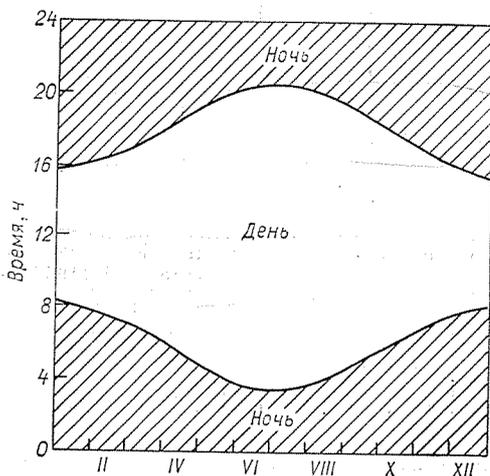


Рис. 11. Продолжительность (ч) дня и ночи.

Таблица 22

Характеристика солнечного сияния и число ясных и пасмурных дней (1936—1964 гг.)

Сезон	Продолжительность солнечного сияния, ч	Отношение наблюдавшегося солнечного сияния к возможному	Число дней				Число дней без солнца
			по общей облачности		по нижней облачности		
			ясных	пасмурных	ясных	пасмурных	
Зима	527	40	17,5	55,2	66,7	13,1	42
Весна	539	62	7,5	17,6	26,4	4,5	3
Лето	869	61	7,7	25,9	29,8	6,8	2,4
Осень	288	42	4,6	24,7	18,3	8,7	10
Год	2223	51	37	123	140	33	57

Таблица 23

Отношение (%) наблюдавшейся продолжительности солнечного сияния к возможной (1952—1962 гг.)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
38	46	55	62	61	66	61	57	53	32	30	30	51

Таблица 24

Интенсивность суммарной солнечной радиации [кал/(мин·см²)] по срочным наблюдениям (1953—1963 гг.)

Сроки наблюдений, ч мин	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
6 30			0,02	0,18	0,31	0,39	0,31	0,21	0,09	0,01		
9 30	0,10	0,25	0,49	0,71	0,79	0,87	0,78	0,67	0,50	0,28	0,15	0,08
12 30	0,25	0,44	0,69	0,82	0,90	0,89	0,84	0,77	0,56	0,34	0,23	0,19
15 30	0,04	0,16	0,36	0,52	0,60	0,64	0,61	0,48	0,31	0,12	0,02	0,0
18 30			0,00	0,04	0,13	0,20	0,17	0,09	0,00			

Таблица 25

Месячные и годовые суммы радиации (ккал/см²) при ясном небе (1953—1976 гг.)

Радиация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
<i>S</i>	9,2	12,1	19,5	23,8	26,6	28,6	28,1	25,3	21,4	16,5	11,3	8,3	230,7
<i>S'</i>	1,8	3,9	8,2	12,2	15,6	17,4	17,0	13,8	9,3	5,7	2,7	1,4	109,0
<i>D</i>	1,1	1,7	2,9	3,4	4,2	3,9	4,0	3,5	3,1	1,9	1,1	0,8	31,6
<i>Q</i>	2,9	5,6	11,1	15,6	19,8	21,3	21,0	17,3	12,4	7,6	3,8	2,2	140,6

Примечание. *S*, *S'* — прямая радиация на перпендикулярную и горизонтальную поверхность соответственно, *D* — рассеянная радиация, *Q* — суммарная радиация.

в зависимости от высоты солнца, прозрачности атмосферы, широты места. До восхода солнца весь приход радиации обусловлен одной рассеянной радиацией. Если при низком положении солнца суммарная радиация состоит почти целиком из рассеянной, то при высоте солнца, равной 58° , и безоблачном небе последняя составляет лишь 7%.

Доля прямой солнечной радиации в суммарной радиации меняется в течение года (табл. 26).

В период с ноября по январь вклад прямой радиации в суммарную составляет 27—32%, а летом возрастает до 54—58%. Даже в эти летние месяцы, с наиболее благоприятными условиями для поступления прямой солнечной радиации, ее суммы составляют только 50% возможных.

Более существенное влияние на годовой ход прямой радиации оказывает прозрачность атмосферы.

Влияние астрономического фактора перекрывается влиянием прозрачности атмосферы, и годовой ход прямой радиации не точно следует за годовым ходом высоты солнца.

Увеличение прозрачности наблюдается в зимние месяцы, а ее уменьшение в летние (табл. 27). Такая закономерность вызвана изменением содержания в атмосфере водяного пара и аэрозолей.

За 24-летний период наблюдений обнаружена тенденция к уменьшению прозрачности атмосферы в Омске вследствие увеличения концентрации аэрозолей над городом. Усиленный выброс загрязнений промышленными источниками, городским транспортом уменьшил прозрачность атмосферы в среднем на 10%.

В годовом ходе максимальные значения суммарной радиации (см. табл. 7 приложения) приходятся на июнь — $15,6 \text{ ккал/см}^2$. Минимальный приход радиации наблюдается в декабре — $1,5 \text{ ккал/(мин} \cdot \text{см}^2)$. В отдельные годы в зависимости от облач-

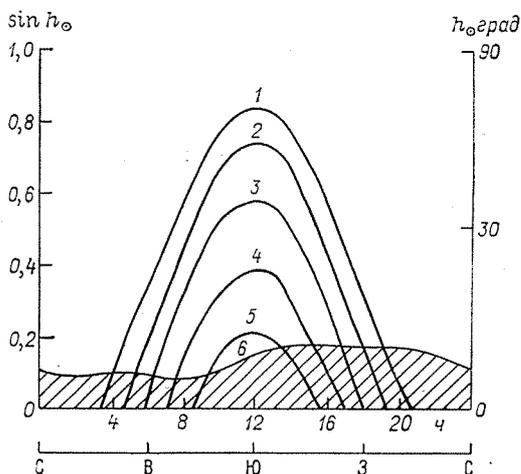


Рис. 12. Суточный ход высоты солнца и график закрытости горизонта.

1 — $\delta = 23^\circ$ (10 июня и 3 июля), 2 — $\delta = 12^\circ$ (22 апреля и 22 августа), 3 — $\delta = 0^\circ$ (21 марта и 23 сентября), 4 — $\delta = -12^\circ$ (25 октября и 17 февраля), 5 — $\delta = -23^\circ$ (11 декабря и 1 января), 6 — график закрытости горизонта.

Таблица 26

Вклад (%) прямой и рассеянной радиации в суммарную (1953—1976 гг.)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
S'/Q	29	40	46	55	55	58	58	54	51	39	32	27
D/Q	71	60	54	45	45	42	42	47	49	61	68	73

Таблица 27

Средний годовой ход прямой радиации [ккал/(мин·см²)] и коэффициента прозрачности (P) при высоте солнца 30° ($m_0 = 2$) (1953—1976 гг.)

Параметр	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
S'	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06	1,08	1,06	1,10	1,11	1,16	1,20	1,16
P	0,756	0,751	0,740	0,736	0,730	0,740	0,732	0,746	0,746	0,764	0,778	0,765

ности соотношение прямой и рассеянной солнечной радиации, а следовательно, и общий приход суммарной радиации может значительно отличаться от средних величин (табл. 28).

Таблица 28

Экстремальные суммы прямой (S') и суммарной (Q) радиации [ккал/(мес·см²)] (1956—1976 гг.)

Месяц	$S'_{\text{макс}}$	Год	$S'_{\text{мин}}$	Год	$Q_{\text{макс}}$	Год	$Q_{\text{мин}}$	Год
I	1,12	1958	0,28	1964	2,50	1958	1,81	1971
II	2,70	1964	1,03	1975	4,96	1964	3,72	1963
III	6,15	1976	2,84	1972	10,08	1976	6,80	1968
IV	8,07	1963	3,87	1972	12,95	1973	8,92	1972
V	9,79	1961	5,96	1969	16,00	1961	12,28	1971
VI	11,38	1963	6,61	1972	17,40	1963	13,56	1972
VII	12,28	1966	6,76	1970	17,63	1966	12,82	1960
VIII	8,10	1966	3,55	1967	14,21	1968	9,86	1969
IX	6,31	1957	1,48	1972	10,10	1957	5,46	1972
X	2,34	1968	0,59	1969	4,74	1973	3,01	1969
XI	1,18	1967	0,23	1963	2,41	1966	1,71	1971
XII	0,70	1974	0,18	1972	1,79	1957	1,33	1964
Год	70,12		33,38		114,77		81,38	

Еще большие изменения наблюдаются в суточных суммах радиации: максимальные суточные суммы прямой солнечной радиации летом могут отличаться от средних в 2,1—2,3 раза, а в декабре в 4 раза (табл. 29).

Таблица 29

Суточные суммы прямой (S') радиации и экстремальные суточные суммы прямой и суммарной (Q) радиации (кал/см²) (1956—1976 гг.)

Месяц	\bar{S}'	$S'_{\text{макс}}$	Год	$Q_{\text{макс}}$	Год	$Q_{\text{мин}}$	Год
I	22	94	1974	141	1957	21	1960
II	59	189	1960	269	1971	25	1969
III	137	345	1957	459	1963	54	1971
IV	218	524	1958	539	1976	51	1969
V	273	640	1959	721	1961	73	1965
VI	319	662	1961	786	1961	98	1971
VII	262	607	1964	718	1960	84	1968
VIII	210	530	1974	628	1962	54	1969
IX	134	426	1956	483	1964	42	1972
X	51	275	1968	308	1972	16	1970
XI	19	170	1958	165	1957	12	1962
XII	14	55	1971	93	1974	12	1961

В июле в Омске максимальная суточная суммарная радиация достигает 718 кал/см², минимальная — 84 кал/см², в то время как в Киеве июльская максимальная величина суммарной радиации не превышает 703 кал/см², а минимум равен 77 кал/см².

Количество поглощенной земной поверхностью радиации определяется как разность между суммарной и отраженной. Величина отраженной радиации зависит от альbedo (отражения) подстилающей поверхности. Значения альbedo для естественных поверхностей существенно различаются (табл. 30).

Летом в среднем отражается 15—20% проходящей радиации. В период со снежным покровом альbedo составляет 60—70%, отражательная способность свежеснежного покрова возрастает до 80—90%. В сумме за год деятельной поверхностью отражается проходящей коротковолновой радиации 26% (см. табл. 7 приложения).

Годовая величина поглощенной радиации в среднем 73 ккал/см². Максимальные и минимальные месячные суммы поглощенной радиации приведены в табл. 31.

В районе Омска в течение большей части года радиационный баланс имеет положительное значение — поверхность земли больше получает тепла, чем отдает его. В сумме за год радиационный баланс равен 33,1 ккал/см², что составляет 35% годового количества суммарной радиации.

Отрицательный баланс наблюдается только с ноября по март. В марте он становится положительным, в апреле — мае отмечается его интенсивный рост, в июне—июле достигает наибольшей величины. Максимальные суммы радиационного баланса в июне — июле составляют 9,6 ккал/(мес·см²), минимальные

Таблица 30
Альbedo естественных поверхностей

Характеристика поверхности	А %
Почва	
чернозем свежеспаханный влажный черного цвета	5
ровная сухая поверхность темно-серого цвета	12—14
песок, ровная сухая поверхность коричневого цвета	19
глинистая	19
серозем светлый	31
лесная темно-серая	17
дерново-подзолистая сухая светло-серого цвета	28
суглинистая светло-серого цвета	25
Снег сухой свежесвыпавший	85—90
плотный сухой чистый	70—80
пропитанный водой, серого цвета	30
Речной лед голубовато-зеленого цвета	35—40
Песчаник	18
Цемент	27
Известняк	50—65
Бетон светлый	30—35
Кирпич красный	
обыкновенный	30
силикатный	48—50
Черепица ярко-красная	42—44
Железо ржавое	25
Рубероид	
светлый	28
черный	14
Стена оштукатуренная	
голубая	73
розовая	62
желтая	57
Асфальт	10—30

Таблица 31
Экстремальные суммы поглощенной радиации B' [ккал/(мес·см²)]
(1958—1976 гг.)

Месяц	B' макс	Год	B' мин	Год
I	0,6	1974	0,3	1976
II	1,5	1962	0,8	1966
III	3,8	1973	2,1	1975
IV	10,8	1976	7,2	1964
V	13,2	1961	10,5	1971
VI	14,4	1969	11,5	1972
VII	14,9	1966	10,3	1960
VIII	11,0	1958	8,4	1969
IX	7,9	1971	4,6	1972
X	4,0	1974	1,9	1961
XI	1,8	1967	0,6	1968
XII	0,6	1967	0,3	1973

в ноябре — феврале достигают — 1,6, — 1,8 ккал/(мес·см²) (табл. 32).

Таблица 32

Экстремальные месячные и суточные значения радиационного баланса B (1958—1976 гг.)

Месяц	B ккал/(мес·см ²)				B ккал/(сут·см ²)			
	$B_{\text{макс}}$	год	$B_{\text{мин}}$	год	$B_{\text{макс}}$	год	$B_{\text{мин}}$	год
I	—0,85	1976	—1,64	1973	46	1976	—102	1971
II	—0,31	1963	—1,59	1973	56	1958	—116	1973
III	1,65	1962	—1,34	1969	227	1961	—104	1964
IV	6,24	1963	3,05	1964	338	1960	—126	1964
V	8,71	1961	6,53	1969	427	1962	9	1975
VI	9,65	1969	6,70	1972	455	1971	18	1971
VII	9,63	1966	6,36	1973	431	1964	6	1968
VIII	6,86	1968	4,61	1974	359	1963	0	1969
IX	4,01	1975	1,93	1972	287	1963	—43	1967
X	1,32	1975	—0,17	1976	126	1974	—58	1973
XI	—0,44	1959	—1,57	1973	28	1967	—113	1974
XII	—0,58	1960	—1,75	1967	36	1965	—115	1971
Год	45,89		21,12					

В осенние и весенние месяцы отдельных лет, в зависимости от продолжительности периода залегания снежного покрова, может быть сдвиг времени перехода радиационного баланса через нуль.

В течение суток переход значений радиационного баланса от отрицательных к положительным отмечается после восхода солнца (при высоте солнца около 7°) и от положительных к отрицательным — перед заходом солнца (при высоте солнца 9—10°). Интенсивность радиационного баланса ночью зимой при ясном небе, т. е. при условиях наиболее благоприятных для выхолаживания, составляет — 0,04—0,06 ккал/(мин·см²). Летом интенсивность радиационного баланса ночью при ясном небе несколько ниже [—0,08 ккал/(мин·см²)], что вызвано большим нагревом деятельной поверхности (см. табл. 8 приложения).

Относительная величина радиационного баланса поверхности, покрытой травой, по сравнению с общим приходом (суммарной радиацией) с мая по сентябрь колеблется от 40 до 53% (табл. 33).

Таблица 33

Отношение (%) месячных сумм радиационного баланса и суммарной радиации

V	VI	VII	VIII	IX
52	52	53	49	39

3.2. Освещенность и радиация на вертикальные поверхности

Освещенность горизонтальной поверхности. Естественная освещенность любой поверхности определяется астрофизическими (положение солнца на небосводе) и геофизическими (облачность, прозрачность атмосферы и альbedo подстилающей поверхности) факторами.

Естественная освещенность горизонтальной поверхности¹ суммарным светом при наличии солнца складывается из освещенности прямыми лучами солнца и рассеянным светом атмосферы: $E_Q = E_S + E_D$. При пасмурной погоде суммарная освещенность равна рассеянной: $E_Q = E_D$.

Освещенность может изменяться в широких пределах — от 0 при восходе и заходе солнца до 110 тыс. лк при максимальной его высоте. Наибольшая суммарная освещенность отмечается в июне—июле. В этот период происходит наиболее интенсивное накопление растениями органического вещества.

Доля рассеянной освещенности в весенне-летний период составляет 45—58%. В холодное время года суммарная освещенность почти полностью определяется рассеянным светом (табл. 34). Чем ниже высота солнца над горизонтом, тем боль-

Таблица 34

Средние месячные суммы суммарной и рассеянной освещенности горизонтальной поверхности и доля рассеянной освещенности (1956—1974 гг.)

Параметр	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средние месячные суммы, тыс. лк · 10 ⁴												
E_Q	11	26	50	74	99	110	106	80	52	26	12	6
E_D	8	18	29	37	48	49	48	43	28	12	10	5
Доля рассеянной освещенности, %												
E_D/E_Q	73	69	58	50	48	45	45	54	54	46	83	83

ший вклад в суммарную освещенность вносит рассеянная. Пыльная завеса над городом, образующаяся в результате усиленного выброса в воздух различных загрязнений, уменьшает величину естественной освещенности. В связи с этим уличное освещение в Омске приходится включать значительно раньше, а выключать значительно позже, чем в небольших городах и окрестных деревнях.

¹ За единицу освещенности поверхности принимается люкс (лк). Это освещенность, которую создает световой поток в 1 люмен (лм) при равномерном его распределении на площадь 1 м².

Переходное время от момента захода солнца до ночной темноты ($h_{\odot} = -18^{\circ}$) или, наоборот, от темноты до восхода солнца называется вечерними или утренними сумерками. Это астрономические сумерки. Более светлая часть сумерек (до $h_{\odot} = 7^{\circ}$), допускающая свободное чтение, называется гражданскими сумерками. Сумерки сопровождаются явлениями зари.

Радиация, поступающая на стены зданий. При рассмотрении задач, связанных как с градостроительством, так и с сооружением отдельных домов, необходимо знать количество солнечной радиации, приходящей к стенам зданий различной ориентации. Это помогает наиболее правильно расположить дома, что способствует благоприятному облучению помещений солнечными лучами, соблюсти необходимую дистанцию между домами, уменьшив тем самым взаимное их затенение, выбрать оптимальные размеры оконных проемов и т. д. Для детального расчета могут служить данные, характеризующие начало, конец и продолжительность солнечного сияния в Омске различно ориентированных поверхностей для каждого месяца (см. табл. 9, 11 приложения).

Начало и конец облучения стен зданий определяют лишь возможную продолжительность солнечного сияния (см. табл. 12 приложения). Действительная продолжительность зависит еще и от условий облачности и не превышает 74% возможной (табл. 35).

Таблица 35

Отношение (%) действительной продолжительности солнечного сияния к возможной для стен разной ориентации

Ориентация стен	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
С	—	—	—	14	42	45	41	40	6	—	—	—
В	30	41	51	58	58	62	60	53	49	29	26	23
Ю	34	45	53	71	67	74	68	60	54	30	28	27
З	38	49	55	60	59	60	54	54	49	30	30	31

Стены зданий различной ориентации нагреваются по-разному в зависимости от прихода прямой солнечной радиации (см. табл. 10 приложения).

Вертикальная поверхность, обращенная к югу, получает зимой и в переходные сезоны больше прямой радиации, чем горизонтальная. Дополнительное нагревание сооружений, обращенных к югу, в холодный сезон является благоприятным фактором. Летом, когда стоит теплая погода, стена, обращенная к югу, получает радиации значительно меньше, чем горизонтальная поверхность, что также является положительным фактором для Омска.

Стены, обращенные к северу, с сентября по март совсем не облучаются, а с апреля по август получают от прямых солнечных лучей наименьшее количество тепла.

Стены, обращенные на восток и запад, с октября по февраль получают прямой солнечной радиации почти столько же, сколько горизонтальная поверхность. С мая по июль стены этих ориентаций имеют большее количество тепла, чем южные, (рис. 13).

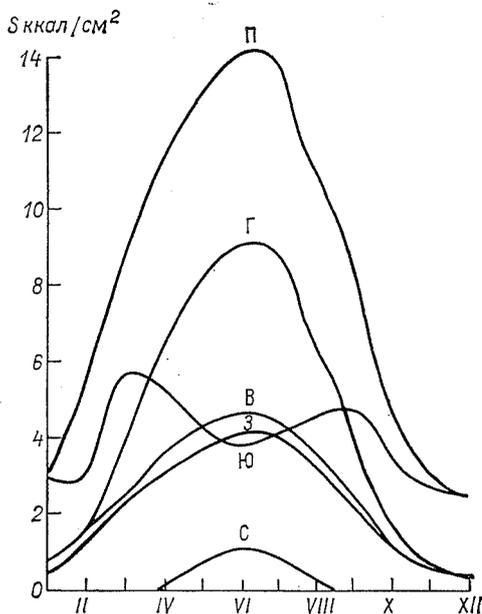


Рис. 13. Годовой ход прямой солнечной радиации, поступающей на стены зданий различной ориентации (С, В, Ю, З), перпендикулярную (П) и горизонтальную (Г) поверхности.

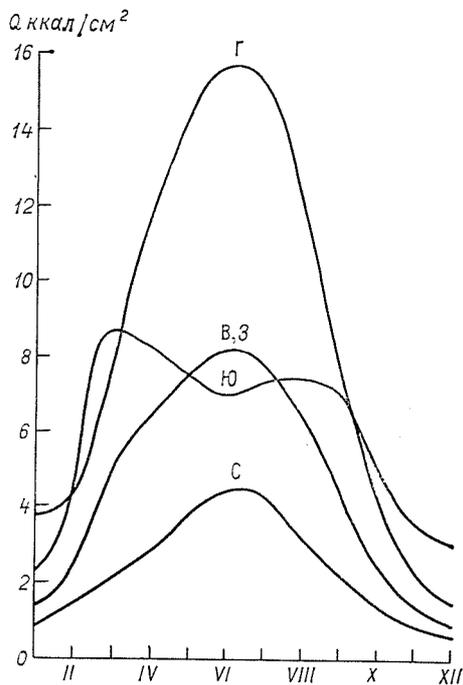


Рис. 14. Годовой ход суммарной радиации, поступающей на стены зданий различной ориентации (С, В, Ю, З) и горизонтальную (Г) поверхность.

В зависимости от угла наклона приемной поверхности изменяется приход прямой солнечной радиации, который будет наибольшим в июне для южных склонов с $\alpha \approx 20^\circ$ (табл. 36).

Поверхность южной ориентации, имеющая наклон ($\alpha = 20^\circ$), получает большее количество прямой радиации, чем горизонтальная поверхность и поверхности других ориентаций. На восточные и западные поверхности поступает почти такое же количество радиации, что и на горизонтальную поверхность (табл. 37).

Значения суммарной радиации, приходящей к неодинаково ориентированным поверхностям, различны в основном за счет прямой солнечной радиации (рис. 14).

Таблица 36

Углы южных склонов (...°...'), наиболее обогреваемые прямой солнечной радиацией на 15-е число месяца

Месяц	Коэффициент прозрачности атмосферы			
	0,6	0,7	0,8	0,9
I	78 14	78 16	78 17	78 17
II	70 05	70 06	70 10	70 11
III	58 09	58 10	58 11	58 12
IV	42 08	41 57	41 48	41 39
V	28 21	27 49	27 22	26 57
VI	20 45	19 48	18 56	18 16
VII	23 28	22 41	22 01	21 27
VIII	34 57	34 39	34 22	34 05
IX	50 31	50 29	50 28	50 27
X	64 52	64 54	64 56	64 57
XI	75 23	75 24	75 26	75 27
XII	80 01	80 02	80 02	80 04

Таблица 37

Прямая солнечная радиация [ккал/(мес·см²)] на наклонную поверхность ($\alpha = 20^\circ$) (1953—1976 гг.)

Ориентация поверхности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Горизонтальная поверхность	0,61	1,71	3,84	6,30	7,94	9,09	8,95	6,42	4,05	1,64	0,67	0,40
С	—	0,17	1,46	4,03	6,19	7,45	7,34	4,56	2,06	0,36	—	—1
В	0,57	1,64	3,61	6,11	7,70	8,82	8,77	6,29	4,01	1,61	0,65	0,41
Ю	1,60	3,38	5,76	7,81	8,97	9,54	9,57	7,57	5,54	2,77	1,51	1,20
З	0,66	1,71	3,80	5,92	7,46	8,46	8,23	6,04	3,82	1,61	0,70	0,45

Солнце обогревает в городе не только горизонтальную поверхность, но и поверхность стен, что приводит к перераспределению солнечной радиации за счет увеличения «приемных» поверхностей и многократного отражения от сооружений из камня, металла, стекла, имеющих различные теплофизические свойства. Вследствие этого изменяется термический режим, а вместе с ним и режим относительной влажности в городе.

4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

4.1. Температура воздуха

Температура характеризует одно из основных физических свойств воздушной массы и является важнейшим элементом погоды и климата.

Тепловая энергия обуславливает разнообразие метеорологических явлений и лежит в основе всех метеорологических процессов.

Температура воздуха испытывает большие колебания из года в год, от месяца к месяцу и также в течение суток (рис. 15).

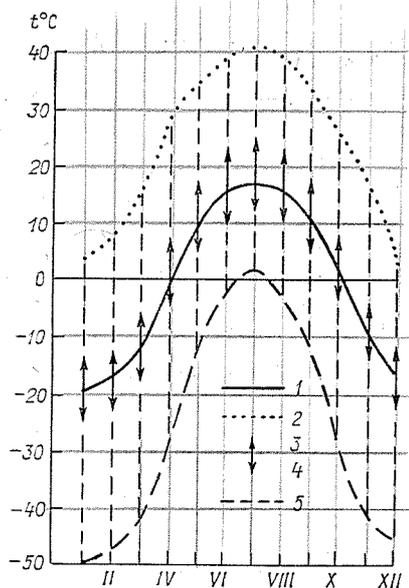


Рис. 15. Годовой ход температуры воздуха.

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

Зимой суточные колебания сглажены, но в теплый период резко выражены. Суточные амплитуды (разность между суточным максимумом и минимумом температуры) менее 1°C встречаются только в осенне-зимний период. Наиболее часто повторяются в этот период суточные амплитуды $4\text{--}7^{\circ}\text{C}$, в весенне-летний период $10\text{--}13^{\circ}\text{C}$. Суточная амплитуда изредка (0,1% лет) и в основном зимой может достигать 28°C , летом не превышает 24°C .

Самая низкая температура воздуха обычно бывает утром перед восходом солнца, а самая высокая — часа через 2—3 после полудня (см. табл. 15 приложения). Наибольшие амплитуды наблюдаются при ясном небе (табл. 38).

Междусуточная изменчивость (разность средних суточных температур от одного дня к другому) в зимние месяцы в

Таблица 38

Средняя суточная амплитуда (°С) температуры воздуха при различном состоянии неба и вне зависимости от его состояния (по нижней облачности) (1930—1960 гг.)

Состояние неба	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ясно	8,0	10,2	12,5	12,9	16,1	16,6	15,8	15,8	16,5	14,0	9,1	7,8
Полу-ясно	9,5	10,1	10,7	10,5	14,2	14,0	13,0	12,8	12,5	9,8	9,1	9,4
Пасмурно	8,3	8,3	8,0	8,1	11,1	10,6	9,4	9,1	8,5	6,1	6,3	7,7
Вне зависимости от состояния неба	8,9	9,6	10,1	10,0	13,4	13,4	12,1	12,1	11,4	8,2	7,7	8,5

1,5—2 раза больше, чем в летние (летом не превышает 2—3°С, а зимой увеличивается до 4—5°С). В декабре — январе изменение температуры от суток к суткам может достигать 18°С, а летом 12—14°С, но такие крайние величины встречаются очень редко (0,1—0,3% лет). Наибольшая повторяемость междусуточной изменчивости наблюдается в пределах 1—2°С, причем в холодный период наиболее часты отклонения в сторону понижения температуры, в теплый — в сторону ее повышения (табл. 39).

Таблица 39

Междусуточная изменчивость (°С) температуры воздуха (1956—1976 гг.)

Месяц	$\bar{\Delta t}$	$\Delta t_{\text{наиб}}$	Месяц	$\bar{\Delta t}$	$\Delta t_{\text{наиб}}$
I	4,1	19,9	VII	1,9	7,5
II	3,9	24,3	VIII	2,1	13,3
III	3,4	18,6	IX	2,3	10,8
IV	2,3	16,5	X	2,3	10,9
V	3,1	14,7	XI	3,7	14,8
VI	2,6	11,7	XII	4,4	24,2
			Год	3,0	24,3

Средняя годовая температура в городе равна нулю (см. табл. 14 приложения). Отклонения от средней возможны в любую сторону: самая низкая годовая температура (—1,5°С) наблюдалась в 1941 г., а самая высокая (+2,8°С) — в 1962 г. Также велика изменчивость средних месячных температур, особенно зимних. Так, например, в январе 1969 г. средняя месячная температура воздуха была —30,7°С (как в Арктике), а в январе 1948 г. — всего лишь —11,3°С. Повторяемость таких крайних значений невелика, не более 1%. Чаще всего средняя месячная температура воздуха в январе составляет —16...—21°С.

Несколько меньше изменчивость средних месячных температур летом и в начале осени (табл. 40).

Таблица 40

Колебания средней месячной температуры воздуха (°С) (1888—1975 гг.)

Температура	I	II	III	IV	V	VI	
Средняя месячная (норма)	-19,2	-17,8	-11,8	1,3	10,7	16,6	
Самого холодного месяца	-30,7	-25,2	-20,0	-4,8	6,1	13,1	
Самого теплого месяца	-11,3	-10,5	-2,9	8,2	15,4	21,5	
Температура	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя месячная (норма)	18,3	15,9	10,4	1,4	-8,9	-16,5	0,0
Самого холодного месяца	14,3	12,3	6,7	-4,6	-19,3	-26,3	-1,5
Самого теплого месяца	22,4	20,1	14,8	6,6	-2,5	-7,9	2,8

На рис. 15, кроме средних температур, вертикальными линиями показаны также средние максимальные и минимальные температуры и их экстремальные значения. В особо холодные зимы абсолютный минимум в январе — феврале может достигать -49°C . Морозы -45°C и ниже случаются в среднем один раз в 10 лет, так же как и абсолютный минимум -35°C и выше (рис. 16).

Январь — самый холодный месяц в году. Колебания абсолютных температур в январе возможны в пределах 53°C (от $+4$ до -49°C), а в июле, самом теплом месяце — в пределах 40°C (от 1 до 41°C) (см. табл. 14 приложения).

Наибольшая изменчивость температуры зимой и весной связана с усилением влияния атмосферной циркуляции, когда происходит более частая смена воздушных масс, увеличивающая пределы колебаний температуры. Летнее уменьшение изменчивости температуры связано с ослаблением циклонической деятельности и про-

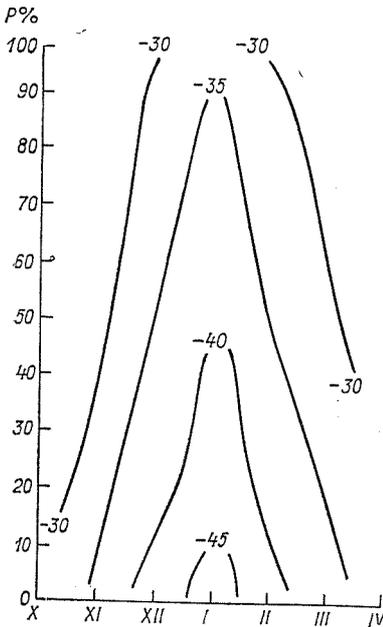


Рис. 16. Абсолютный минимум температуры воздуха различной обеспеченности (%) ниже указанных пределов зимой.

греванием воздуха. Температура становится более однородной, и пределы колебаний уменьшаются. В течение большей части года отрицательные отклонения преобладают над положительными, лишь только летом положительные отклонения больше отрицательных. Это говорит о том, что осенью, весной и особенно зимой температура чаще может понижаться, чем повышаться.

Для характеристики термического режима суток или отдельных дней месяца удобно пользоваться номограммами (рис. 17, 18), где на вертикальной оси показаны средние ежедневные (ежечасные) значения за период (1953—1976 гг.), по горизонтальной — фактические значения температуры, которые встречались в ограниченные дни. Поле номограмм занято линиями

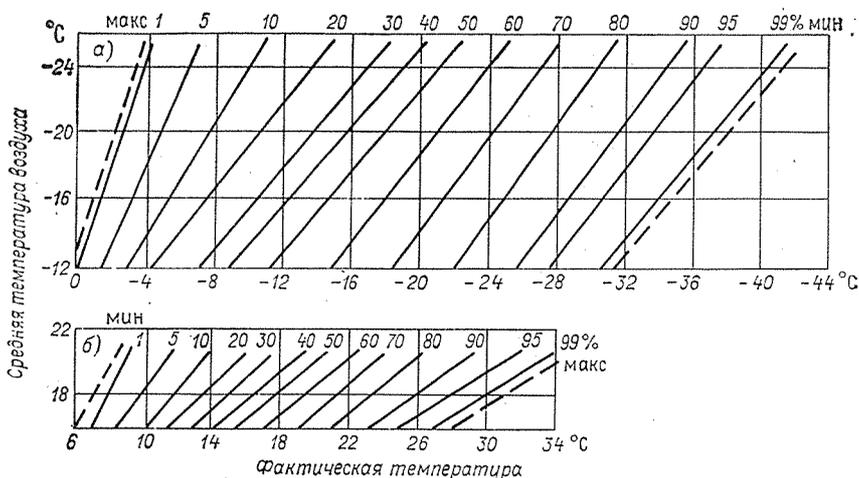


Рис. 17. Номограмма для расчета ежедневных температур воздуха различной обеспеченности (%).

а — январь, б — июль.

обеспеченностей от 5 до 99%. Имея только средние температуры по дням (срокам), можно легко по номограмме вычислить характеристики температуры любой обеспеченности. Например, при средней температуре 10 января —18,1°C (рис. 17) температура обеспеченностью 1% будет —1,8°C, т. е. температура —1,8°C и выше может повториться не чаще, чем один раз в 100 лет. Можно проследить и пределы колебания температуры (крайние пунктирные линии) и даже получить характеристику продолжительности.

В течение года температура воздуха испытывает большие колебания — годовая амплитуда превышает 37°C. Температура от месяца к месяцу меняется резко, особенно в переходные пе-

риоды. Повышение температуры весной происходит очень интенсивно. Если при переходе от января к февралю температура повышается всего на $1,4^{\circ}\text{C}$, то изменение средней месячной температуры от марта к апрелю составляет уже 13°C , от апреля к маю 9°C . Апрель — первый месяц после зимы с положительной температурой ($1,3^{\circ}\text{C}$). От декады к декаде температура

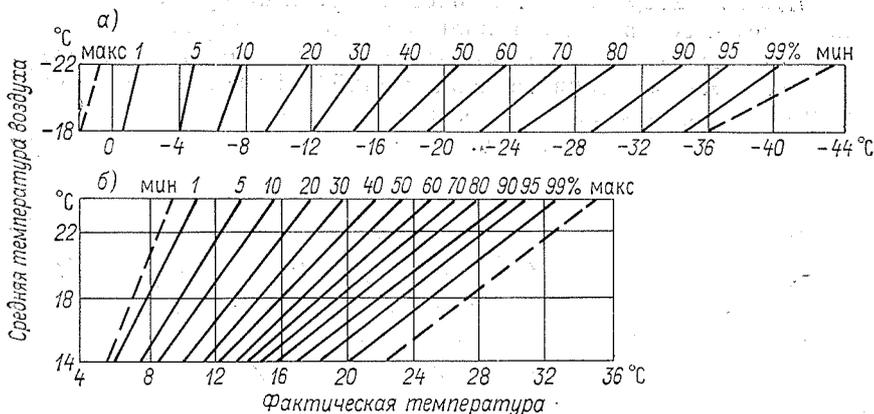


Рис. 18. Номограмма для расчета ежечасных температур воздуха различной обеспеченности (%).

а — январь, б — июль.

повышается на $3-4^{\circ}\text{C}$. Повышение температуры продолжается до июля, но уже не так интенсивно, от июня к июлю — всего только на $1,7^{\circ}\text{C}$.

В первых числах июня происходит переход средней суточной температуры через 15°C . Но для Омска не будет большой неожиданностью и заморозок в июне. Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 20°C в Омске отсутствует. Июль — самый теплый месяц года, в 59% лет средняя суточная температура наблюдается в пределах $19-21^{\circ}\text{C}$. Отклонения от средней случаются в больших пределах: от 23 (1952 г.) до 14°C (1934 г.); абсолютный максимум температуры воздуха может достигать $40-41^{\circ}\text{C}$, а абсолютный минимум понижаться до $1-3^{\circ}\text{C}$. Ежегодно летом бывает жаркая погода, когда максимальная температура превышает 35°C . С августа начинается медленное понижение температуры воздуха с постепенным нарастанием интенсивности понижения к осени, когда происходит перестройка термического режима на зимний. 25 октября осуществляется переход средней суточной температуры через 0°C к отрицательным значениям. Первые заморозки в воздухе в Омске наступают в среднем во второй декаде сентября, а с вероятностью не более 5% могут наблюдаться и в августе (табл. 41). Наибольшее понижение температуры наблюдается

Таблица 41

Даты первого и последнего заморозка и продолжительность безморозного периода в воздухе различной вероятности (1930—1975 гг.)

Дата		Вероятность, %							Самая поздняя дата
средняя	самая ранняя	5	10	25	50	75	90	95	
Первый заморозок									
16 IX	22 VIII (1936)	27 VIII	1 IX	8 IX	16 IX	24 IX	1 X	6 X	6 X (1945, 1965)
Последний заморозок									
23 V	1 V (1962)	8 VI	5 VI	29 V	23 V	17 V	10 V	6 V	12 VI (1933)
Продолжительность безморозного периода (дни)									
115	145 (1945, 1950)	141	134	124	114	103	88	78	87 (1935)

от октября к ноябрю — на 10—11°C. Но осеннее понижение температуры несколько менее интенсивно, чем ее весеннее повышение. Ноябрь — первый месяц со средней суточной температурой ниже нуля (—9,3°C). Весь период со средней температурой ниже нуля длится 175 дней. В табл. 42 приведены даты начала и конца отопительного сезона и его продолжительность.

Таблица 42

Даты начала и конца отопительного сезона и его продолжительность (дни) различной вероятности (1930—1976 гг.)

	Средняя дата	Поздняя дата	Вероятность, %							Ранняя дата
			5	10	25	50	75	90	95	
Дата начала	1 X	10 X	8 X	6 X	2 X	28 IX	21 IX	15 IX	10 IX	6 IX
Дата конца	4 V	25 V	21 V	17 V	11 V	4 V	27 IV	20 IV	17 IV	15 IV
Продолжительность	220	249	244	239	231	221	211	204	199	197

Все сказанное выше о температуре воздуха относится к слою воздуха на высоте двух метров от поверхности земли, в более низких припочвенных слоях температура воздуха может значительно отличаться. Атмосфера поглощает только незначительную часть солнечной энергии, основная же часть энергии поглощается почвой, повышая ее температуру. Например, летом в дневные часы нижние слои воздуха нагреты сильнее, так как нагревание воздуха идет снизу от поверхности земли, а в ночное время, особенно при отсутствии ветра, распределение температуры будет обратным. Неслучайно в нижних слоях воздуха и на поверхности почвы весной и осенью заморозки наблюдаются

большей силы и заканчиваются весной позже, а осенью начинаются раньше.

Даты наступления температур различной вероятности, различные характеристики суточной и ежедневной температуры, а также сочетаний температуры воздуха, скорости и направления ветра приведены в табл. 16—25 приложения.

4.2. Температура почвы

На температурный режим почвы оказывает влияние большее количество факторов, чем на температуру воздуха, а именно: микрорельеф, экспозиция, физический и механический состав почвы, влажность, степень защищенности растительным покровом летом, снежным зимой и т. п. Все же связь между температурой поверхности почвы и температурой воздуха довольно тесная (см. табл. 14,26 приложения). В зимнее время средняя месячная температура поверхности почвы очень мало отличается от средней температуры воздуха, разность составляет не более -1°C (температура поверхности почвы ниже), в летнее время разность достигает $3-5^{\circ}\text{C}$ (температура поверхности почвы выше). Уже в апреле, после схода снежного покрова, верхние слои почвы прогреваются быстрее воздуха и температура их становится на $1-3^{\circ}\text{C}$ выше температуры воздуха. Разности же между средним максимумом температуры поверхности почвы (характеризует дневную температуру поверхности почвы) и воздуха в летнее время достигают $8-17^{\circ}\text{C}$. В дневные часы летом поверхность почвы может прогреваться очень сильно — до $45-50^{\circ}\text{C}$, а при суховеях — до $60-64^{\circ}\text{C}$ (июнь 1949 г.); в то же время абсолютный минимум в июне и августе понижается до $-2, -4^{\circ}\text{C}$, в июле приближается к 0°C .

Колебания температуры почвы с глубиной уменьшаются, и температура становится более устойчивой, амплитуда колебаний даже на небольших глубинах в почве значительно меньше, чем в воздухе (табл. 43).

Таблица 43

Амплитуда колебаний температуры в воздухе и почве на разных глубинах (1933—1976 гг.)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
В воздухе	53	56	58	56	48	43	40	42	45	55	57	49
На поверхности почвы	53	58	63	72	71	68	63	60	55	60	59	49
На глубине, см												
20	12	10	11	17	24	25	17	18	19	16	23	14
40	10	10	12	14	19	13	11	10	12	12	19	12
80	7	7	6	7	10	11	8	5	8	9	9	8
160	3	3	3	3	5	10	8	4	4	6	4	5

Годовой ход температуры почвы отличен от годового хода температуры воздуха. Наибольшая изменчивость наблюдается не зимой, как температура воздуха, а в теплый период, причем сезоны с глубиной сдвигаются по времени (рис. 19).

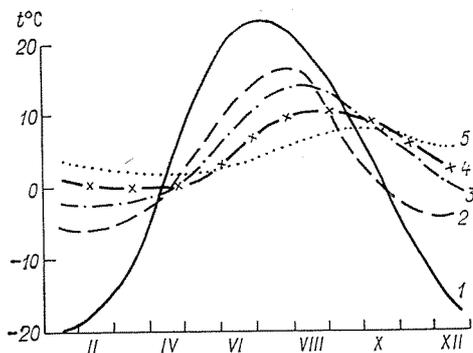


Рис. 19. Годовой ход температуры поверхности почвы и на глубинах.
1 — поверхность почвы, 2 — 40 см, 3 — 80 см, 4 — 160 см, 5 — 320 см.

Наибольшее повышение температуры до глубины 40 см наблюдается от апреля к маю (в воздухе — от марта к апрелю). Такой ход обусловлен процессами замерзания и оттаивания почвы и изменением ее влагосодержания. Влияние влажности почвы сказывается на значительном понижении температуры с глубиной в летнее время и в сохранении более высоких температур зимой. Таким образом, зимой температура почвы с глубиной возрастает, а летом — убывает. На глубине 40 см наиболее высокая температура наблюдается в июле, на глубине 80 см — в августе, на глубине 2 м — в сентябре, на глубине более 3 м — в октябре, причем с 2 м и ниже в течение всего года средняя месячная температура положительная. Аналогичный сдвиг с глубиной наблюдается и в наступлении минимальных температур. Если в воздухе и на глубине до 20 см самая низкая температура наблюдается в январе, то на глубине 80 см — в феврале, на глубине 2 м — в апреле и на глубине свыше 3 м — в мае (см. табл. 26 приложения).

Суточные колебания с глубиной уменьшаются и на нижней границе слоя до 1 м практически затухают совсем, но ежегодная изменчивость температуры еще значительная. При средней месячной температуре $-1,8^{\circ}\text{C}$ в январе на глубине 80 см один раз в 50 лет возможна самая низкая средняя месячная температура $-3,5^{\circ}\text{C}$ и самая высокая $-0,1^{\circ}\text{C}$; один раз в 10 лет самая низкая $-2,9^{\circ}\text{C}$ и самая высокая $-0,9^{\circ}\text{C}$.

Заморозки на поверхности почвы обычно наблюдаются гораздо чаще и интенсивнее, чем в воздухе, причем осенью приходятся на более ранние даты, а весной — на более поздние. Безморозный период значительно короче, чем в воздухе (табл. 44).

Таблица 44

Обеспеченность (%) первого и последнего заморозка и продолжительность безморозного периода на поверхности почвы (1948—1972 гг.)

Средняя дата	Наблюденная		Обеспеченность, %											Наблюденная	
	ранняя дата	год	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	поздняя дата	год

Первый заморозок (осенний)

9 IX | 18 VIII | 1946 | 24 VIII | 27 VIII | 1 IX | 4 IX | 7 IX | 9 IX | 12 IX | 16 IX | 20 IX | 27 IX | 3 X | 4 X | 1950

Последний заморозок (весенний)

31 V | 3 V | 1962 | 8 VI | 13 VI | 18 VI | 5 VI | 2 VI | 30 V | 27 V | 24 V | 20 V | 13 V | 4 V | 19 VI | 1953

Продолжительность безморозного периода (дни)

100 | 135 | 1952 | 134 | 127 | 117 | 110 | 105 | 100 | 97 | 93 | 90 | 86 | 83 | 84 | 1948, 1970

Отрицательные температуры в верхних слоях почвы (до 40 см) чаще всего отмечаются с октября—ноября, заметно возрастают в декабре, прекращаются в апреле—мае.

Средняя и крайние даты первого заморозка обычно с глубиной запаздывают, так как охлаждение осенью происходит постепенно с поверхности в глубь почвы и тем больше, чем меньше ее теплопроводность. Даты последнего мороза весной могут и не запаздывать, так как нагревание почвы весной происходит не только сверху, но и снизу. Средняя продолжительность безморозного периода с глубиной увеличивается (табл. 45).

Таблица 45

Даты первого и последнего заморозка в почве и продолжительность τ безморозного периода (под естественным покровом) (1933—1962 гг.)

Глубина, см	Дата заморозка						τ дни
	последнего			первого			
	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя	
Поверхность почвы	31 V	3 V	19 VI	9 IX	24 VIII	4 X	100
40	18 IV	5 IV	28 IV	19 XI	5 XI	12 XII	214
50	19 IV	5 IV	29 IV	26 XI	13 XI	13 XII	220
80	24 IV	7 IV	4 V	11 XII	16 XI	1 I	230
100	30 IV	10 IV	10 V	28 XII	28 XI	23 I	241
160	18 V	11 IV	6 VI	25 II	25 I	11 IV	282

Зимой в Омске на продолжительность безморозного периода, как и на глубину проникновения 0 °С в почву и глубину промерзания, особенно большое влияние оказывает высота снежного покрова, характер его залегания и даже время его установления. Под оголенной (от снега) поверхностью глубина промерзания (и проникновения 0 °С) значительно больше, чем под поверхностью, покрытой снежным покровом; в многоснежную зиму меньше, чем в малоснежную. Например, зима 1968-69 г. была самой холодной за последние 45 лет, но многоснежной, и глубина промерзания за эту зиму не была максимальной (табл. 46, 47).

Таблица 46

Глубина (см) промерзания почвы (1950—1976 гг.)

XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	Из максимальных за зиму		
								средняя	наименьшая	наибольшая
8	56	100	131	154	143	91	•	173	131 (1952)	275 (1970)

Таблица 47

Глубина z (см) проникновения 0 °С в почву (1933—1974 гг.)

Месяц	\bar{z}	$z_{\text{наиб}}$	$z_{\text{наим}}$	Месяц	\bar{z}	$z_{\text{наиб}}$	$z_{\text{наим}}$
X	•	26	0	III	171	212	133
XI	67	105	0	IV	172	212	130
XII	107	144	76	V	121	220	0
I	138	160	105	VI	•	200	0
II	158	190	120				

Снежный покров высотой менее 20 см в районе Омска не является надежной защитой от промерзания почвы.

Глубина проникновения 0 °С в почву (строители чаще называют «глубиной нулевой изотермы») определяет глубину слоя почвы с отрицательными температурами, часто не совпадает с глубиной промерзания, так как замерзание почвы, в зависимости от содержания в ней растворов солей и других примесей, происходит при температурах ниже 0 °С (табл. 48).

Естественно, глубина проникновения 0 °С в почву больше глубины промерзания, но так как часто высоты снежного покрова на метеорологической площадке, где установлены почвенные термометры, и в поле, где обычно производится измерение глубины промерзания, существенно различаются, то указанная закономерность на первый взгляд как будто нарушается (табл. 49).

5. РЕЖИМ АТМОСФЕРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

5.1. Влажность воздуха

Влажность воздуха характеризует количество водяного пара, содержащегося в воздухе, который поступает в атмосферу с водной поверхности (с поверхности морей, океанов, озер, рек), растительного покрова и поверхности почвы. С влажностью воздуха теснейшим образом связаны процессы испарения, образования туманов и облаков, выпадения осадков, осаждения росы, инея, образования гололедно-изморозевых отложений.

О влажности можно судить по количеству водяного пара, содержащегося в атмосфере, — абсолютная влажность, или упругость водяного пара (e), измеряется в миллибарах или миллиметрах ртутного столба¹; по степени насыщенности воздуха водяным паром — относительная влажность (f), выражается процентным отношением фактической упругости водяного пара, содержащегося в воздухе (e), к упругости насыщающего водяного пара E при той же температуре ($f = \frac{e}{E} \cdot 100\%$), и, наконец, по дефициту влажности, представляющему собой разность (в мбар) между упругостью насыщающего пара и действительной его упругостью при данных температуре и давлении ($D = E - e$).

Влажность воздуха имеет ярко выраженный годовой ход.

Упругость водяного пара (абсолютная влажность) изменяется в течение года параллельно ходу температуры воздуха. Наибольших значений она достигает летом (в июле превышает 14 мбар), наименьших — зимой (в январе наблюдается минимум 1,3 мбар), так как чем выше температура, тем больше водяных паров может содержаться в воздухе. С марта начинается ее рост, который особенно интенсивен от мая к июлю. К августу влагосодержание начинает падать (на 1,5 мбар), особенно интенсивно убывает от октября к декабрю, около 4 мбар (табл. 51).

¹ Иначе абсолютную влажность можно охарактеризовать как плотность водяного пара в воздухе, выраженную числом граммов водяного пара в 1 м³ воздуха.

Таблица 51

Средняя месячная и годовая упругость водяного пара (мбар)
(1936—1960 гг.)

Месяц	\bar{e}	$e_{\text{наиб}}$	Год	$e_{\text{наим}}$	Год
I	1,3	2,4	1949	0,7	1940
II	1,5	2,8	1946	0,7	1951
III	2,5	4,2	1944	1,6	1960
IV	5,2	6,4	1943	4,0	1963, 1964
V	7,1	9,4	1943	4,7	1936
VI	11,1	13,3	1942	8,8	1963
VII	14,3	16,7	1951	12,1	1936
VIII	12,8	14,8	1957	10,9	1944
IX	8,9	10,8	1950	7,1	1933
X	5,4	6,3	> 2 лет	4,4	1960
XI	3,0	4,3	1938	1,4	1953
XII	1,8	2,8	1951	1,1	1954
Год	6,2	16,7	1951	0,7	1940, 1951

Суточный ход упругости водяного пара зимой выражен слабо, амплитуда 0,2—0,4 мбар. Наиболее отчетливо он выражен летом, обычно наблюдается два максимума (один вечером, второй утром) и два минимума (перед восходом солнца и днем). Суточная амплитуда более 1 мбар.

Дефицит влажности в зимний период (декабрь—февраль) в соответствии с высокой относительной влажностью и низкой температурой является минимальным (среднее значение 0,3 мбар). Начиная с марта его значение увеличивается и в июне достигает максимума — 9,7 мбар (табл. 52).

Таблица 52

Средний месячный и годовая дефицит влажности (мбар)
(1936—1960 гг.)

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

В суточном ходе дефицит влажности наибольших значений достигает в послеполуденное время, наименьших — ночью, перед восходом солнца.

Суточный ход хорошо выражен в теплое время года, суточная амплитуда достигает 12 мбар, зимой она незначительна (см. табл. 28 приложения).

Относительная влажность. Для практики большой интерес представляет относительная влажность. По сочетанию темпера-

туры и относительной влажности можно решить целый ряд отраслевых задач: технических, строительных, условий комфорта для человека и т. д. Содержание влаги в воздухе важно знать и инженеру при оценке работы технических изделий и сооружений, и хозяйственнику, отвечающему за сохранность оборудования или продуктов, и хирургу, готовящемуся к операции, и для многих других производственных и бытовых целей.

В повседневной жизни мы часто оценкой «жарко» или «душно» отличаем сухой воздух от влажного. Наши ощущения зависят от содержания в воздухе водяных паров и не столько от абсолютного, сколько от относительного содержания водяного пара в воздухе, поскольку при высокой относительной влажности затруднена терморегуляция испарения. Например, при температуре воздуха выше 20°C и неизменной абсолютной влажности 18,8 мбар относительная влажность может быть очень низкой и ощущение духоты отсутствует. Вот почему одна и та же температура, например 25°C, по-разному переносится в Ленинграде и Омске. По этой же причине в сырую осень часто еще при достаточно высокой температуре воздуха приходится протапливать помещения, чтобы создать в квартирах благоприятную относительную влажность.

В течение года относительная влажность меняется в широких пределах и находится в обратной зависимости от температуры воздуха. Наибольших значений (80%) она достигает зимой, наименьших (54%) — летом (табл. 53).

Таблица 53

Средняя месячная и годовая относительная влажность f (%)
(1936—1960 гг.)

Месяц	\bar{f}	$f_{\text{наиб}}$	Год	$f_{\text{наим}}$	Год	Месяц	\bar{f}	$f_{\text{наиб}}$	Год	$f_{\text{наим}}$	Год
I	80	88	1937	71	1936	VIII	72	82	1947	61	1952
II	79	87	1946	72	1951	IX	71	84	1949	54	1951
III	80	86	1940	74	1964	X	76	82	1944	64	1955
IV	71	83	1941	55	1951	XI	82	88	1947	76	1965
V	54	64	1971	44	1963	XII	82	92	1936	73	1947
VI	59	70	1946	39	1955	Год	73	92	1936	39	1955
VII	68	80	1938	55	1952						

В отдельные годы отклонения средних месячных значений от нормы могут быть значительными, до 20% (летом). Диапазон колебаний в течение месяца в теплое время года велик — от 10 до 100%, в холодное время — от 40 до 100%. Средняя относительная влажность совпадает с влажностью 50%-ной обеспеченности. Амплитуда крайних значений обеспеченности (5 и 95%) велика в весенне-летний период (табл. 54).

Таблица 54

Относительная влажность воздуха f (%) различной обеспеченности (1936—1974 гг.)

Месяц	\bar{f}	$f_{\text{макс}}$	Обеспеченность, %											$f_{\text{мин}}$
			5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	
I	80	88	86	85	83	82	81	80	79	78	77	74	72	70
IV	71	83	79	78	75	74	72	70	68	65	62	59	56	54
VII	68	80	78	75	73	71	69	67	65	64	62	59	57	55
X	76	86	83	81	79	78	77	75	74	73	71	69	68	64

Летом, чаще всего в 13 ч (более чем в 50% случаев), наблюдаются дни с относительной влажностью воздуха 20—40%. Влажность менее 10% характерна только для весны (апрель, 0,4%) и очень редко отмечается осенью (0,1%). При средней месячной влажности в 13 ч в мае 39% влажность выше 70% составляет менее чем 10% дней, к осени увеличивается до 20%. Влажность выше 90% с мая по сентябрь не превышает 3% дней каждого месяца (табл. 55).

Таблица 55

Повторяемость (%) относительной влажности воздуха f в 13 ч в различных пределах (1936—1960 гг.)

Предел f %		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
0	9				0,4						0,1		
10	19				3,0	11,1	5,5	0,9	1,2	2,1	1,2		
20	29				7,9	25,2	20,0	7,5	5,4	9,0	3,2		
30	39				11,2	25,8	25,2	19,0	18,2	18,4	7,1	0,3	0,1
40	49	0,2	0,2	1,7	14,9	14,6	17,8	23,8	25,8	23,0	12,5	1,5	0,3
50	59	1,8	3,4	8,2	15,9	8,3	11,8	18,2	18,6	15,9	16,9	5,0	1,3
60	69	8,5	15,9	20,0	14,3	5,4	6,3	14,4	11,7	11,9	20,4	13,4	7,9
70	79	36,7	42,4	32,1	14,3	3,7	6,8	7,7	11,0	6,8	14,9	29,8	32,9
80	89	41,8	30,2	28,0	10,5	4,0	3,9	5,7	5,5	7,9	12,7	30,1	41,6
90	100	11,0	7,9	10,0	7,6	1,9	2,7	2,8	2,6	5,0	11,0	19,9	15,9

В летний период относительная влажность воздуха в течение суток испытывает большие колебания, днем падает до 10—15%, в очень сухие дни бывает даже ниже 5% (табл. 56), а ночью и перед утром значительно возрастает. Большие суточные колебания характерны для ясной погоды, в пасмурные дни колебания сглаживаются.

Влажность воздуха играет не последнюю роль при наступлении ночных заморозков. В сухом воздухе заморозки наиболее вероятны, так как он плохо задерживает тепло и способствует

Таблица 56

Наблюденный минимум относительной влажности воздуха (%) в 13 ч (1936—1970 гг.)

I	II	III	IV	V	VI
37 (1966)	39 (1962)	36 (1956)	1 (1951)	1 (1965)	1 (1967)
VII	VIII	IX	X	XI	XII
12 (1955)	6 (1962)	6 (1951)	6 (1954)	31 (1950)	33 (1952)

сильному ночному излучению поверхности почвы и нижних слоев воздуха.

Зимой суточный ход влажности сглажен, практически она не имеет его, устойчиво сохраняя высокие значения (75—90%).

Наибольший интерес представляет влажность в 13 ч. По величине дневной относительной влажности, особенно летом, в известной степени можно судить об испарении. Чем меньше относительная влажность, тем больше дефицит влажности и тем интенсивнее испарение.

Наиболее высокая относительная влажность в 13 ч наблюдается в декабре—январе (81%), наиболее низкая — в мае—июле. Май — самый сухой месяц (39%) (табл. 57).

Таблица 57

Вероятность (%) средней месячной относительной влажности воздуха \bar{f} в 13 ч (1936—1965 гг.)

Месяц	\bar{f}	$f_{\text{наим}}$	Средняя месячная относительная влажность, возможная в отдельные годы, %						$f_{\text{наиб}}$
			21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	
IV	58	34		3,3	30,9	23,3	36,7	6,7	78
V	39	29	3,3	60,0	36,7				50
VI	44	25	10,0	23,3	46,7	20,0			57
VII	52	38		6,6	46,7	36,7	10,0		67
VIII	52	41			36,7	50,0	13,3		66
IX	52	36		6,7	43,3	30,0	20,0		70

Повторяемость дней с относительной влажностью 30% и менее, являющейся косвенным показателем сухой погоды, наибольшая в мае — 13 дней, в отдельные годы превосходит 20 дней в месяц. В среднем за год, точнее за теплый период (апрель—октябрь), бывает до 37 сухих дней (в холодный период

дней с такой влажностью не бывает), в отдельные наиболее засушливые годы число таких дней может доходить до 70 (1952, 1963, 1967 гг.) (табл. 58).

Таблица 58

Среднее и максимальное число дней n с относительной влажностью 30% и менее в любой из сроков наблюдений и 80% и более в 13 ч (1936—1975 гг.)

Месяц	\bar{n} при $f < 30\%$	n макс	Год	\bar{n} при $f \geq 80\%$
I	0,0			16,5
II	0,0			10,4
III	0,0			11,6
IV	3,7	17	1951	5,4
V	13,2	21	1959	1,8
VI	9,0	27	1963	1,9
VII	3,5	15	1952	2,6
VIII	2,2	9	1944	2,5
IX	3,8	13	1937	4,0
X	1,6	8	1955	7,3
XI	0,0			15,0
XII	0,0			18,0
Год	37,0	69	1963, 1967	97,0

В сухие периоды при низкой влажности и большом дефиците температура воздуха намного превышает 25°C , а поверхность почвы прогревается до 60°C ; испарение достигает значительной величины, при этом часто оно усиливается значительными ветрами — наступает засуха.

С июня относительная влажность повышается, наиболее интенсивно в октябре—ноябре. С ноября устанавливается зимний режим высокой относительной влажности. При норме 81% наибольшие колебания (до 75% случаев) наблюдаются в пределах 70—90%, влажность менее 40% практически не встречается.

Число влажных дней (относительная влажность 80% и более) в среднем за год составляет 97, наблюдаются они преимущественно в зимний период, в отдельные зимы их число может достичь 25 дней в месяц.

При отрицательных температурах, когда влагосодержание воздуха незначительно, относительная влажность почти не оказывает влияния на человека. При положительных температурах (май—октябрь) и высокой относительной влажности (такое сочетание температуры и влажности наблюдается в основном в ночное время) усиливается процесс коррозии металлов, а при температуре, близкой к 0°C , — и процесс механического разрушения в результате замораживания и оттаивания. Неблагоприятные сочетания температуры и влажности приводят к скоплению влаги внутри стен и их разрушению.

Л. Е. Анапольская и О. Б. Пашина [5] приводят для Омска интересные данные о продолжительности высокой относительной влажности (70% и более) за теплый период (май—октябрь). За 184 дня этого периода относительная влажность 70% и более в ночное время наблюдалась 727 ч (40%), в утреннее — 562 ч (31%), в дневное — 175 ч (10%), в вечернее — 344 ч (19%). Таким образом, всего 1808 ч, что составляет 21% годового числа часов и 41% числа часов за теплый период. В течение указанного периода суточные колебания высокой относительной влажности значительные — от 175 ч днем до 727 ч ночью.

На рис. 20 приведены данные о суточном ходе высокой относительной влажности для теплого периода, которые представляют собой повторяемость указанной относительной влажности в процентах от общего числа часов данного месяца.

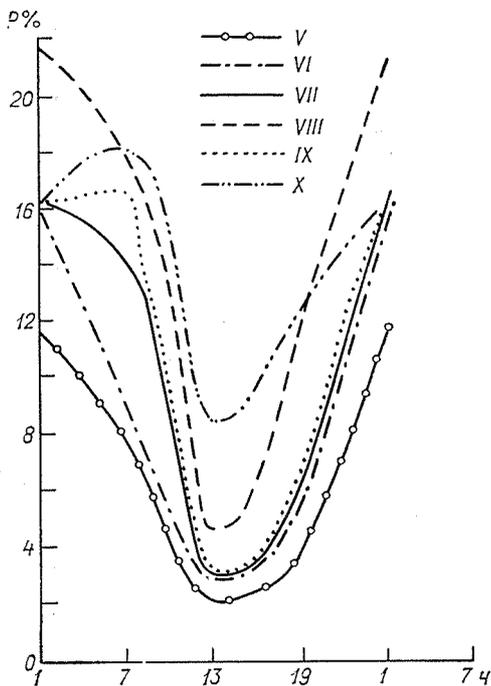


Рис. 20. Суточный ход повторяемости высокой относительной влажности (70—100%) с мая по октябрь.

Для теплого периода, которые представляют собой повторяемость указанной относительной влажности в процентах от общего числа часов данного месяца. На графике ясно видна большая повторяемость высокой относительной влажности ночью, которая резко падает днем, особенно после 7 ч, а к вечеру увеличивается вновь. Для первой половины лета характерно не очень резкое увеличение повторяемости высокой относительной влажности к вечеру, для осени характерно увеличение ее от ночи к утру. В октябре суточный ход менее резкий.

Температурно-влажностный режим влияет не только на долговечность зданий и отдельных конструкций, но и на самочувствие человека.

При температуре воздуха 20°C, относительной влажности 35—65% и слабом ветре человек чувствует себя хорошо. Из анализа данных табл. 31—33 приложения можно сделать вывод, что в Омске условия, близкие к комфорту, наблюдаются в основном с мая по сентябрь. Сухие и жаркие дни (температура 18—28°C, влажность 31—55%) бывают чаще, чем прохладные и влажные. Ночью при

значительном разнообразии температур в любой сезон года характерно преобладание высокой относительной влажности.

Суточный ход относительной влажности и сочетания относительной влажности и температуры приведены в табл. 29, 30, 37 приложения.

5.2. Атмосферные осадки

В формировании режима увлажнения важнейшая роль принадлежит атмосферным осадкам. Их количество, характер и распределение определяются в основном процессами циркуляции атмосферы и географическими условиями. Увлажнение почти целиком зависит от влаги, приносимой с запада. Атлантический воздух достигает территории Омской области значительно иссушенным, большую часть влаги он теряет, проходя над Западной Европой, Европейской территорией СССР и при переваливании через Уральские горы. Осадки, связанные с арктическими воздушными массами, поступающими с севера, и с тропическими, приходящими с юга, незначительны. Арктический воздух содержит мало влаги; тропический же проникает на территорию области сравнительно редко, к тому же осадки при его прохождении выпадают на узких фронтальных зонах. В связи с этим общее количество осадков в Омске меньше, чем на тех же широтах в Европейской части: в 1,5 раза по сравнению с Уфой, в 1,7 раза по сравнению с Москвой, почти в 2 раза по сравнению с Минском.

Выпадение осадков связано преимущественно с прохождением циклонов и атмосферных фронтов, осадки внутримассового характера наблюдаются редко. Осадки обычно выпадают из облаков в виде дождя, снега, снежной крупы, града, но могут также образоваться на поверхности земли и различных предметов непосредственно из водяного пара воздуха в виде росы, инея, изморози, гололеда (так называемые наземные гидрометеоры).

Осадки, выпадающие из облаков, делят на обложные, моросящие и ливневые. Обложные осадки в виде дождя и снега выпадают из слоисто-дождевых и высоко-слоистых облаков, как правило, в течение длительного времени на больших площадях. Моросящие осадки связаны со слоистыми облаками, представляют собой мельчайшие капельки или снежинки, почти незаметные для глаза, едва ощутимые при попадании на лицо и руки. Ливневые осадки выпадают из кучево-дождевых облаков в виде крупных капель в теплое время года или крупных хлопьев снега зимой. Они начинаются и кончаются внезапно, проходят неширокой полосой, интенсивность их быстро меняется.

Наиболее сильные дожди обычно бывают ливневыми (табл. 59).

Таблица 59

Соотношение (%) различных типов осадков по сезонам (1966—1975 гг.)

Тип осадков	Зима	Весна	Лето	Осень	Теплый период	Год
Обложные	83	24	8	43	22	50
Ливневые	3	43	72	22	50	28
Обложные + ливневые	14	33	20	35	28	22

В связи с тем что приборы, служащие для измерения количества осадков, страдают погрешностью — недоучитывают некоторую долю выпадающих осадков (за счет испарения осадков из прибора, искажения ветрового поля и потери их на смачивание прибора), кроме измеренной суммы осадков рассматривают еще и исправленную. Начиная с 1966 г. на сети гидрометеостанций измеренная сумма осадков сразу исправляется одной из поправок (на смачивание), поэтому и для Омска рассматриваются осадки, исправленные этой поправкой. Если годовая сумма измеренных в Омске осадков составляет 330 мм, то исправленная поправкой на смачивание будет равна 363 мм (на 33 мм больше), а исправленная всеми видами поправок — 430 мм. Таким образом, недоучтенная осадкомером годовая величина осадков достигает 100 мм.

Как годовые, так и месячные суммы осадков испытывают значительные колебания. Годовое количество осадков, близкое к норме (360 мм), повторяется не чаще, чем один раз в 17% лет. Один раз в четыре года оказывается меньше 300 мм и один раз в пять лет превышает 420 мм. Наибольшее годовое количество осадков (557 мм) за 85-летний период наблюдалось в 1938 г., наименьшее (231 мм) — в 1921 г.

По виду атмосферных осадков год условно делят на холодный период (с ноября по март), когда выпадают преимущественно твердые осадки, и теплый (с апреля по октябрь) с преобладанием жидких осадков. В Омске свыше 80% годового количества осадков выпадает в теплый период и лишь около 20% — в холодный.

Распределение осадков по месяцам года типично для районов с континентальным климатом и характеризуется резким переходом от малых зимних осадков к значительным летним (рис. 21). В табл. 60 приведена временная изменчивость месячных сумм осадков.

Наибольшее количество осадков обычно выпадает в июле — в 88% лет, наименьшее — в феврале — в 77% лет. Смещение наступления как максимума, так и минимума осадков возможно

не только на соседние месяцы, но и месяцы других сезонов. Так, например, максимум осадков наблюдался в октябре 1940 г. (69 мм) и в сентябре 1949 г. (116 мм), а минимум наблюдался в июне 1955 г. (33 мм) и в июле 1974 г. (2 мм).

Изменчивость месячных сумм осадков велика, особенно в летние месяцы. Июльские суммы изменяются от 2 мм (1974 г.) до 205 мм (1938 г.).

Дополнительной характеристикой изменчивости осадков из года в год являются суммы осадков различной обеспеченности, которые могут быть рассчитаны за любой месяц по номограмме (рис. 22). Так, при средней многолетней сумме осадков в январе 12 мм сумма 42 мм имеет 1%-ную обеспеченность, т. е. наблюдается в среднем один раз в 100 лет, а в 5%-лет (один раз в 20-летние) обеспечена сумма 32 мм и более, в 15%-лет — 24 мм и более и т. д.

Причиной засушливых периодов в теплое время года, по исследованиям синоптиков Омского бюро погоды, является повышение интенсивности меридиональной циркуляции. Обширная антициклоническая область над югом Западной Сибири и Казахстана, образовавшаяся в хорошо развитом тропосферном гребне, поддерживается притоком с севера сухих, холодных воздушных масс, быстро прогреваемых при малооблачной погоде. Область высокого давления над югом Западной Сибири и Казахстана может формироваться и за счет антициклонов азорского происхождения. Эти антициклоны продолжительно стационарируют над Казахстаном, периодически усиливаясь за счет вхождения в их систему ядер арктического происхождения. В течение этого периода циклоны с Атлантики обходят Западную Сибирь как с запада (вдоль Урала), так и с севера.

Дефицит осадков зимой образуется также под влиянием активного антициклогенеза над Казахстаном и югом Западной Сибири. В такие зимы циклоны через юг Западной Сибири проходят редко и обладают малой активностью.

Избыток осадков в летний период обуславливают зональные процессы, при которых Западную Сибирь и Казахстан занимает

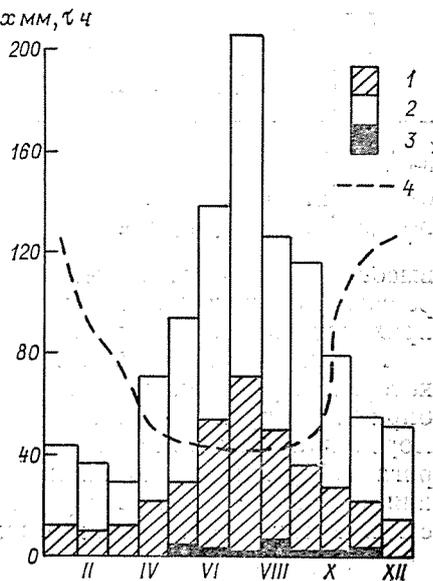


Рис. 21. Месячные суммы осадков x (мм) с поправкой на смачивание и их продолжительность τ (ч). 1 — средние, 2 — наибольшие, 3 — наименьшие, 4 — продолжительность осадков.

Таблица 60

Суммы осадков x (мм) различной обеспеченности по сезонам и за год (1891—1975 гг.)

Сезон	x	x на 100	Год	Обеспеченность, %															x на 100	Год
				1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	99				
Зима	70	151	1896-97	155	128	116	99	89	80	74	68	61	55	48	40	28	29	1942-43		
Весна	55	147	1950	136	94	79	67	59	54	49	44	38	32	24	19	14	16	1913, 1931		
Лето	175	355	1938	344	268	242	215	198	185	170	157	142	128	102	88	61	54	1907		
Осень	63	137	1949	131	104	93	80	70	62	56	50	44	38	32	26	16	17	1974		
Год	363	557	1938	548	480	452	418	394	374	357	336	318	300	276	260	229	231	1921		

высотная ложбина. Интенсивная циклоническая деятельность развивается непосредственно над Западной Сибирью, а также приходят циклоны из других районов, чаще с Атлантики.

В зимнее время избыток осадков определяют процессы, при которых через южные или центральные районы Западной Сибири часто проходят серии циклонов с Черного и Средиземного морей или с Атлантики. В такие зимы влияние западного отрога сибирского антициклона ослаблено и ось высокого давления, соединяющего этот отрог с азорским максимумом, смещена с Казахстана в более южные широты.

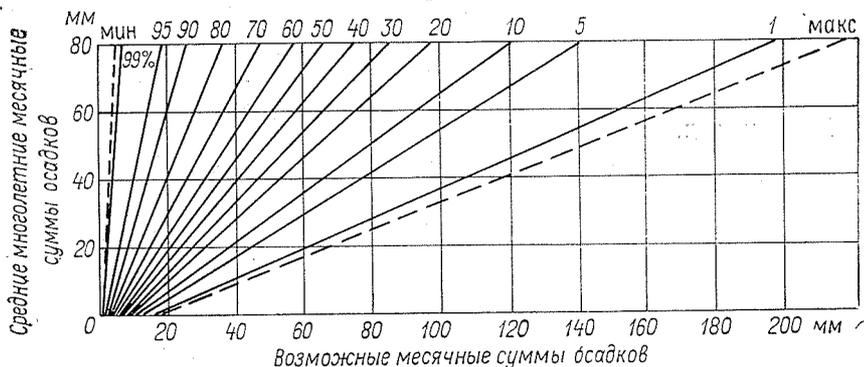


Рис. 22. Номограмма для расчета месячных сумм осадков различной обеспеченности (%).

Декадные и месячные суммы осадков показаны в табл. 61. Наибольшее количество выпадает во вторую декаду июля — 26 мм, что почти в девять раз больше, чем в любую из декад февраля и первую десятидневку марта.

Среднее количество осадков x в день с осадками¹ в летние месяцы в 4—5 раз больше, чем в зимние:

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

¹ Днем с осадками считается такой день, в течение которого количество выпавших осадков составляет не менее 0,1 мм.

Таблица 61
Месячные суммы осадков (мм) (1914—1963 гг.)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	IV—X	XI—III
Среднее количество осадков по осадкомеру (без введения поправок)														
10	8	10	20	30	50	68	46	32	24	19	13	330	270	60
Среднее количество осадков с учетом поправок на смачивание														
12	9	12	22	33	54	71	50	36	27	21	15	363	293	70
Декадное количество осадков														
4	3	3	6	9	16	23	19	13	10	8	6			
4	3	4	7	11	18	26	16	12	9	7	5			
4	3	5	9	13	20	23	15	11	8	6	5			
Наблюденный максимум														
44 (1975)	37 (1966)	29 (1947)	72 (1941)	94 (1950)	138 (1905, 1937)	205 (1938)	126 (1922)	116 (1949)	80 (1969)	55 (1898)	51 (1901)	557 (1938)	478 (1938)	151 (1896 1897),
Наблюденный минимум														
0 (1893)	0 (1931, 1952)	0 (1895, 1916)	0 (1953)	4 (1959)	3 (1955)	2 (1974)	6 (1958)	2 (1971)	2 (1900, 1950)	3 (1967)	1 (1974)	231 (1921)	156 (1913)	29 (1942)

Район Омска относится к зоне недостаточного увлажнения, поэтому целесообразно также учитывать и очень малое количество осадков, так называемые дни со следами осадков. В течение года насчитывается в среднем 25 таких дней и 134 дня с осадками 0,1 мм и более. В отдельные годы число дней с осадками может увеличиваться до 180 (1972 г.). Наиболее часты осадки летом и в первую половину зимы (по 12—14 дней в месяц). Минимум дней с осадками приходится на апрель.

Число дней с осадками 1 мм и более в холодный период не превышает 2—4 в месяц, летом достигает 8—10 (табл. 62). Осадки 10 мм и более в сутки зимой вообще не наблюдаются (рис. 23). Среднее число дней с осадками совпадает с числом

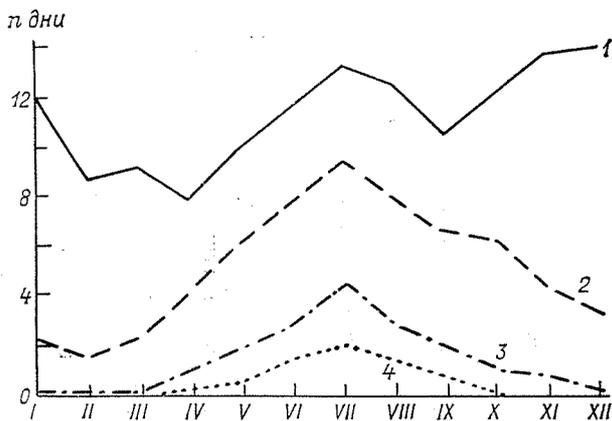


Рис. 23. Годовой ход среднего числа дней n с осадками.

1 — > 0,1 мм, 2 — > 1,0 мм, 3 — > 5,0 мм, 4 — > 10,0.

дней 50%-ной обеспеченности, а в отдельные годы (1%-ная обеспеченность) число дней с осадками 0,1 мм и более достигает либо больших значений (18—24 дня), либо малых (1—4 дня) (табл. 63).

Заслуживает внимания вопрос распределения в теплые сезоны дождливых периодов и периодов без осадков. Дождливым считается период, в течение которого осадки выпадают ежедневно или с перерывом не более одного дня, а их суточная сумма не менее 1 мм. Периодом без осадков считают такой период, в течение которого все дни были без осадков или с суточным количеством менее 1 мм. С апреля по октябрь в среднем 24 дождливых периода, по 3—4 в месяц (несколько меньше в апреле) (табл. 64). Средняя продолжительность одного периода 2,7 дня, в 92% всех случаев периоды длятся не более 5 дней, в 1% — свыше 10 дней. Самый продолжительный за

Таблица 62

Число дней с осадками различной величины (1914—1963 гг.)

Количество осадков, мм													Год	XI—III	IV—X
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
Следы	2,8	2,3	3,2	1,7	1,4	1,0	0,9	1,0	1,6	2,1	3,9	3,5	25	16	9
≥0,1	12,0	8,6	9,1	7,8	9,9	11,5	13,1	12,4	10,3	12,2	13,7	13,9	134	57	77
≥0,5	5,1	3,5	4,2	5,3	7,6	9,2	11,0	9,6	8,0	8,5	7,3	6,3	86	27	59
≥1,0	2,2	1,6	2,5	4,2	6,2	7,8	9,5	7,9	6,6	6,3	4,4	3,4	63	14	49
≥5,0	0,1	0,1	0,1	1,0	1,9	2,9	4,6	2,8	2,0	1,0	0,4	0,1	17	1	16
≥10,0	0,0	0,0	0,02	0,3	0,6	1,5	2,0	1,4	0,7	0,1	0,02	0,0	7	0,04	7
≥20,0	0,0	0,0	0,0	0,04	0,1	0,4	0,6	0,2	0,08	0,08	0,0	0,0	1	0	1
≥30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,04	0,02	0,0	0,0	0,0	0,4	0	0,4

Таблица 63

Обеспеченность числа дней n с осадками $\geq 0,1$ мм в весенние и осенние месяцы (1914—1975 гг.)

Месяц	\bar{n}	$n_{\text{наиб}}$	Год	Обеспеченность, %														$n_{\text{наим}}$	Год
				1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	99			
IV	7,8	17	1926	18	14	13	11	10	9	8	7	6	5	3	2	1	1	1953	
V	9,9	19	1940	20	17	15	13	12	11	10	8	7	6	5	4	2	3	1959, 1963	
IX	10,3	25	1949	24	18	16	13	12	11	10	9	8	7	5	4	3	3	1916	
X	12,2	23	1969	24	19	17	15	14	13	12	11	11	9	7	6	4	4	1974	

Таблица 64

Среднее число периодов без осадков и дождливых в теплое время года (1951—1975 гг.)

Месяц	Период	Продолжительность периода, дни					
		1—5	6—10	11—15	16—20	21—25	>26
IV	Без осадков	1,7	0,7	0,4	0,1	0,2	0,1
	Дождливый	2,3	0,1	—	—	—	—
V	Без осадков	2,0	1,0	0,4	0,2	—	0,1
	Дождливый	3,2	0,1	—	—	—	—
VI	Без осадков	2,7	0,9	0,2	0,2	0,04	—
	Дождливый	3,3	0,4	—	—	—	—
VII	Без осадков	3,2	0,8	0,2	0,04	—	0,04
	Дождливый	3,3	0,4	0,1	—	—	—
VIII	Без осадков	3,2	0,8	0,3	0,1	—	—
	Дождливый	3,9	0,2	0,04	—	—	—
IX	Без осадков	2,3	0,9	0,5	0,2	—	—
	Дождливый	3,1	0,2	—	—	—	—
X	Без осадков	2,4	0,9	0,4	0,04	0,1	—
	Дождливый	3,1	0,3	0,1	—	—	—
IV—X	Без осадков	17,5	6,0	2,4	0,9	0,3	0,2
	Дождливый	22,2	1,7	0,2	—	—	—

последние 25 лет дождливый период (15 дней) наблюдался летом 1960 г. (с 19 июля по 2 августа).

Периодов без осадков насчитывается примерно столько же, сколько и дождливых, но они более продолжительны. Средняя непрерывная продолжительность 6 дней, в 15% случаев — больше 10, в 3% — больше 20. В мае—июне 1955 г. период без осадков продолжался даже 57 дней.

По внешнему виду выделяются твердые, жидкие и смешанные осадки.

Твердыми осадками считаются снег, снежная и ледяная крупа и снежные зерна. Выпадают они преимущественно с октября по апрель, но возможны также в мае и сентябре. На долю твердых осадков приходится 15% всей годовой суммы (рис. 24).

К жидким осадкам относятся все виды дождя. Жидкие осадки вносят наибольший вклад в годовую сумму — 75% общего количества. Наблюдаются они преимущественно в теплый период, но иногда дожди случаются и зимой. В среднем за период с ноября по март насчитывается около восьми дней с жидкими осадками, из них 4—5 дней в ноябре, два в марте, в остальные месяцы зимы дожди отмечаются эпизодически, как правило во время оттепелей. Температура воздуха при этом может быть как положительной, так и отрицательной или близкой к нулю. В отдельных случаях жидкие осадки могут выпадать и при тем-

пературе ниже -10°C (в январе 1957 г. — при $-11,5^{\circ}\text{C}$). Количество осадков за зимний дождь не превышает 1—2 мм.

Смешанные осадки (мокрый снег, снег с дождем, ледяной дождь и др.) наблюдаются в основном в переходные сезоны, однако возможны и зимой во время оттепелей и в начале лета при поздних возвратах холодов. Смешанные осадки дают всего 11% общего годового количества, в апреле и октябре — почти половину месячных сумм.

Всего за год отмечается в среднем 63 дня с твердыми, 68 — с жидкими, 11 дней — со смешанными осадками.

Большое практическое значение имеют сведения о продолжительности и интенсивности осадков. Суммарная за год продолжительность осадков в Омске составляет в среднем 902 ч, т. е. около 38 суток, отклонения в обе стороны в отдельные годы могут достигать 350—400 ч (табл. 65).

Таблица 65

Продолжительность τ (ч) осадков (1951—1975 гг.)

Месяц	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	Год	$\tau_{\text{мин}}$	Год	$\bar{\tau}$ в день с осадками
I	124	272	1975	34	1963	10,3
II	89	183	1969	14	1952	10,3
III	77	182	1959	25	1964	8,5
IV	49	138	1972	6	1951	6,3
V	46	142	1974	11	1972	4,6
VI	43	88	1970	4	1955	3,8
VII	43	110	1960	5	1974	3,3
VIII	44	131	1969	14	1966	3,6
IX	43	97	1973	5	1971	4,2
X	101	185	1966	19	1974	8,3
XI	121	200	1966	40	1956	8,8
XII	122	238	1972	24	1974	8,8
Год	902	1305	1975	552	1954	6,7
XI—III	533	799	1974-75	313	1951-52	9,4
IV—X	369	611	1969	191	1962	4,8

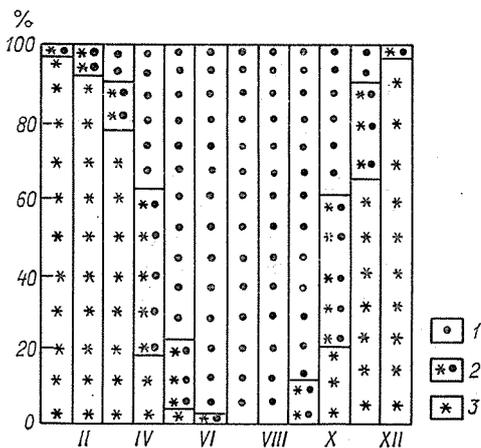


Рис. 24. Годовой ход внутримесячного соотношения жидких (1), смешанных (2) и твердых (3) осадков.

Ход продолжительности осадков обратен годовому ходу их количества (см. рис. 21). В осенние и особенно зимние месяцы наблюдаются преимущественно длительные обложные осадки, поэтому с ноября по январь продолжительность осадков наибольшая в году. В среднем в эти месяцы осадки длятся более 120 ч. Максимальная месячная продолжительность 272 ч, т. е. почти 12 суток, отмечена в январе 1975 г. Месячная сумма осадков при этом в 3,5 раза превысила норму (44 мм).

Длительность выпадения снега в день со снегом зимой составляет в среднем 8—10 ч. Нередки случаи, когда снегопад продолжался более суток, а в декабре 1971 г. зарегистрирована непрерывная продолжительность снегопада 45 ч (количество осадков при этом составило 4,5 мм).

Летом преобладают дожди ливневого характера продолжительностью не более 3—4 ч. В редких случаях продолжительность отдельного дождя может быть и значительной, так, например, 29—30 июня 1971 г. он шел с небольшими перерывами в течение 36 ч и дал 48 мм осадков, т. е. около месячной нормы.

Средняя месячная продолжительность дождей колеблется в пределах 43—49 ч, но в отдельные годы может превышать среднюю в 2—3 раза (142 ч в мае 1974 г.) или уменьшаться до нескольких часов (4 ч в июне 1955 г.).

С увеличением продолжительности осадков обычно уменьшается их интенсивность (слой осадков, выпадающих за единицу времени, обычно за 1 мин). Наименьшую интенсивность имеют морозящие осадки, наибольшую — ливневые. Продолжительные дожди большой интенсивности в Омске случаются редко, ливневая фаза чаще всего длится от 5 до 20 мин. Наибольшая интенсивность отмечена во время ливня 1 августа 1956 г., продолжавшегося в течение 40 мин. При средней интенсивности всего дождя 0,44 мм/мин наибольшая интенсивность за 3-минутный интервал составила 2,90 мм/мин.

Интенсивные ливни случаются преимущественно в период с мая по сентябрь. Максимальная интенсивность ливней для различных интервалов времени и количество осадков за эти интервалы приведены в табл. 66.

Данные табл. 66 получены по лентам самописца дождя — плувиографа, кроме интервалов 12 и 24 ч, для которых они определены расчетным путем.

Косвенно об интенсивности осадков можно судить по суточному максимуму осадков (табл. 67).

Наибольшее количество осадков (в том числе и суточное) выпадает в летнее время. В некоторые месяцы суточное количество осадков может превышать месячную сумму. Один раз в 100 лет зимой может выпасть 8—13 мм и более осадков в сутки, летом — 44—46 мм и более.

Таблица 66

Максимальная интенсивность ливней I и количество осадков x за различные интервалы времени (1939—1963 гг.)

Интервал времени	$I_{\text{макс}}$ мм/мин	x мм	Дата
5 мин	2,0	10	11 VII 1948 г., 1 VIII 1956 г.
10	1,8	18	26 VI 1950 г.
20	1,4	28	26 VI 1950 г.
30	0,9	27	
1 ч	0,9	54	24 VII 1945 г.
12	0,1	72	24 VII 1945 г.
24	0,05	72	24 VII 1945 г.

Таблица 67

Среднее месячное количество осадков x (мм) и их суточный максимум (1914—1963 гг.)

Месяц	\bar{x}	$x_{\text{макс}}$ за сутки	Год	Месяц	\bar{x}	$x_{\text{макс}}$ за сутки	Год
I	10	9	1916	VII	68	75	1945
II	8	7	1960	VIII	46	56	1932
III	10	12	1957	IX	32	32	1946
IV	20	24	1922	X	24	29	1931
V	30	27	1943	XI	19	12	1960
VI	50	42	1938	XII	13	8	1916, 1920

Значительные осадки. Осадки количеством более 8 мм за 12 ч принято называть значительными. Весной и осенью они существенно затрудняют проведение полевых сельскохозяйственных работ, зимой вызывают перебои в работе транспорта. Ущерб, наносимый значительными осадками, зависит от их количества, продолжительности, интенсивности, фазового состояния, а также от местных особенностей территории.

Значительные осадки в Омске наиболее вероятны в теплое время года, в особенности в июле, случаи их выпадения в месяцы холодного периода крайне редки (один раз в 20—30 лет).

Среднее число полусуток со значительными осадками составляет за год 8,7 при $\sigma = \pm 2,6$. Наибольшее число полусуток за год (12) наблюдалось в 1957, 1964, 1968, 1970 и 1972 гг., а наименьшее — в 1952 г. (3 случая).

В летние месяцы значительные осадки носят преимущественно ливневой характер (более 50%), зато зимой ливней с большим количеством осадков практически не бывает (табл. 68).

Ливневые осадки чаще выпадают в дневные часы, остальные, напротив, более вероятны ночью. По фазовому состоянию из значительных осадков преобладают жидкие, смешанные наблюдаются в 9—10 раз реже, твердые — в исключительных случаях (табл. 69).

Таблица 68

Повторяемость (% от годового числа) значительных осадков различных видов по месяцам (1951—1975 гг.)

Вид осадков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Обложные	4	0	4	10	10	15	19	14	6	14	2	2
Ливневые	0	0	0	2	8	23	34	30	3	0	0	0
Обложные + ливневые	0	0	0	3	17	9	29	24	6	6	6	0

Таблица 69

Повторяемость (%) значительных осадков по их видам и фазовому состоянию (1951—1975 гг.)

Часть суток	Вид осадков			Фазовое состояние		
	обложные	ливневые	обложные + ливневые	жидкие	твердые	смешанные
День	30	51	19	88	2	10
Ночь	16	72	12	91	1	8

Продолжительность выпадения значительных осадков имеет обратную связь с их интенсивностью. Обложные осадки в большинстве случаев не прекращаются в течение 6—24 ч, ливневые гораздо более кратковременны (табл. 70).

Таблица 70

Повторяемость P (%) значительных осадков различной продолжительности τ (ч) (1951—1975 гг.)

Обложные осадки			Ливневые осадки					
τ ч		$P\%$	τ ч		$P\%$	τ ч		$P\%$
от	до		от	до		от	до	
	<6	15		<2	34	14,1	16	2
6,1	12	44	2,1	4	31	16,1	18	1
12,1	18	23	4,1	6	11	18,1	20	
18,1	24	12	6,1	8	7			
24,1	30		8,1	10	4		>20	0,5
30,1	36	4	10,1	12	7			
36,1	40	2	12,1	14	3			

Обильные осадки. Дожди, дающие за сутки 30 мм и более осадков, считаются обильными и являются опасными для народного хозяйства. Они могут вызывать дождевые паводки, размывать почву, разрушать дороги и т. д. Неблагоприятное

действие обильных осадков усиливается тем, что они весьма часто сопровождаются другими опасными метеорологическими явлениями: грозой, градом, сильным ветром.

Случаются обильные осадки в Омске в среднем один раз в два года в период с апреля по сентябрь. Из 55 лет (1921—1975 гг.) только в 21 году наблюдались обильные дожди, причем, как правило, не более одного случая за лето, лишь в 1938 г. таких дождей было два, а в 1946 г. — три.

Среднее количество осадков от обильных дождей 40,3 мм. В девяти случаях из 10 выпадает не менее 31 мм, один дождь из 20 обильных может давать 70 мм и более осадков в сутки (табл. 71). Наибольшее суточное количество осадков дали ливни 24 июля 1945 г. (75 мм) и 21 июля 1960 г. (74 мм).

Таблица 71

Характеристика количества x (мм) обильных осадков. Апрель—сентябрь (1921—1975 гг.)

$x_{\text{наиб}}$	Дата	\bar{x}	σ	Обеспеченность, %										
				5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
74,8	24 VII 1945 г.	40,3	4,0	72	62	47	40	37	35	33	32	32	31	30

Интенсивность обильных осадков составляет в среднем 0,10 мм/мин, максимальная — 0,25 мм/мин (табл. 72).

Таблица 72

Характеристика числа дней n с обильными осадками и их интенсивности I (мм/мин). Апрель—сентябрь (1921—1975 гг.)

\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	\bar{I}	σ	Обеспеченность различной интенсивности, %			$I_{\text{наиб}}$
					5	50	95	
0,5	0,64	3 (1946)	0,10	0,07	0,25	0,08	0,03	0,25 (7 VI 1968 г., 24 VII 1945 г.)

В 64% случаев сильные ливни связаны с прохождением фронтов, реже они бывают внутримассового происхождения — возникают вследствие развития термической конвекции.

Бездождные периоды. В теплое время года осадки выпадают неравномерно, периоды с дождями чередуются с периодами бездождья, которые нередко бывают продолжительными. Бездождными (в отличие от периодов без осадков) считаются периоды,

когда в течение 10 дней и более осадки не выпадали совсем или их суточное количество не превышало 1 мм.

Повторяемость и продолжительность бездождных периодов в условиях Омска (табл. 73, 74) определяется в основном циркуляционными процессами. Чаще всего длительные периоды

Таблица 73

Характеристики числа бездождных (первая строка) и засушливых (вторая строка) дней и повторяемость (%) отклонений от среднего многолетнего (1936—1975 гг.)

n _{наиб}	Год	\bar{n}	σ	n _{наим}	Год	Повторяемость (%) отклонений, дни					
						0±9	(10-19) +	(20-29) +	(30-39) +	(40-49) +	+50
132	1974	74,3	7,35	29	1964	35	25	20	7,5	10	2,5
65	1955	25,6	1,33	7	1956	50	45	—	2,5	2,5	—

Таблица 74

Повторяемость (%) бездождных (первая строка) и засушливых (вторая строка) периодов N различной продолжительности (1936—1975 гг.)

\bar{N}	Продолжительность, дни							N _{макс}	Дата
	1-9	10-20	21-30	31-40	41-50	51-60	60		
15	—	88	10	1	0,5	0,5	—	57	5 V—30 VI 1955 г.
6	81	16	2	0,5	0,5	—	—	47	31 V—30 VI 1955 г.

без дождя наблюдаются в обширных стационарных антициклонах и малоподвижных размытых областях повышенного давления.

Ежегодно в Омске с апреля по октябрь бывает в среднем пять бездождных периодов, в 1965 и 1967 гг. их число доходило до восьми, в 1964 г. таких периодов было только два. Средняя продолжительность бездождного периода 15 дней, в 9 годах из 10 она не превышает 20 дней. В 1955 г. отмечена максимальная продолжительность бездождного периода, который длился почти весь май и июнь — 57 дней.

Суммарное число дней за все бездождные периоды в теплую часть года составляет в среднем 74, но значительно колеблется в отдельные годы. Отклонения от среднего значения в 80% случаев достигают 30 дней, но могут превышать и 50 дней. Так, в 1964 г. наблюдалось всего 29 бездождных дней, а в 1974 г. — 132, т. е. почти в два раза больше среднего. Свыше 100 дней суммарная продолжительность бездождных периодов наблюдалась в 1951, 1953, 1955, 1958, 1963, 1965, 1967 гг.

В периоды длительного бездождья наблюдается повышение температуры воздуха, средняя максимальная температура за бездождные дни в месяце превышает средний месячный максимум на 1—2 °С. С мая по август максимальные температуры воздуха при бездождье весьма часто оказываются выше 25 °С. В июне и июле довольно велика повторяемость максимальных температур, превышающих 30 и даже 35 °С. Бездождные периоды характеризуются пониженными значениями относительной влажности воздуха (в среднем на 8—10 % по сравнению со средними месячными).

Практический интерес представляют данные о повторяемости дней с относительной влажностью в 13 ч в пределах 21—30 %, при которой резко повышается расход влаги на транспирацию растений, а также дней с влажностью 20 % и менее, когда заметно нарушается их водный баланс. В мае и июне относительная влажность имеет наименьшие значения, понижение ее до 21—30 и 20 % и менее в эти месяцы происходит наиболее часто. В апреле и с июля по октябрь относительная влажность до критических значений снижается не более чем в 7 % случаев.

Первые дни бездождных периодов, следующие непосредственно за периодами с дождями, обычно не представляют опасности для растений. В среднем лишь с десятого дня бездождья формируется устойчивый режим температуры и влажности воздуха, отрицательно влияющий на состояние растений, поэтому начиная с десятого последующие дни бездождных периодов считаются засушливыми.

Среднее число засушливых дней с апреля по октябрь в Омске составляет 25, из них 14 приходится на первую половину теплого периода (апрель—июнь). Наибольшее за последние 40 лет количество засушливых дней (65) отмечено в 1955 г. Тогда же наблюдался самый продолжительный засушливый период — 47 дней, захвативший вторую половину мая и весь июнь. В годы с хорошим увлажнением (1956, 1964, 1969 гг.) число засушливых дней не превышало 7—10.

Косые дожди. Все сказанное ранее относится к осадкам, выпадающим на горизонтальную поверхность, но ведь дождь, особенно интенсивный, да еще при ветре, обильно смачивает и наклонные, и вертикальные поверхности — стены, покрытия и т. д. При длительных дождях может наблюдаться переувлажнение стен зданий. При дождях большой интенсивности образуется водяная пленка, способствующая стеканию воды по стенам, промачиванию их на нижних этажах и созданию вредного контраста увлажнения между верхними и нижними этажами. На вертикальные стены дождь попадает только при наличии ветра; дождь при ветре получил название косо́го дождя [66].

Первым грубым приближением в решении задачи комплексной оценки влияния осадков и ветра был предложенный английскими исследователями Р. Лаци и Х. Шелардом индекс косых

дождей ($X_B = \frac{\bar{X} \bar{V}}{1000}$, где \bar{X} — среднее годовое количество осадков, \bar{V} — средняя годовая скорость ветра). По такому индексу и в СССР проведены соответствующие разработки и описание. Карты приведены в работе Ц. А. Швер [66].

Индекс косого дождя характеризует некое воображаемое максимальное увлажнение стены, превышающее реальное, так как ни одна стена не остается всегда перпендикулярной к изменяющемуся направлению дождя. Для Омска X_B составляет 1,7, а в Приморском крае увеличивается до 4—5.

Впоследствии А. А. Цвидом была предложена эмпирическая формула для расчета реального слоя осадков, попадающего на ограждение конструкции (X_B), с учетом местных особенностей: $X_B = (1,4P_1 + 2,4P_2 + 3,0P_3)x_r$, где P_1, P_2, P_3 — повторяемости скоростей ветра в градациях 6—9, 10—14 и 15 м/с и более, x_r — количество осадков, измеренное осадкомером.

В Омске на вертикальные стены зданий при косых дождях поступает до 58% общего количества осадков, что в целом за теплый период составляет 170 мм:

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV—X
Осадки от косых дождей (мм)	13	19	31	41	29	21	16	170
% от общего количества	59	58	57	58	58	58	59	58

Количество осадков, поступающее на стены различной ориентации, пропорционально повторяемости направлений ветра по отдельным румбам. Роза ветров при косых дождях в среднем за период с апреля по октябрь мало отличается от розы ветров, построенной с учетом всех ветров, отклонения по отдельным направлениям не превышают $\pm 5\%$ (рис. 25).

При среднем количестве осадков 170 мм, поступающих на вертикальную поверхность, их распределение на различно ориентированные стены будет следующим:

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
X мм	24	15	20	12	22	24	24	29

Максимально увлажняются северо-западные стены, наименьшее количество воды от косых дождей получают юго-восточные.

Роса, иней. Из осадков, не выпадающих из облаков, а образующихся в результате конденсации водяных паров непосредственно из воздуха при его соприкосновении с холодными предметами, здесь рассмотрены только роса и иней. Эти осадки яв-

ляются дополнительным источником увлажнения поверхностного слоя почвы.

Роса образуется на поверхности земли, горизонтальных поверхностях наземных предметов и особенно на траве и листьях растений. Выделение росы обычно происходит в ночные часы, в тихую ясную погоду, когда охлаждение вследствие ночного излучения особенно велико.

В зависимости от времени года образование росы может расцениваться двояко: весной и в начале лета, особенно в бездождный период, как положительный фактор, а в период созревания и уборки хлебов — как явление нежелательное, так как роса, осаждающаяся на растениях, увеличивает их влажность, задерживает созревание, ухудшает уборку урожая и его хранение.

В Омске, в зоне недостаточного увлажнения, условия для образования росы малоблагоприятны. В среднем бывает до 66 дней в году с росой, с колебаниями в отдельные годы от 36 (1943 г.) до 93 (1970 г.). Росы наблюдаются с апреля по октябрь с максимумом в июле — августе (табл. 75).

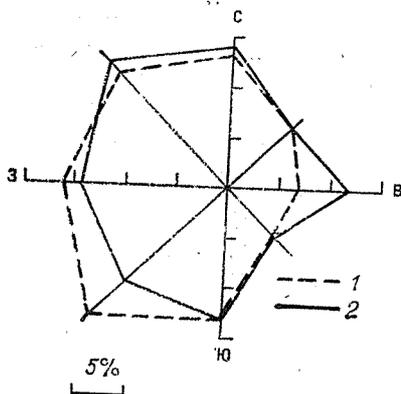


Рис. 25. Повторяемость (%) направлений ветра за период с апреля по октябрь.

1 — общая, 2 — в дни с дождями.

Таблица 75

Число дней n с росой и инеем

Месяц	\bar{n} (с росой)	$n_{\text{наиб}}$ (с росой)	Год	\bar{n} (с инеем)	$n_{\text{наиб}}$ (с инеем)	Год
I				12	25	1961
II				13	28	1964
III				15	26	> 2 лет
IV	2,1	7	> 2 лет	12	23	> 2 лет
V	5,7	13	1947, 1948	4	11	1960
VI	9,2	15	1948	0,5	2	1959
VII	15,9	25	1961, 1970	0,0	0	
VIII	18,2	27	1938	0,4	3	1967
IX	12,1	24	1970, 1975	4	10	1943
X	2,8	13	1967	11	21	1968
XI	0,1	2	1967	12	23	1966
XII				12	28	1956
Год	66,1	93	1970	98	148	1968

Обильная роса дает в условиях Омска 0,1—0,3 мм осадков в сутки. Среднее годовое количество влаги от росы по материалам 10-летних наблюдений составляет 2,3 мм, из них третья часть приходится на август.

Иней возникает при тех же погодных условиях, что и роса, но при отрицательных температурах подстилающей поверхности. Водяные пары из воздуха сублимируются в виде кристалликов самых различных форм: шестиугольных призм, пластинок, тупоконечных игл. Иней может возникать не только ночью, но и днем, при низкостоящем солнце, особенно в затененных местах. В Омске иней не образуется лишь в июле, один раз в два года иней отмечается в первой половине июня и в конце августа (табл. 75).

В зимние месяцы бывает в среднем около половины всех дней с этим явлением, иногда иней наблюдается почти ежедневно.

Суточный максимум осадков различной обеспеченности, наблюдаемые величины по месяцам и некоторые характеристики бездождных периодов приведены в табл. 34—36 приложения.

5.3. Испарение с почвы и водной поверхности

Количество осадков, влажность и испарение определяют режим увлажнения. Большое значение для увлажнения имеют и зимние осадки, в которых к началу таяния снега содержится около 25 % годового количества влаги. Испарение с водоемов и почвы принято определять в миллиметрах слоя испарившейся воды. Кроме непосредственного измерения по приборам, испарение часто рассчитывается с помощью эмпирических зависимостей.

Для Омска средняя величина испарения за период с апреля по октябрь с поверхности почвы составляет 281 мм, с водной поверхности — 533 мм при средней сумме осадков за этот период 283 мм. Таким образом, основное количество осадков этого периода тратится на испарение. В мае—июне испарение обычно превосходит количество выпавших осадков, а в наиболее сухие годы испарение больше суммы осадков в 2—3 раза (табл. 76).

С понижением температуры воздуха в августе испарение уменьшается и в сентябре составляет всего 29 мм с почвы и 67 мм с открытой водной поверхности. Зимой с поверхности снега испарение незначительное, раза в три меньше, чем с поверхности почвы. В декабре—феврале в снежном покрове преобладает конденсация влаги за счет поступления водяных паров из почвы. В начале марта преобладание конденсации уступает испарению, и в апреле при значительном приходе солнечной радиации и небольшой влажности испарение растет от декады к декаде уже значительно, происходит таяние снега при отрицательной температуре воздуха. Особенно сильно увеличивается испарение после схода снежного покрова, когда черная почва

Таблица 76

Среднее количество осадков \bar{x} (мм, с поправкой на смачивание) и испарение (мм) с поверхности почвы $Z_{\text{п}}$ (по испарителю ГР-25) и с водной поверхности $Z_{\text{в}}$ (1953—1975 гг.)

Месяц	\bar{x}	$Z_{\text{п}}$	$Z_{\text{п макс}}$	Год	$Z_{\text{п мин}}$	Год	$Z_{\text{в}}$	$Z_{\text{в макс}}$	Год	$Z_{\text{в мин}}$	Год
IV	22	11									
V	33	57	91	1975	26	1967	108	813	1955	51	1969
VI	54	58	91	1976	32	1967	134	243	1955	91	1972
VII	71	61	108	1970	26	1965	126	174	1965	68	1970
VIII	50	56	100	1975	26	1965	88	131	1953	50	1972
IX	36	29	43	1971	14	1972	65	127	1953	46	1960

пропитана талой водой и альбедо ее составляет всего лишь 8—10%. Чем дольше сохранится снежный покров на полях, тем меньше будет потеря влаги, что немаловажно для сельского хозяйства и садоводства.

5.4. Снежный покров

Снежный покров предохраняет почву от промерзания, способствует нормальной перезимовке озимых культур, является источником влаги в почве. К началу снеготаяния в снеге содержится до 25% годового количества влаги. Данные о снежном покрове необходимы при планировании работ по уборке снега, определении нагрузок на покрытия зданий; при прокладке трубопроводов, закладке фундаментов приходится считаться с глубиной промерзания почвы, которая зависит от высоты и характера залегания снежного покрова. Слишком большие накопления снега, особенно при метелях, затрудняют движение на дорогах и железнодорожных магистралях.

В среднем в Омске за зиму бывает 159 дней со снежным покровом, устойчивое его залегание продолжается обычно в течение 149 дней, т. е. пяти месяцев. В холодные многоснежные зимы период устойчивости залегания снега увеличивается до 6 месяцев (зима 1940-41 г. — 184 дня), в теплые сокращается до 3,5 (зима 1967-68 г. — 106 дней).

Появление первого снега в Омске обычно происходит в середине октября, но случается и раньше, как, например в 1933 и 1958 гг., 21 сентября. Обычно первый снег не остается лежать на всю зиму, а стаивает в результате оттепелей и выпадения жидких осадков. Устойчивый снежный покров образуется дней через 20 после появления первого снега, средняя дата — 8 ноября. В годы с продолжительной и теплой осенью снежный

покров устанавливается лишь в конце ноября, а в годы с ранней зимой даты образования снежного покрова могут сместиться на третью декаду октября. Так, осенью 1976 г. снег выпал и установился 14 октября, т. е. на 24 дня раньше средней даты и на 6 дней раньше даты, вычисленной из 85 лет (1891—1975 гг.), самой ранней для Омска. Сроки образования устойчивого снежного покрова, как и сроки появления его, испытывают значительные колебания из года в год в зависимости от характера погоды, определяемой особенностями циркуляции предзимнего периода.

При средней дате образования устойчивого снежного покрова 8 ноября только в 50% лет устойчивый снежный покров образуется 7 ноября и ранее, один раз в 10 лет (обеспеченность 10%) — не позже 26 октября, и в 9 годах из 10 (обеспеченность 90%) — позже 21 ноября (рис. 26).

С момента образования устойчивого снежного покрова вы-

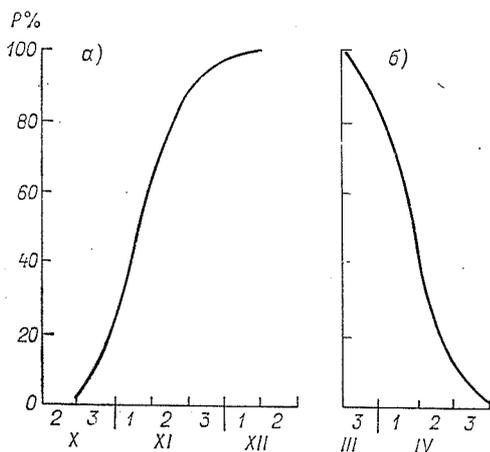


Рис. 26. Вероятность (%) образования (а) и разрушения (б) устойчивого снежного покрова в указанные даты и более ранние (поздние).

сота его постепенно увеличивается, в октябре — ноябре незначительно (по 1—2 см за декаду), в декабре — первой половине января наиболее интенсивно (рис. 27). В декабре более чем в 50% лет происходит установление санного пути с высотой снежного покрова 10 см (табл. 77).

В конце января и февраля рост высоты снежного покрова ослабевает. Нередко в этот период высота снежного покрова в течение одной-двух декад остается неизменной или даже уменьшается на 1—2 см из-за его уплотнения.

Максимальной высота снега бывает обычно в марте (20 см и более), один раз в 6—7 лет — более 40 см. В отдельные годы максимальная высота снежного покрова приходится на другие зимние месяцы, чаще на январь — февраль (см. табл. 38, 39 приложения). Наибольшая декадная высота снежного покрова 10%-ной обеспеченности составляет 45 см, а наибольшая масса 62 кг/м². В среднем в районе Омска со снежным покровом бывает 160 дней, с твердыми осадками 63 дня, со смешанными 11 дней.

Для Омска и степных районов области характерно очень неравномерное залегание снежного покрова. Наряду с сугроба-

Таблица 77

Вероятность (%) различных дат установления снежного покрова высотой 10 см в отдельные зимы (1936—1975 гг.)

16 X	1 XI	16 XI	1 XII	16 XII	1 I	16 I	1 II
0	13	26	52	74	91	100	100

ми, которые образуются в понижениях рельефа или кустарниках, здесь имеются места с очень тонким слоем снега. В городе, за исключением парков, скверов, внутренних дворов, снег убирается, поэтому приводимые величины для большей части города условны. Высота снежного покрова значительно колеблется из года в год. При средней из наибольших декадных высот 26 см в 90% зим обеспечена высота снежного покрова 15 см и более и в 10% зим — 43 см и более (табл. 78).

Таблица 78

Наибольшая декадная высота снежного покрова h (см) по постоянной рейке, возможная в отдельные годы (1936—1975 гг.)

Декадная высота, см		Обеспеченность, %					$h_{\text{наиб}}$
\bar{h}	$h_{\text{наим}}$	90	75	50	25	10	
26	10	15	19	25	33	43	51

В наиболее малоснежные зимы высота его может быть только 10 см (1952-53 гг.), а в многоснежные может превышать 50 см. Динамика высоты снега в различные зимы показана на рис. 28.

Во второй половине марта вследствие таяния снега начинает уменьшаться его высота, причем гораздо быстрее, чем происходит его нарастание: по 5—10 см и более от декады к декаде. В это время наблюдаются частые дневные оттепели, выпадают жидкие осадки, снег подтаивает и уплотняется. Интенсивность схода снежного покрова во многом зависит от местных условий. На возвышениях и открытых местах снег тает быстрее, чем на пониженных и защищенных. В среднем разрушение устойчивого снежного покрова отмечается 8 апреля, один раз в 10 лет — 26 марта и раньше, с такой же вероятностью устойчивый снежный покров может сохраняться до 20 апреля и позже (см. рис. 26). Крайние даты зарегистрированы в 1968 г. (14 марта) и в 1894 г. (29 апреля).

Период от разрушения устойчивого снежного покрова до его полного схода почти в два раза короче периода от появления снега до его устойчивого залегания (табл. 79). Полностью снеж-

ный покров исчезает в среднем 18 апреля, в отдельные ранние

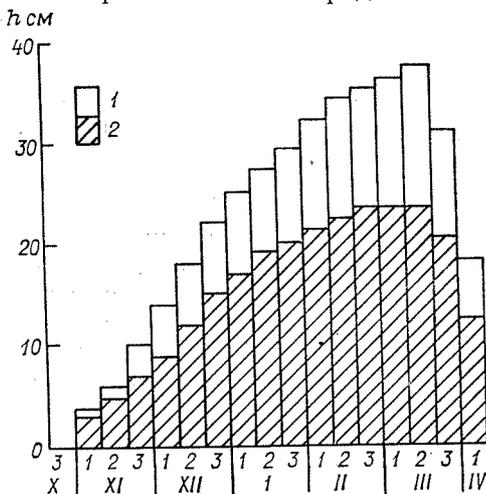


Рис. 27. Высота снежного покрова h в лесу (1) и в поле (2) по декадам.

весны в конце марта (1939, 1951, 1967 гг.), иногда же только в мае и даже в июне (4 июня 1971 г.).

Детальная характеристика снеготаяния приведена в табл. 80.

Весенние возвраты холодов (поздние вторжения арктических воздушных масс) часто сопровождаются выпадением снега, но снег быстро тает. Бывают случаи выпадения снега, когда на деревьях уже распустились листья и даже во время цветения плодовых и ягодников. В последние годы поздний снег отмечен 9 мая 1969 г.

и 13 мая 1975 г. В 1971 г. разрушение устойчивого снежного покрова произошло 13 апреля, 22 апреля почва освободилась от снега, но затем снег выпадал несколько раз в мае и даже в июне, когда снежный покров высотой 10 см сохранялся в течение нескольких часов.

Важной характеристикой снежного покрова является плотность. В зависимости от плотности меняется теплопроводность и запас воды в снежном покрове, которые представляют большой интерес для сельского хозяйства, учета стока и т. д.

Плотность снежного покрова, как и высота, постепенно увеличивается в течение зимы в среднем от 0,18 до 0,28 г/см³. В начале зимы плотность бывает очень неустойчивой из-за колебаний температуры. Наименьшую плотность имеет свежеснеживший рыхлый снег, затем он уплотняется. При сильных морозах процесс уплотнения снега замедляется, при оттепелях, наоборот, идет очень быстро. Хотя зимние оттепели и не характерны для Омского Прииртышья, но открытость местности и большие скорости ветра способствуют увеличению плотности. Среднее ее значение при наибольшей высоте снежного покрова 0,41 г/см³ (1971 г.). При смене оттепелей и похолоданий возможно образование ледяной корки. Чем реже зимой оттепели и метели, тем рыхлее и однороднее толща снежного покрова. Особенно быстро увеличивается плотность во время весеннего таяния, до тех пор пока снег не пропитается водой. Плотность ледяной корки или снега, насыщенного водой, может достигать 0,8 г/см³.

Таблица 79

Даты наступления различных сезонных явлений и их продолжительность
(1930—1975 гг.)

устойчивых морозов			Дата												Продолжительность периода, дни	
			снежного покрова													
			появления			образования			разрушения			схода				
насту- пления	прекраще- ния	продолжи- тельность, дни	средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	со снеж- ным пок- ровом	с устойчи- вым снеж- ным пок- ровом
10 XI	30 III	142	18 X	21 IX (1958, 1933)	20 XI (1906)	8 XI	14 X (1976)	1 XII (1909)	8 IV	14 III (1968)	29 IV (1894)	18 IV	23 III (1906)	4 VI (1971)	159	149

Таблица 80

Начало, конец и продолжительность τ (дни) снеготаяния и вероятность его
окончания на определенные даты (1936—1955 гг.)

Дата начала снеготаяния			Дата конца снеготаяния			τ	Вероятность (%) окончания снеготаяния							
средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя		25 III	31 III	5 IV	10 IV	15 IV	20 IV	25 IV	30 IV
19 III	4 III	2 IV	8 IV	14 III	29 IV	18	5	20	45	80	95	95	95	100

Таблица 81

Характеристика интенсивных снегопадов (1936—1976 гг.)

	X	XI	XII	I	II	III	IV	Максимум	Год, дата
Число снегопадов с приростом снега ≥ 10 см	1	0	1	0	1	3	0	2	1956-57
Число снегопадов с приростом снега ≥ 5 см	2	6	18	5	6	9	3	5	1940-41
Средний прирост снега в день со снегопадом, см	6,6	6,5	7,6	7,0	8,0	5,8	6,6	14	1—2 XII 1968
Средняя интенсивность снегопада, см/ч	0,8	0,4	0,4	0,6	0,4	0,2	0,5	1,84	3—4 I 1941, 27 II 1966

3—8 м/с (74%) и температуре воздуха в интервале от -4 до -16°C (72%). При больших морозах (ниже -20°C) интенсивные снегопады редки.

Продолжительность сильных снегопадов обычно не менее 4 ч, более чем в половине случаев их продолжительность оказывается более полусуток. Максимальная продолжительность снегопада (24 ч) отмечена дважды — в декабре 1959 и 1960 гг.

Максимальное количество снега, которое может вывалить за сутки, составляет 20 кг/м^2 (прирост высоты снега 14 см), т. е. около 40% расчетной снеговой нагрузки (56 кг/м^2). Увеличение высоты снежного покрова более 10 см за сутки дают снегопады продолжительностью более 8 ч, чаще — более 12—24 ч при средней интенсивности 0,9 см/ч. Наибольшая интенсивность снегопада (1,8 см/ч) отмечена 27 февраля 1966 г., прирост высоты снега за снегопад составил 13 см.

Из табл. 82 ясно видно, что увеличение массы снега за сут-

Таблица 82

Максимальный прирост массы снега (кг/м^2) за сутки различной обеспеченности (1937—1976 гг.)

Наблюденный максимум	Обеспеченность, %				
	2	5	10	20	50
20	23	19	16	13	9

ки 20 кг/м^2 и более можно ожидать не чаще, чем один раз в 50 лет. При максимальной высоте снега за зиму 50 см его максимальная масса составляет 70 кг/м^2 .

5.5. Метели и их продолжительность

В холодный период года усиление ветра обычно сопровождается метелями — переносом снега над поверхностью земли. Различают общую метель — перенос снега достаточно сильным ветром, когда трудно различить, выпадает ли снег из облаков или поднимается ветром с поверхности снежного покрова; низовую метель — перенос сильным ветром ранее выпавшего сухого снега в слое выше уровня глаз человека и поземок — перенос ранее выпавшего снега ветром непосредственно над поверхностью снежного покрова (до высоты 2 м). При усилении ветра поземок может переходить в низовую метель. Поземки обычно наблюдаются при более низких температурах воздуха, когда снег становится сухим и рыхлым.

Метели наносят большой ущерб народному хозяйству, особенно всем видам транспорта, так как на дорогах образуются снежные заносы, происходит ухудшение видимости. Значительный ущерб наносят метели и сельскому хозяйству. При сильных ветрах и рыхлой структуре снежного покрова происходит перераспределение снега и на полях могут образоваться оголенные участки, что иногда приводит к вымерзанию озимых культур. При рыхлой почве вместе со снегом во время метелей происходит выдувание частиц почвы.

Метели обычно возникают при прохождении фронта. Наиболее сильные из них связаны с глубокими циклонами, которые вызывают значительное усиление ветра. Самые сильные метели, охватывающие большие площади, бывают при прорыве южных циклонов и слиянии их с депрессиями западного происхождения.

В Омске и его окрестностях метели начинаются с октября и продолжают по май, правда, в мае бывают не ежегодно (табл. 83, 84). Наибольшей активности метелевая деятельность достигает в декабре — январе, когда в среднем отмечается 8—10 дней с метелью и столько же с поземком (рис. 29). Отклонение от средней величины до ± 10 дней составляет более 50% случаев (табл. 85).

Таблица 83

Среднее число дней \bar{n} с метелью по сезонам и за год и отклонения от средней (1936—1975 гг.)

Сезон	\bar{n}	$-\Delta n$	$+\Delta n$	$-\Delta n$
Зима	36	0,4	27	20
Весна	2	0,2	10	2
Осень	2	-0,4	4	2
Год	40	0,1	25	22

Таблица 84

Среднее число дней \bar{n} с метелью и среднее квадратическое отклонение в отдельные месяцы (1936—1975 гг.)

Месяц	\bar{n}	σ	Месяц	\bar{n}	σ
X	2	1,9	II	7	3,7
XI	6	4,4	III	6	3,9
XII	9	4,5	IV	2	2,1
I	8	3,3	V	0,3	1,0

Таблица 85

Характеристики числа дней n с метелью за год, повторяемость (%) отклонений от средней многолетней по градациям и число дней с метелью различной обеспеченности (1936—1975 гг.)

$n_{\text{наиб}}$	Год	\bar{n}	σ	Отклонение от нормы, %									
				0±5	± (6-10)	± (11-15)	± (16-20)	>±20					
65	1948-49	40	11,4	25	37	22	8	8					
$n_{\text{наиб}}$	Год	\bar{n}	σ	Обеспеченность, %									
				5	10	20	30	40	50	60	70	90	
65	1948-49	40	11,4	60	56	51	47	43	40	37	29	24	

В зависимости от условий зимы, вернее, от атмосферной циркуляции, повторяемость и интенсивность метелей из года в год меняется. В иную зиму бывает более 60 дней с метелью и примерно столько же с поземком (зима 1968-69 г.), а иногда их число не достигает и 20 (зима 1966-67 г.) (табл. 86).

Таблица 86

Наибольшее и наименьшее число дней n с метелью и поземком за 30-летний период (1946—1975 гг.)

Месяц	С метелью				С поземком			
	$n_{\text{наиб}}$	год	$n_{\text{наим}}$	год	$n_{\text{наиб}}$	год	$n_{\text{наим}}$	год
X	6	1953	0	.	4	.	0	.
XI	14	1946, 1949	0	.	18	1968	0	.
XII	17	1948, 1955	2	1944	21	1968	0	.
I	17	1949	2	1937, 1945	20	1970	3	1940
II	15	1949	0	1946	21	1972	2	1952
III	18	1948	0	1944	13	1945	0	1962
IV	6	1941	0	.	4	1969, 1971	0	.
V	2	1941, 1954	0	.	2	1969, 1975	0	.
Год	65	1968-69	18	1966-67	86	1968-69	12	1947-48

Примечание. Точка (·) означает, что явление наблюдается более трех лет.

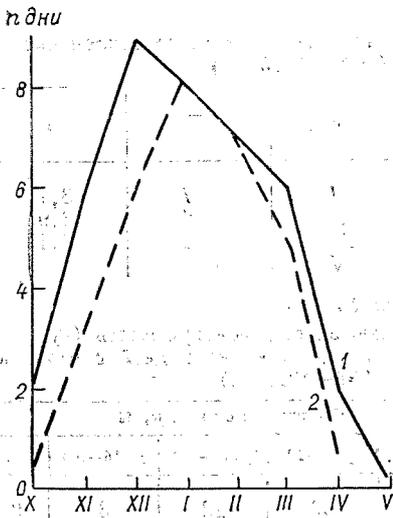


Рис. 29. Годовой ход числа дней с метелью (1) и поземком (2).

Особо опасными являются метели продолжительностью 12 ч и более. Повторяемость таких метелей за зиму составляет около 20% числа всех метелей (табл. 87).

Чаще всего (более чем в 50% случаев) метели наблюдаются при температуре -5 , -15°C . При низких температурах (-25°C и ниже) метели случаются редко (3% случаев), но являются наиболее опасными, так как при низких температурах снег становится мелкозернистым, рыхлым и легко переносится даже слабым ветром, имеющим устойчивое направление.

Возникновение метелей возможно в любое время суток, однако наиболее частыми они бывают во второй половине дня. Продолжительность отдельных метелей — от нескольких минут (10—15 мин) до двух и более суток. Так, в Омске наблюдалась метель непрерывной продолжительности 56 ч (с 27 февраля по 1 марта 1955 г.). Средняя продолжительность метелей за год в Омске более 250 ч. Максимальная продолжительность 387 ч. Средняя продолжительность метели в день с метелью около 6 ч. Продолжительность метелей наиболее резко возрастает от октября к ноябрю и еще более резко уменьшается от марта к апрелю (рис. 30).

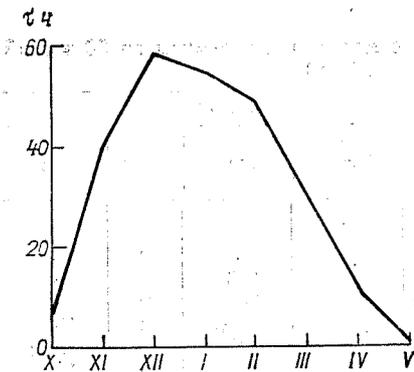


Рис. 30. Годовой ход продолжительности τ (ч) метелей.

При средней скорости ветра 6—9 м/с и 33% при 10—13 м/с. Метели при скорости ветра менее 6 м/с наблюдаются редко — около 7% случаев (рис. 31, 32).

Метели возможны при любых направлениях ветра, но чаще всего наблюдаются при юго-западных ветрах, преобладающих в зимний период (43%

Таблица 87

Повторяемость (%) метелей различной непрерывной продолжительности τ (1951—1975 гг.)

τ	Продолжительность, ч									$\tau_{\text{макс}}$	Дата
	<3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	>24		
6,1	33	29	16	8	5	3	2	1	2	56	27 II— 1 III 1955 г.

Таблица 88

Повторяемость (%) температуры воздуха в различных пределах при метелях (1936—1960 гг.)

Температура, °C		IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Год
от	до										
<-30,0					0,4	0,4	1				0,4
-29,9	-25,0				3	8	4	2			3
-24,9	-20,0			2	8	13	10	3			7
-19,9	-15,0			6	19	19	23	11			15
-14,9	-10,0	16	25	29	28	34	26	3			27
-9,9	-5,0	40	35	22	24	19	37	36			28
-4,9	0,0	41	28	18	8	8	20	57	100		19
> 0,0		3	4	1		1	0,9	4			1

Установлено, что при одной и той же скорости ветра в зависимости от состояния снежного покрова и других факторов может наблюдаться слабый поземок и сильная низовая метель, сильная общая метель или умеренная низовая метель и т. д. Любая метель сопровождается горизонтальным переносом сне-

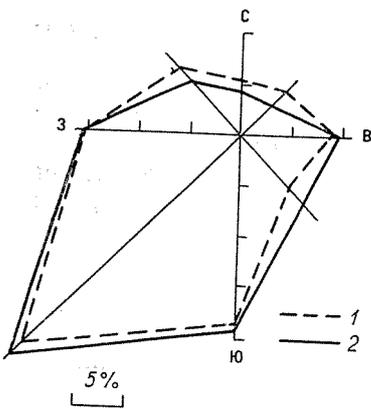


Рис. 31. Повторяемость (%) направлений ветра.

1 — общая, 2 — при метелях.

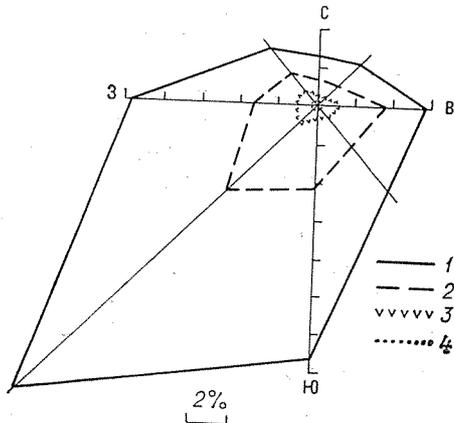


Рис. 32. Повторяемость (%) различных скоростей ветра при метелях.

1 — 6-9 м/с, 2 — 10-13 м/с, 3 — 14-17 м/с, 4 — 18-20 м/с.

га. Интенсивность и общее количество переносимого снега будет в этих случаях различаться.

При общих метелях главную массу переносимого снега составляет снег, выпадающий из облаков, причем осуществляет перенос при любой скорости ветра (табл. 89, 90).

Таблица 89

Повторяемость (%) различных скоростей ветра при метелях (1936—1960 гг.)

Скорость ветра, м/с					
<6	6—9	10—13	14—17	18—20	21—24
7,6	43,1	33,0	14,1	2,2	

Таблица 90

Максимальный за зиму перенос снега (м³/пог. м) при метелях всех видов по градациям скоростей и направлениям ветра (1936—1965 гг.)

Скорость, м/с				Направление							
6—9	10—13	14—17	>18	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
143	173	176	110	25	82	138	88	88	188	167	105

При низовых метелях и поземках снег переносится с поверхности снежного покрова. При больших скоростях ветра низовые метели наблюдаются чаще, чем другие виды метелей.

В степных районах создаются наиболее благоприятные условия для снежных заносов и снегопереносов. Средний за зиму снегоперенос за 30-летний период в Омске составляет 178 м³/пог. м, максимальный — 508 м³/пог. м без подразделения на виды метелей (при поземке 244, при общей метели 205, при низовой метели 154 м³/пог. м). Следует отметить, что такой большой для Омска снегоперенос (500 м³/пог. м) случается не часто (один раз в 20 лет). Объем переносимого снега зависит от продолжительности метелей и от интенсивности снегопереноса.

Особый практический интерес представляет объем отложившегося снега на дорогах, который всегда можно рассчитать по снегопереносу, введя поправку на плотность снега в декаду наибольшей его высоты (табл. 91).

Повторяемость числа дней с метелью по градациям приведена в табл. 40 приложения.

Таблица 91

Объем ($m^3/пог. м$) переносимого (V) и
отложившегося ($V_{отл}$) за зиму
снега при метелях всех видов обеспеченностью 5%

Станция	V	$V_{отл}$
Саргатское	186	126
Называевск	850	484
Калачинск	388	233
Омск	500	315
Борисовский	450	306

6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

6.1. Характеристика облачности

Характеристики облачности представляют большой интерес как для теоретических расчетов, так и для нужд различных отраслей народного хозяйства. Облака ограничивают приток солнечной радиации в дневные часы и уменьшают выхолаживание земной поверхности в ночное время, т. е. оказывают влияние на радиационный и тепловой баланс почвы, приземного слоя воздуха. Наблюдения за облачностью позволяют судить о развитии атмосферных процессов в данном районе и предстоящих изменениях погоды. С облачностью связано выпадение осадков, их вид, интенсивность, продолжительность, различные атмосферные явления, часто опасные. От условий облачности существенно зависит работа аэропортов.

При наблюдениях за облачностью определяются количество облаков, их формы и высота нижней границы. Количество облаков, или степень покрытия небосвода облаками, оценивается визуально по 10-балльной шкале отдельно для общей и нижней облачности. В последнее время проводятся также инструментальные наблюдения при помощи метеорологических локаторов и искусственных спутников Земли. Метеорологические локаторы следят за облачностью в радиусе 300 км. Искусственные спутники позволяют держать под наблюдением облачность над огромными территориями.

Формы облаков определяются в соответствии с международной классификацией. Выделяются облака верхнего, среднего, нижнего ярусов и облака вертикального развития (всего 10 основных форм). К общей облачности относятся облака всех ярусов, к нижней — облака нижнего яруса и вертикального развития.

Количество и характер облачности в течение года изменяются в соответствии с сезонным ходом циркуляционных процессов, определяющих направление движения воздушных масс и их влагосодержание. Наименьшая облачность наблюдается обычно в центре антициклонов, зимой также в тылу циклонов, в холодном воздухе. Наибольшая облачность отмечается в цен-

тре циклонов и в их передней части, т. е. в зоне теплых фронтов.

Характеристики облачности (средний балл, число ясных и пасмурных дней, повторяемость отметок по градациям) имеют более или менее аналогичный ход.

В среднем за год в Омске общая облачность составляет 6,5 балла, нижняя — наполовину меньше. Наибольшее количество облаков отмечается в октябре — ноябре, наименьшее — в феврале (рис. 33).

Суточный ход количества облаков наиболее ярко выражен весной и летом, зимой он сглажен. Максимальное количество облаков обычно наблюдается в дневные часы, минимальное — ночью. При прохождении фронтов эта закономерность нарушается. В феврале — марте из-за активного развития подынверсионной облачности в антициклоне максимум приходится на утренние часы.

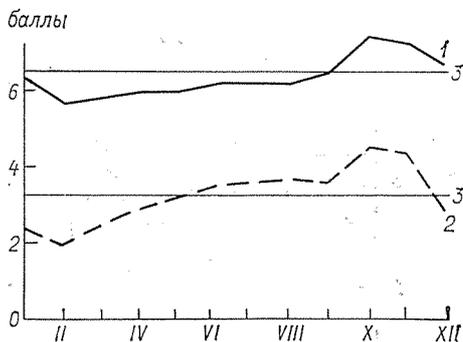


Рис. 33. Среднее количество облаков по общей (1) и нижней (2) облачности и за год (3).

По общей облачности в течение всего года преобладает пасмурное состояние неба (8—10 баллов); даже в весенне-летние месяцы оно наблюдается более чем в половине случаев, а в конце осени — начале зимы его вероятность увеличивается до 70%.

По нижней облачности преобладает ясное состояние неба (0—2 балла), вероятность которого в январе — феврале приближается к 80%. Наименьшую повторяемость и по общей, и по нижней облачности имеет полужасное состояние неба (3—7 баллов) — от 1 до 10% зимой, не более 20—23% в летние месяцы (рис. 34).

С мая по ноябрь при общей облачности 8—10 баллов нижняя облачность имеет также наибольшую вероятность 8—10 баллов. В остальные месяцы пасмурное состояние неба по общей облачности чаще всего сопровождается нижней облачностью 0—2 балла.

В среднем за год с учетом всей облачности наблюдается 37 ясных дней (по 3—5 в холодный период, по 2—3 в теплый). Пасмурных дней бывает больше, чем ясных, в 2—3 раза зимой и в 3—4 раза летом. По нижней облачности соотношение обратное: число ясных дней в несколько раз превосходит число пасмурных (табл. 92).

В отдельные годы режим облачности может существенно отличаться от среднего многолетнего. В одни месяцы преобладает преимущественно ясная погода, в другие, наоборот, пасмурная. Число ясных дней за год по общей облачности, например, колеблется от 62 (1951 г.) до 23 (1959 г.), пасмурных от 154 (1939 г.) до 100 (1963 г.).

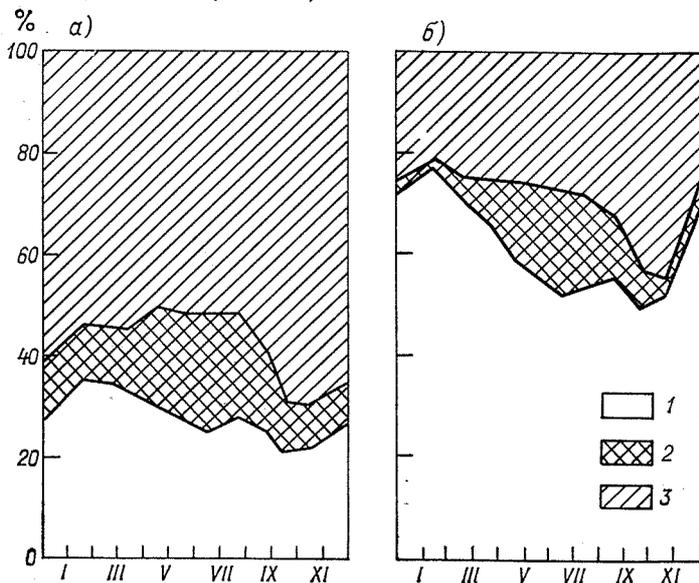


Рис. 34. Вероятность ясного (1), полуюсного (2) и пасмурного (3) состояния неба по общей (а) и нижней (б) облачности.

Представление об устойчивости ясной и пасмурной погоды дают соотношения $K_{\text{я}} = \frac{n_{\text{я}}}{P(0-2)}$ и $K_{\text{п}} = \frac{n_{\text{п}}}{P(8-10)}$, где $K_{\text{я}}$ и $K_{\text{п}}$ — коэффициенты устойчивости ясной и пасмурной погоды (%); $n_{\text{я}}$ и $n_{\text{п}}$ — число ясных и пасмурных дней (% от числа всех дней в месяце); $P(0-2)$ и $P(8-10)$ — повторяемость ясных и пасмурных дней (%).

По общей облачности в Омске более устойчива пасмурная погода, $K_{\text{п}}$ максимальный в период с октября по декабрь. По нижней облачности большую устойчивость имеет ясная погода, причем $K_{\text{я}}$ достигает наибольших значений с января по апрель (табл. 93).

Годовой ход повторяемости различных форм облаков тесно связан с особенностями погоды отдельных сезонов.

Преобладающими в течение всего года являются перистые облака, их повторяемость в холодный период составляет 29—

Таблица 92

Число ясных и пасмурных дней по общей n_o и нижней n_n облачности (1936—1964 гг.)

Состояние неба	Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII
Ясное	n_o	3,4	4,5	4,6	4,0	3,5	2,4	2,4
	n_n	15,4	15,1	15,5	14,3	12,1	10,2	8,9
Пасмурное	n_o	10,9	7,6	8,5	9,1	8,5	8,1	9,3
	n_n	1,5	0,9	2,1	2,1	2,4	2,2	2,0

Состояние неба	Характеристика	VIII	IX	X	XI	XII	XI—III	IV—X	Год
Ясное	n_o	2,9	2,6	2,0	2,2	2,8	20	17	37
	n_n	9,7	10,1	8,2	8,6	12,1	75	65	140
Пасмурное	n_o	8,5	10,2	14,5	14,7	13,5	70	53	123
	n_n	2,6	3,4	5,3	6,1	2,5	18	15	33

Таблица 93

Коэффициенты устойчивости (%) ясной ($K_{я}$) и пасмурной ($K_{п}$) погоды по общей (числитель) и нижней (знаменатель) облачности (1936—1964 гг.)

Коэффициент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$K_{я}$	37	44	43	40	42	30	32	32	35	29	32	31	36
	68	69	70	72	65	61	55	57	61	52	56	58	65
$K_{п}$	59	56	50	55	53	52	58	52	57	69	70	67	60
	21	14	28	28	32	27	22	29	34	40	45	26	31

35%, в теплый — 36—47%. Следующие по повторяемости — высоко-кучевые облака с максимумом также в летние месяцы. Наименее вероятны, хотя и бывают во все месяцы года, перисто-кучевые облака (1—3%).

Облака восходящего скольжения, сопровождающие теплые фронты, — перисто-слоистые, высоко-слоистые, слоисто-дождевые — наиболее редки летом, максимальную повторяемость они имеют в осенне-зимние месяцы из-за большой повторяемости циклонов в это время.

Благодаря наличию приземных инверсий, осенью и зимой создаются благоприятные условия также для частного образования подынверсионных облаков — слоисто-кучевых и других слоистообразных форм.

В теплый период года по мере увеличения продолжительности солнечного сияния, нарастания температуры почвы и воздуха, развития процессов трансформации и турбулентного перемешивания увеличивается повторяемость конвективных облаков вертикального развития. Максимум кучевых и кучево-дожде-

вых облаков четко прослеживается в июле (20—27%). В зимние месяцы эти облака возникают в очень редких случаях (повторяемость кучевых облаков, например, в январе всего 0,02%) (рис. 35).

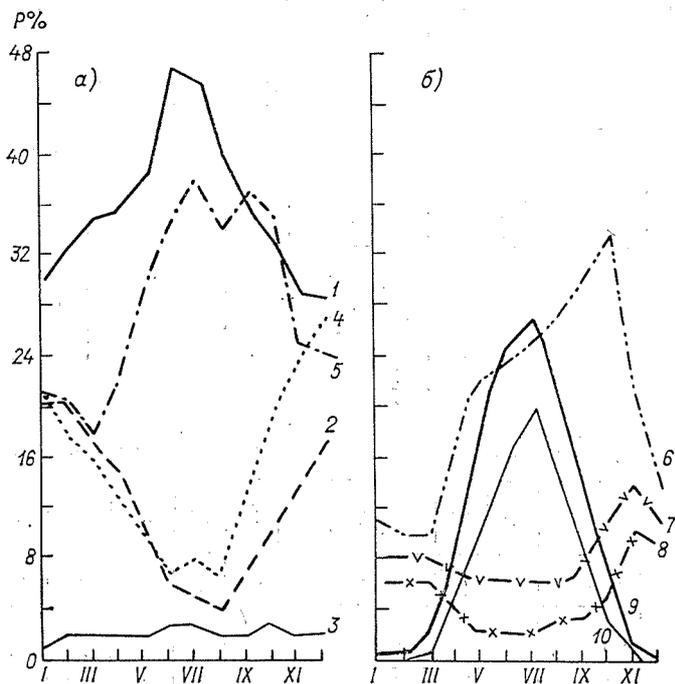


Рис. 35. Годовой ход повторяемости (%) форм облаков. а — облака верхнего и среднего ярусов, б — облака нижнего яруса и вертикального развития; 1 — перистые, 2 — перисто-слоистые, 3 — перисто-кучевые, 4 — высоко-слоистые, 5 — высоко-кучевые, 6 — слоисто-кучевые, 7 — слоисто-дождевые, 8 — слоистые, 9 — кучевые, 10 — кучево-дождевые.

Суточный ход основных форм облаков прослеживается в течение всего года, при этом более отчетливо он выражен для облаков нижнего яруса. Наибольшие колебания в течение суток наблюдаются в повторяемости облаков вертикального развития — кучево-дождевых и особенно кучевых форм: максимум отмечается в часы, близкие к полудню, минимум — ночью. Слоистые и слоисто-кучевые облака, напротив, более вероятны в ночные и утренние часы. Наиболее слабо выражен суточный ход облаков слоисто-дождевых форм, связанных обычно с прохождением циклонов и фронтальных разделов.

Большое практическое значение имеет изучение низкой облачности, особенно для нужд авиации, так как низкая облачность во многом определяет условия взлета и посадки самолета.

тов. Высоту нижней границы на метеорологических станциях отмечают только для облаков, расположенных не выше 2500 м над уровнем станции.

Для авиации особый интерес представляют облака с высокой нижней границы менее 300 м. Годовой ход повторяемости таких облаков по градациям нарастающим итогом показан на рис. 36.

Наибольшую повторяемость низкая облачность имеет в холодное время года с максимумом для облаков ниже 200 и 300 м в ноябре (10—18%), для облаков ниже 50 и 100 м в январе (2—4%). В теплый период повторяемость низкой облачности резко снижается по всем градациям, достигая минимума в мае—июне (2% и менее).

По рис. 36 можно для любого месяца определить повторяемость низких высот облачности в заданных пределах. Для этого из величины повторяемости верхнего предела высоты заданной градации следует вычесть величину повторяемости нижнего предела.

Например, повторяемость облачности с высотой нижней границы от 50 до 100 м в ноябре составляет $2,8 - 1,2 = 1,6\%$.

Низкая облачность наиболее часто наблюдается при штилях, а также летом при северных, северо-западных, северо-восточных ветрах, а в остальные месяцы — при ветрах южной четверти (табл. 94).

При сильных ветрах низкие облака наблюдаются редко, в основном в октябре — декабре. В среднем за год в Омске бывает 30 случаев облачности высотой ниже 200 м при скорости ветра 8—11 м/с, около 7 случаев — при скорости 12—15 м/с. В 1971 г. таких случаев было соответственно 55 и 15, в 1975 г. не отмечено совсем. По ежемесячным наблюдениям была рассчитана непрерывная продолжительность различных градаций высоты низких облаков для всех месяцев (табл. 95). В таблице

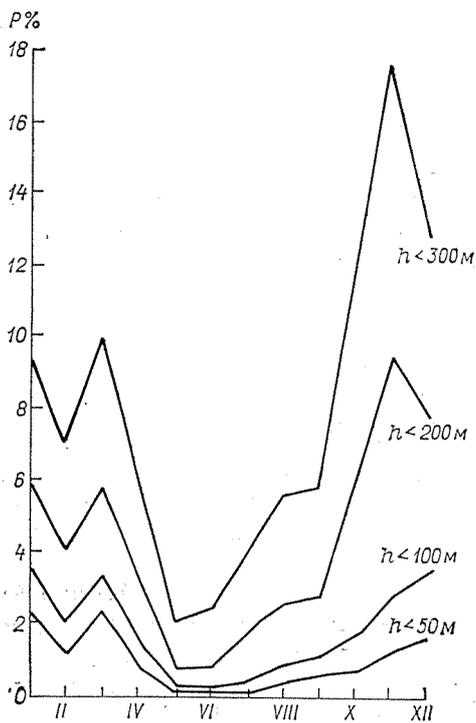


Рис. 36. Годовой ход повторяемости (%) высоты нижней границы облаков.

Таблица 94

Повторяемость (%) высоты нижней границы облаков ниже 100 м при различных направлениях ветра (1954—1975 гг.)

Направление ветра	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
С	1	2	1	1	9	14	23	12	9	2	1	1
СВ	4	2	2	9	9	33	7	9	2	5	4	6
В	7	9	1	7	17	0	3	3	1	3	1	4
ЮВ	11	24	11	16	13	0	0	4	1	9	15	12
Ю	17	6	22	6	0	4	5	1	3	15	25	20
ЮЗ	7	9	14	9	13	4	0	6	7	23	22	15
З	8	9	7	12	9	9	18	14	15	11	14	6
СЗ	3	8	3	9	9	4	29	19	12	2	1	3
Штиль	42	31	39	31	21	32	15	32	50	30	17	34

приведено также и суммарное за 20 лет число периодов каждого предела высоты облаков, дающее представление о надежности рассчитанных величин средних непрерывных продолжительностей.

По табл. 95 и рис. 37 можно определить обеспеченность любой непрерывной продолжительности высоты облачности. Наклонные линии на графике представляют собой кривые суммарной повторяемости для средних величин непрерывной продолжительности низкой облачности.

Таблица 95

Число периодов N с высотой облачности, равной и менее заданной, и их средняя непрерывная продолжительность τ (1954—1975 гг.)

Высота облачности, м	Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
50	$\frac{N}{\tau}$	98	60	73	30	6	5	8	20	26	36	60	70
		3,4	2,7	4,4	4,2	2,0	2,0	1,8	2,6	2,9	2,7	2,6	3,1
100	$\frac{N}{\tau}$	137	84	102	48	9	10	30	45	47	75	111	135
		3,6	3,1	4,3	4,0	2,6	2,2	2,0	2,8	3,1	3,2	3,4	3,5
200	$\frac{N}{\tau}$	207	144	185	126	42	40	96	123	117	217	269	220
		4,0	3,7	4,1	3,7	2,2	2,6	2,6	3,0	3,3	4,0	4,7	4,8

По оси абсцисс отложены истинные величины непрерывной продолжительности высоты облаков в часах, по оси ординат — обеспеченность каждой средней величины. Так, обеспеченность сохранения облачности ниже 50 м в феврале продолжительностью не более 2,5 ч составляет 68%, не более 5 ч — 88%. Облачность высотой менее 200 м обеспеченностью 95% будет удерживаться в этом месяце не более 10 ч, затем начнется ее рассеивание.

Повышенное количество ядер конденсации в большом городе по сравнению с окрестностями приводит к увеличению облачности. Летом этому способствуют также вертикальные токи термического происхождения, возникающие благодаря неравномерному нагреванию подстилающей поверхности. Повышенная же температура и пониженная влажность воздуха над горо-

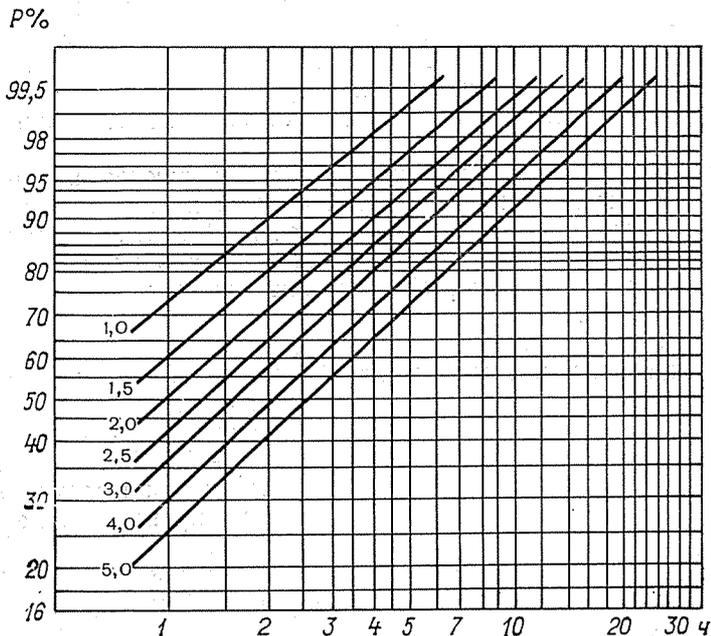


Рис. 37. График для определения повторяемости (%) средней непрерывной продолжительности высоты низких облаков, равной и менее заданной.

дом, наоборот, уменьшают влагонасыщение, что препятствуют облакообразованию.

В среднем годовое количество общей и нижней облачности в Омске на 0—2 балла выше, чем в Саргатском, и на 0,5 балла выше, чем в Борисовском. Повышение количества облачности больше присуще холодному периоду.

Характеристики облачности по месяцам и сезонам дополнительно представлены в табл. 41—47 приложения.

6.2. Дальность видимости

Для практических целей очень важно знать, на каком расстоянии перестают различаться очертания предметов за воздушной завесой. Это расстояние носит название метеорологической дальности видимости.

Характеристика дальности видимости имеет большое значение для всех видов транспорта, особенно воздушного. Исследования вопросов видимости объектов на улицах больших городов и шоссейных дорогах используются при разработке оптимальных норм освещенности.

Определение дальности видимости на метеорологических станциях чаще всего производится визуально, по выбранным заранее темным на фоне неба объектам, расстояние до которых известно. Из-за малого числа ориентиров и возможного занижения дальности видимости в сумерки и темную часть суток визуальные наблюдения часто бывают недостаточно точными.

Условия видимости в атмосфере определяются в основном состоянием атмосферного воздуха: содержанием в нем водяного пара, пыли, дыма и прочих примесей. В арктическом воздухе, более сухом и чистом, видимость обычно гораздо лучше, чем в тропическом, который содержит большое количество водяных паров и пыли.

В условиях Омска в течение всего года преобладает дальность видимости, превышающая 10 км. В теплый период она отмечается в 8—9 случаях из 10, в холодный — в 6—7. Снижение дальности видимости менее 1 км происходит не более чем в 3—4% случаев зимой и чрезвычайно редко летом. Пользуясь рис. 38, можно определить повторяемость любой градации ограниченной видимости во все месяцы года.

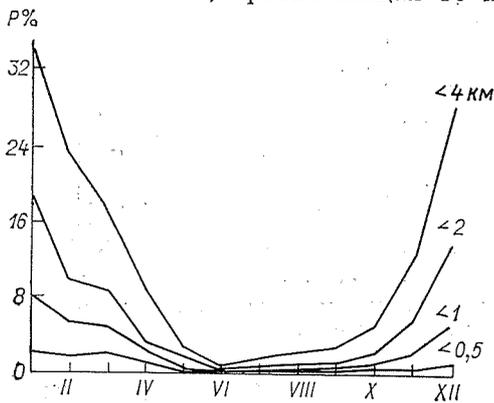


Рис. 38. Годовой ход повторяемости (%) дальности видимости.

зимой — ближе к полудню. Дней с дальностью видимости менее 1 км хотя бы в один из сроков бывает в среднем в январе не более трех, в июле такие случаи наблюдаются не каждый год.

Установить четкую связь между горизонтальной видимостью и влияющими на нее факторами трудно. Так, например, выпадение осадков часто сопровождается дымкой или туманом, и невозможно установить, какое явление становится определяющим в ухудшении видимости. Представляется возможным оценить влияние не отдельных атмосферных явлений на дальность

видимости, а их суммарный эффект. В теплый период года ухудшение дальности видимости до 4 км и менее происходит чаще всего при дымке и тумане (54%), несколько реже — в связи с выпадением осадков и при низкой облачности и лишь в 3% случаев — при мгле. Зимой причиной снижения видимости довольно часто бывают метели (в среднем за зиму 18%, в феврале до 25%).

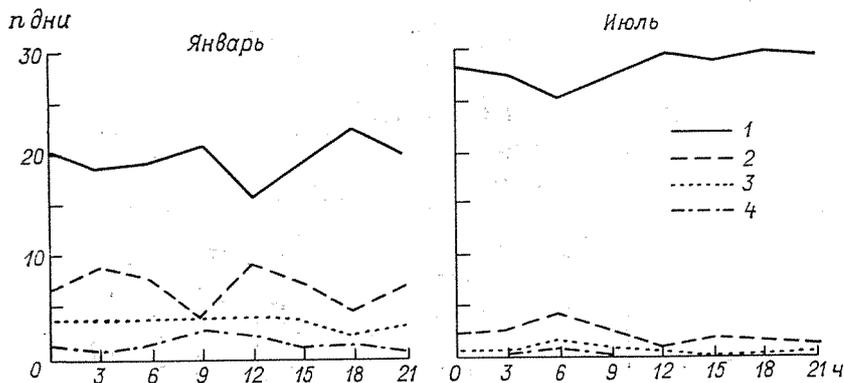


Рис. 39. Суточный ход повторяемости различных градаций дальности видимости.

1 — >10 км, 2 — 4—10 км, 3 — 1—4 км, 4 — <1 км.

Снижение дальности видимости менее 1 км летом наблюдается только из-за тумана. Зависимость ухудшения видимости от атмосферных явлений в отдельные месяцы показана на рис. 40.

В течение всего года ухудшение дальности видимости наиболее часто происходит при штиле и скоростях ветра до 5 м/с. Лишь в июле, ноябре и декабре снижение дальности видимости менее 1 км в 25—46% случаев наступает при ветрах более 6 м/с. В июне же такое уменьшение дальности видимости наблюдается исключительно при ветрах 6—11 м/с.

В зимний период до 30% случаев ухудшения дальности видимости сопровождаются ветрами юго-западного направления. Летом при ухудшении видимости преобладают северо-западные ветры, юго-восточные не отмечены ни разу.

Дальность горизонтальной видимости определяет возможность взлета и посадки самолетов, поэтому в авиации очень важно знать непрерывную продолжительность плохой видимости.

Видимость менее 0,5 и 1 км имеет, как правило, среднюю непрерывную продолжительность 1—2 ч, но зимой в отдельных случаях она может сохраняться 12—18 ч. Видимость менее 2 км обычно наблюдается в течение 1—3 ч, в зимний период возможна продолжительность от 18 до 24 ч, а 1—2 раза в месяц — в

течение 48—96 ч. В летнее время плохая видимость обычно длится не более 2 ч.

По рис. 41 и табл. 96 можно определить обеспеченность непрерывной продолжительности, равной и менее заданной, для любого месяца, а также продолжительность сохранения ограниченной видимости с любой обеспеченностью. Например, в ян-

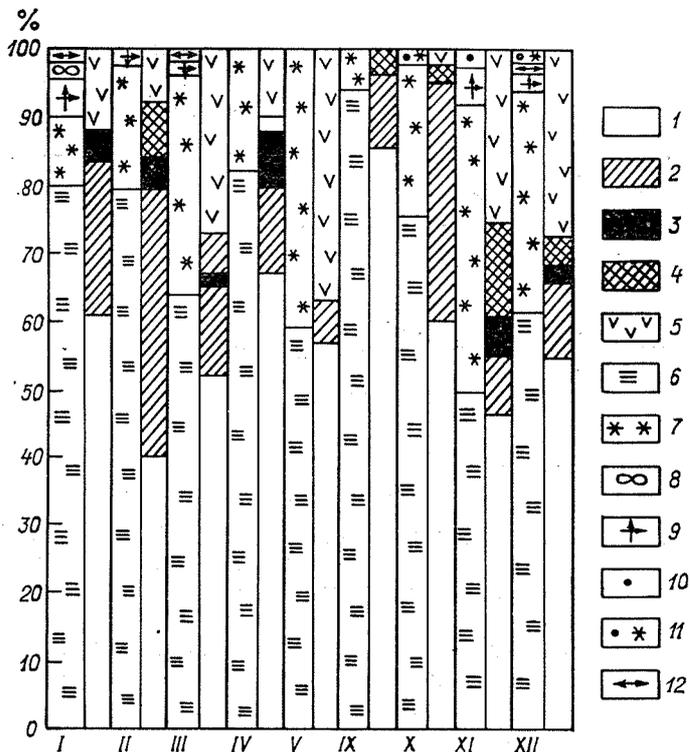


Рис. 40. Повторяемость (%) дальности видимости менее 1 км при различных скоростях ветра и разных атмосферных явлениях.

1— $v = 0 \pm 2$ м/с, 2— $v = 3 \pm 5$ м/с, 3— $v = 6 \pm 7$ м/с, 4— $v = 8 \pm 11$ м/с, 5— $v \geq 12$ м/с; 6— туман, 7— снег, 8— мгла, 9— низовая метель, 10— дождь, 11— смешанные осадки, 12— ледяные иглы.

варе средняя непрерывная продолжительность дальности видимости менее 1 км составляет 3,7 ч, продолжительность не более 5 ч в этом месяце имеет обеспеченность 84%, в 60% случаев такая видимость сохраняется в пределах 2,5 ч.

Повторяемость различных градаций видимости по сезонам в зависимости от атмосферных явлений и при различных скоростях ветра дана в табл. 48—51 приложения.

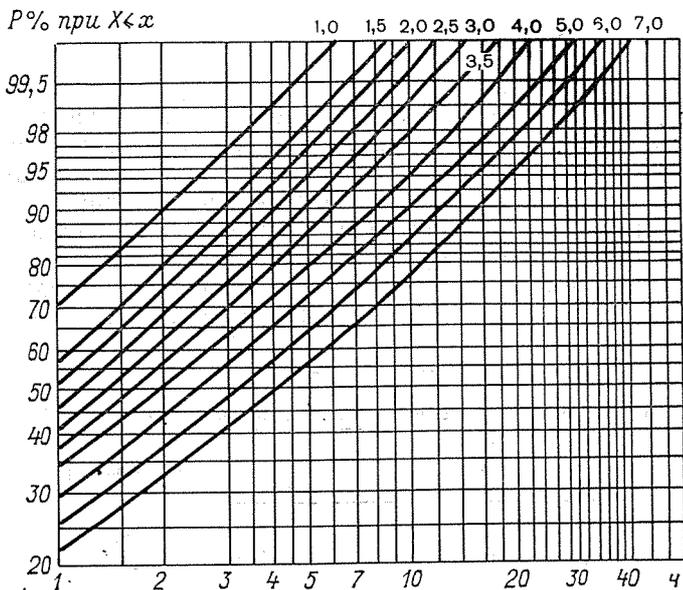


Рис. 41. График для определения повторяемости (%) средней непрерывной продолжительности дальности горизонтальной видимости.

Таблица 96

Число периодов N с определенной градацией дальности горизонтальной видимости и их средняя непрерывная продолжительность $\bar{\tau}$ (1954—1958 гг.)

Дальность видимости, км	Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<0,5	$\frac{N}{\bar{\tau}}$	25	14	20	10	4	—	1	5	5	5	10	17
		2,6	1,8	2,8	3,6	2,5	—	2,0	2,4	2,2	4,2	1,7	2,2
<1,0	$\frac{N}{\bar{\tau}}$	61	38	41	17	4	1	3	8	11	14	34	62
		3,7	2,6	4,2	4,1	4,0	1,0	1,3	2,5	2,4	2,7	2,1	3,1
<2,0	$\frac{N}{\bar{\tau}}$	108	84	66	35	8	1	7	12	13	28	68	119
		6,4	3,8	4,8	3,3	3,4	1,0	1,3	2,3	2,5	2,6	2,9	4,1
<4,0	$\frac{N}{\bar{\tau}}$	185	174	131	91	30	9	25	29	38	61	112	205
		7,0	4,4	4,6	3,1	2,7	2,7	2,1	2,4	2,3	2,7	3,9	5,1

6.3. Дымка и туманы

Дымка и туман относятся к числу явлений, ухудшающих видимость. Дымкой считается слабое помутнение воздуха у поверхности земли, вызываемое рассеянием света на взвешенных в нем мельчайших, не различимых глазом капельках воды или кристалликах льда. Дымка ослабляет краски ландшафта, скрадывает очертания предметов, а воздуху придает голубовато-серый оттенок. Видимость при этом наблюдается от 1 до 10 км.

В Омске дымка — довольно частое явление. В среднем насчитывается 141 день с дымкой за год (табл. 97). Наибольшее

Таблица 97

Число дней n с дымкой и ее продолжительность τ (ч) (1936—1975 гг.)						
Месяц	\bar{n}	$n_{\text{наиб}}$	Год	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{наиб}}$	Год
I	14	25	1954	119	304	1954
II	14	23	1957	102	219	1957
III	16	25	1954	109	247	1954
IV	13	21	1947	79	241	1947
V	7	13	1965	28	143	1947
VI	4	11	1962	17	50	1970
VII	10	17	1962	44	92	1959
VIII	13	22	1962	58	159	1947
IX	14	24	1950	62	151	1960
X	12	21	1967	72	227	1950
XI	11	23	1967	71	157	1967
XII	13	22	1969	95	241	1954
Год	141	193	1954	856	1582	1954
XI—III	68	100	1954			
IV—X	73	110	1962			

число дней (193) отмечено в 1954 г., наименьшее (65) — в 1946 г. Около половины всех случаев дымки приходится на зимний период, в это же время наблюдается и ее наибольшая продолжительность (табл. 98, 99).

Таблица 98

Число дней n с дымкой и ее продолжительность τ (ч) по сезонам и за год (1936—1975 гг.)

Сезон	$n =$	τ (общая)	$\bar{\tau}$ (в день с дымкой)
Зима	68	497	7,3
Весна	20	107	5,3
Лето	27	118	4,4
Осень	26	134	5,2
Год	141	856	6,1

Таблица 99

Повторяемость (%) дымки различной продолжительности τ (ч)
(1946—1975 гг.)

Период	$\bar{\tau}$ одного случая	Продолжительность, ч						
		<3	3—6	6—12	12—18	18—24	24—48	>48
XI—III	6,3	34	28	27	7	2	2	0,2
IV—X	4,4	42	38	16	3	0,5	0,4	0,1
Год	5,3	39	33	21	5	1	1	0,1

Реже всего дымка образуется в мае — июне (4—7 дней в месяц), в другие месяцы число дней с дымкой составляет от 10 до 16, а в отдельные годы может увеличиваться до 25.

В среднем за год отмечается 856 ч с дымкой. Иногда продолжительность оказывается вдвое больше или меньше средней (1582 ч в 1954 г., 421 ч в 1975 г.). Один случай дымки длится в холодный период в среднем 6,3 ч, в теплое время года 4,4 ч. В 9 случаях из 10 продолжительность дымки не превышает 12 ч, но случаются дымки продолжительностью и более двух суток. Так, в декабре 1954 г. дымка не прекращалась в течение 72 ч.

Видимость при дымке в половине случаев отмечается в пределах от 2 до 4 км, в 20% — менее 2 км, в 30% — превышает 4 км.

Возникновение и сохранение дымки чаще всего наблюдается при ветрах южного и юго-западного направлений скоростью 1—3 м/с. При ветрах более 8 м/с дымки случаются крайне редко.

При значительном скоплении в воздухе продуктов конденсации (мельчайших водяных капель или ледяных кристалликов, или тех и других вместе), когда в воздухе создается ощущение сырости и горизонтальная видимость становится менее 1 км, наблюдается туман. Цвет тумана белесоватый, но в некоторых промышленных районах он может принимать грязно-желтый и серый оттенки. Туман представляет собой серьезную опасность для всех видов транспорта, особенно для воздушного и водного. На железной дороге и автотрассах увеличивается опасность столкновения, снижается скорость движения. При густом тумане дальность горизонтальной видимости может уменьшаться до десятков метров и менее. Особо опасными являются туманы, при которых видимость на длительное время ухудшается настолько, что практически становятся невозможными какие-либо работы и движение транспорта. Во время тумана снижается освещенность и увеличивается потребление электроэнергии. Туманы наблюдаются обычно при штиле или слабом ветре, по-

этому они способствуют накоплению в воздухе продуктов промышленного выброса.

Из множества разновидностей тумана в условиях Омска различают три основных вида:

— радиационные туманы, возникают в результате ночного выхолаживания воздуха при значительном содержании влаги в нем и слабом ветре. Обычно мощность таких туманов небольшая, рассеиваются они под действием солнечного тепла утром или днем;

— адвективные туманы, образуются в любое время года и суток, обладают большой горизонтальной протяженностью и вертикальной мощностью до 300—600 м. Возникают в результате затока теплой воздушной массы на холодную поверхность;

— туманы испарения (местные туманы), возникают над реками и другими внутренними водоемами обычно осенью, когда воздух становится более холодным по отношению к водной поверхности и в нем появляется избыток водяного пара.

В Омске чаще всего наблюдаются радиационные туманы, этому способствуют значительная повторяемость ясного состояния неба. Всего за год бывает в среднем 31 день с туманом (табл. 100). Повторяемость туманов значительно меняется в ра-

Таблица 100

Число дней n с туманом и его продолжительность τ (ч) (1936—1975 гг.)

Месяц	\bar{n}	$n_{\text{наиб}}$	Год	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{наиб}}$	Год
I	5	12	1956	20	75	1956
II	4	9	1938	11	50	1946
III	4	12	1938	20	64	1946
IV	2	5	1937, 1942	9	29	1950
V	0,4	2	1942, 1949	1	6	1958
VI	0,5	3	1942	2	12	1947
VII	1	4	1959	3	23	1958
VIII	2	9	1938	6	42	1947
IX	2	6	1950	9	31	1946
X	2	7	1967	8	37	1947
XI	4	12	1947	9	126	1947
XII	4	10	1937, 1938	16	66	1946
Год	31	55	1938	124	334	1947
XI—III	21	44	1944			
IV—X	10	24	1942			

зные годы. Повышенное число туманов наблюдалось в 1936, 1942, 1949, 1963 гг. Наибольшее количество (55 дней) отмечено в 1938 г., наименьшее (12 дней) в 1951 г.

В связи с преобладанием антициклонических условий 70% годового числа туманов приходится на зимний период, когда

отмечается по 4—5, а в отдельные годы до 12 дней в месяц с туманом. В месяцы теплого периода бывает всего 1—2 дня с туманом, в мае и июне туманы случаются в среднем один раз в три года. Чаще всего туманы образуются во вторую половину ночи и в утренние часы (табл. 101).

Общая продолжительность туманов зимой во много раз больше, чем во все другие сезоны (табл. 102, 103). Около 60%

Таблица 101

Продолжительность (ч) туманов в различное время суток (1936—1965 гг.)

Время		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
от	до													
18	24	4	1	3	2	0,02	0,1	0,6	0,4	0,8	0,5	2	3	18
0	6	5	3	8	5	2	0,7	3	4	4	2	4	4	45
6	12	7	5	8	5	0,1		0,8	2	3	4	6	6	47
12	18	2	0,8	2	1						2	2	4	14

Таблица 102

Число дней n с туманом и его продолжительность τ (ч) по сезонам и за год (1946—1975 гг.)

Сезон	n	τ (общая)	$\bar{\tau}$ (в день с туманом)
Зима	21	86	4,1
Весна	2	10	4,0
Лето	4	11	3,1
Осень	4	17	4,2
Год	31	124	4,0

Таблица 103

Повторяемость (%) тумана различной продолжительности τ (ч) (1946—1975 гг.)

Период	$\bar{\tau}$ одного случая	Продолжительность, ч						
		<3	3—6	6—12	12—18	18—24	24—48	>48
XI—III	3,7	58	22	15	4	0,5	0,5	—
IV—X	2,0	57	25	15	3	—	—	—
Год	2,7	58	22	15	4	0,5	0,5	—

туманов имеют продолжительность в пределах трех часов. В теплое время года максимальная продолжительность не превышает 18 ч, в холодное время возможны гораздо более

длительные случаи. В марте 1961 г., например, отмечен туман, не прекращавшийся в течение 40 ч.

По интенсивности туманы подразделяются на очень сильные (видимость менее 50 м), сильные (50—200 м), умеренные (200—500 м) и слабые (500—1000 м). Около половины всех туманов в Омске относится к слабым, очень сильные туманы случаются в среднем в 10% случаев, т. е. 2—3 раза в год.

Существенное влияние на возникновение и сохранение тумана оказывает ветер. Слабое турбулентное перемешивание способствует образованию тумана, а значительное перемешивание приводит к его рассеянию или переходу в низкие облака. В Омске туманы в большинстве случаев отмечаются при штиле или слабом ветре (58% при скорости ветра 1—3 м/с). Один случай наблюдался при скорости ветра более 8 м/с. При ветрах более 5 м/с чаще всего происходит рассеяние туманов, хотя в отдельных случаях они могут сохраняться даже при ветрах более сильных, как, например, 13 марта 1947 г. и 3 февраля 1953 г. туман наблюдался при ветре до 10 м/с. Во время туманов преобладают ветры южного и юго-западного направлений (табл. 104), лишь в летние месяцы — северного и северо-западного (рис. 42, 43).

Таблица 104

Повторяемость (%) направлений ветра при тумане (1946—1975 гг.)

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
6	7	10	7	22	20	15	13	23

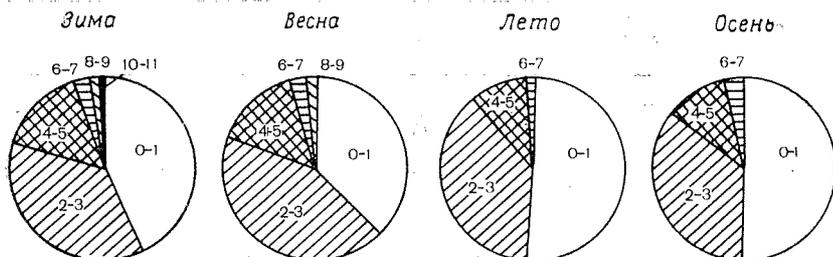


Рис. 42. Диаграммы повторяемости различных скоростей ветра (м/с) при туманах.

В настоящее время уделяется большое внимание разработке и усовершенствованию методов рассеяния туманов над аэропортами. Наиболее широко применяется метод воздействия на переохлажденные туманы с помощью хладореагентов, особенно твердой углекислоты (CO_2).

Характеристика числа дней с туманом по месяцам и сезонам приведена в табл. 52 и 53 приложения.

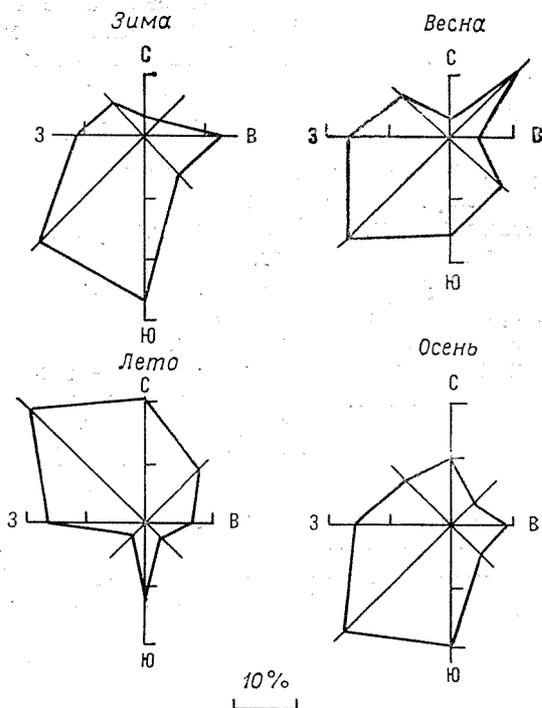


Рис. 43. Повторяемость (%) различных направлений ветра при туманах.

6.4. Грозы и град

Грозы. Грозой называют явление, характеризующееся либо видимой молнией, либо слышимыми раскатами грома, либо тем и другим вместе. Грозы являются следствием электрических разрядов между кучево-дождевыми облаками или между облаком и землей.

Под действием воздушных потоков разные по знаку заряды концентрируются в различных частях грозового облака, создавая разности потенциалов. При достижении разности определенной величины между разнозаряженными частями облака

происходит электрический разряд — молния. В природе различают следующие виды молний: линейная, наиболее распространенная, имеет форму синусоиды или вычерчивается в виде зигзага; четочная, когда по каналу разряда линейной молнии располагается ряд шариков диаметром в несколько сантиметров, с расстоянием между ними около 1 см; ленточная — имеет вид ярко светящегося изломанного канала со многими ответвлениями; плоская молния — бесшумное беловатое свечение значительной части грозового облака и шаровая молния — это светящаяся сфера, диаметром 10—15 см, красноватого цвета. Природа ее до конца не установлена, но, по утверждению очевидцев, появляется она из облаков и перемещается со скоростью нескольких десятков метров в секунду вдоль поверхности земли или на некоторой высоте. Сохраняется она недолго и исчезает либо бесшумно, либо со взрывом.

Электрическая энергия, образующаяся при грозах, огромна и составляет миллионы киловатт.

Грозы часто сопровождаются шквалистым ветром, сильными ливнями, градом. Интенсивность соответствующих явлений, как правило, значительная. Наиболее интенсивный дождь выпадает обычно непродолжительное время — 5—15 мин, затем его интенсивность ослабевает. Количество воды во время такого дождя огромно. Например, в Омске за такой грозовой дождь 24 июля 1945 г. выпало 74 мм осадков, т. е. более месячной нормы.

Возникновение гроз связано с прохождением фронтов, с процессами конвекции и мощными восходящими потоками в атмосфере. Различают фронтальные и внутримассовые грозы. На долю фронтальных гроз в Омске приходится 60%, внутримассовых — 40%.

Фронтальные грозы в большинстве случаев образуются на холодных фронтах, движущихся с севера, северо-запада, запада, реже, преимущественно в ночные часы, над теплыми фронтами и фронтами окклюзии. Иногда, в основном при прохождении быстро развивающихся холодных фронтов, возможны так называемые сухие грозы, не сопровождающиеся выпадением осадков.

Внутримассовые грозы — местные грозы, образуются в пределах данной теплой и влажной воздушной массы при сильно развитой конвекции, большей частью связаны с малоподвижными заполняющимися депрессиями (82%). В отдельных случаях они возникают в теплом секторе циклона и размытом поле пониженного давления.

Наблюдаются грозы в период с апреля по сентябрь, в основном в летний сезон (84% годового количества), реже весной и осенью (табл. 105, 106). В летние месяцы грозы бывают ежегодно (исключением был август 1944 г.), в апреле один раз в три года, в мае и сентябре — в 6—8 из 10 лет. В Омске в сред-

Таблица 105

Характеристика числа дней n с грозой за год, повторяемость (%) отклонений от среднего многолетнего по градациям (1936—1975 гг.)

$n_{\text{наиб}}$	Год	\bar{n}	σ	$n_{\text{наим}}$	Год	Отклонение от средней, дни				
						0 ± 5	$\pm (6-10)$	$\pm (11-15)$	$\pm (16-20)$	$> \pm 20$
41	1964	23	7,03	11	1941, 1963	51	35	12	2	—

Таблица 106

Число дней n с грозой и средние квадратические отклонения в отдельные месяцы (1936—1975 гг.)

Месяц	\bar{n}	σ	Месяц	\bar{n}	σ
IV	0,4	0,63	VII	8,1	3,54
V	2,4	1,76	VIII	4,7	2,45
VI	6,5	3,03	IX	1,0	1,07

нем за год отмечается 24 дня с грозой, в 1964 г. их было 41, в 1941 и 1963 гг. — всего по 11.

Максимум гроз в году наблюдается в июле, когда среднее число дней с грозой равно восьми, но в отдельные годы оно колеблется от двух (1938 г.) до 16 дней (1955 г.). Число случаев гроз примерно в полтора раза превосходит число дней с грозой.

Обеспеченность различного числа дней с грозой в любой месяц теплого периода можно определить по номограмме (рис. 44). Например, в июне при среднем числе дней с грозой 6,5

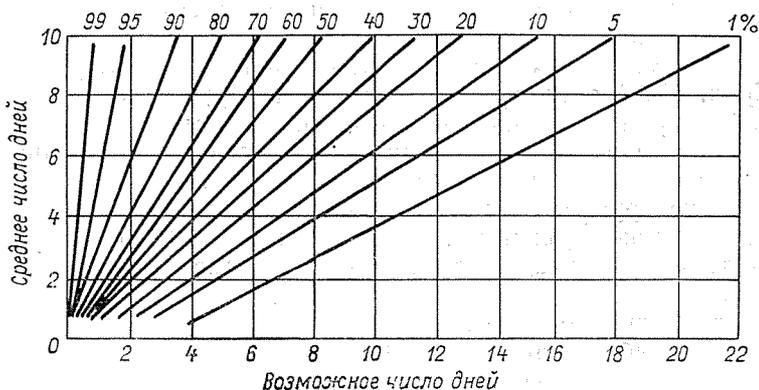


Рис. 44. Номограмма для расчета числа дней с грозой различной обеспеченности (%) выше указанных пределов в отдельные месяцы.

один раз в 20 лет (обеспеченность 5%) бывает не менее 12 дней, один раз в 100 лет (обеспеченность 1%) — 16 дней и более и т. д.

Годовой ход продолжительности гроз аналогичен годовому ходу их повторяемости (рис. 45). Общая продолжительность

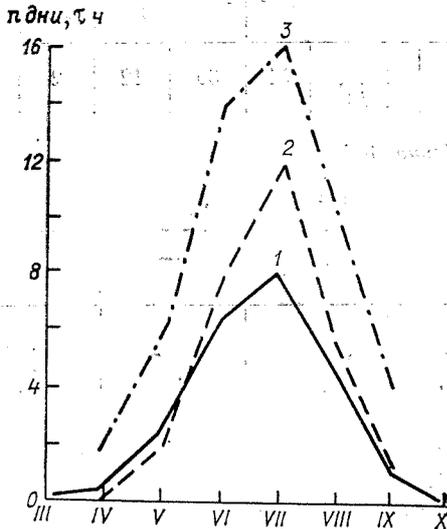


Рис. 45. Среднее (1), наибольшее (2) число дней n с грозой и общая продолжительность τ (3) гроз.

грозой деятельности в среднем 30,9 ч в год, из них 27 ч — в летние месяцы. В 1964 г. продолжительность гроз превысила 68 ч.

Одна гроза обычно длится в пределах часа, лишь в 5% случаев — свыше 3 ч. В сентябре 1944 г. зарегистрирована самая продолжительная за последние 40 лет гроза — более 8 ч.

Чаще всего грозы отмечаются во второй половине дня, с 15 до 23 ч местного времени (77% случаев), реже ночью и особенно редко в утренние часы. Образование гроз связано с определенными метеорологическими условиями: наличием неустойчивой влажной и теплой воздушной массы (температура 18—29°C и влажность 80% и более) и процессов, приводящих к увеличению вертикального градиента температуры (конвекции, распространения холодного воздуха над слоем теплого, подъема воздуха по фронтальной поверхности).

Град. Иногда во время грозы, чаще при сильных ливнях, выпадает град, в среднем немного чаще, чем один раз в год. Град представляет собой частички плотного льда различных, иногда очень крупных размеров. Но в основном град бывает мелкий, не крупнее горошины, и выпадает непродолжительное время, от нескольких минут до четверти часа. Наибольшая продолжительность града, отмеченная в Омске, была равна 30 мин.

Град наблюдается не ежегодно — в 80% лет в период с апреля по сентябрь (табл. 107). Наибольшая вероятность выпадения града в июле — один раз в три года, в апреле он случается один раз в 25 лет, в остальные месяцы — один раз в 4—5 лет (табл. 108). Всего за год насчитывается в среднем 1,5 дней с градом, в отдельные годы — до 4 (табл. 109).

Чаще всего град выпадает в послеполуденное время (с 13 до 17 ч) при максимальном развитии термической конвекции, в ночные часы он случается редко, с 3 до 7 ч практически не наблюдается (рис. 46).

Хотя выпадению града, как правило, предшествует гроза и ливень, однако град бывает гораздо реже гроз. В среднем за год из 22 случаев гроз лишь в одном выпадает град. В июле град наблюдается еще реже, всего в одном случае из 30 случаев гроз.

За период с 1936 по 1975 г. были три случая, когда выпадение града продолжалось в течение 30 мин (18 мая и 2 июня 1938 г., 21 мая 1941 г.).

Выпадает град обычно на небольших площадях пятнами или полосами. Град крупных размеров, причиняющий ущерб народному хозяйству, в Омске бывает крайне редко. Случаи наиболее опасного за последние 100 лет града наблюдались в Омской и Тюменской областях летом 1976 г. 27 июля в Омске град диаметром 20—22 мм продолжительностью 13 мин вызвал полегание зерновых культур в пригородных хозяйствах, повреждение силосных и овощных культур и ягодников. Еще более редкий случай града наблюдался 12 августа 1976 г. в совхозе Большепесчанском Называевского района (отдельные градины до 200 г) и в тот же день в 230 км от Омска, в Абатском, где в течение 10 мин выпадали градины диаметром 50 мм и более, некоторые массой до 600 г.

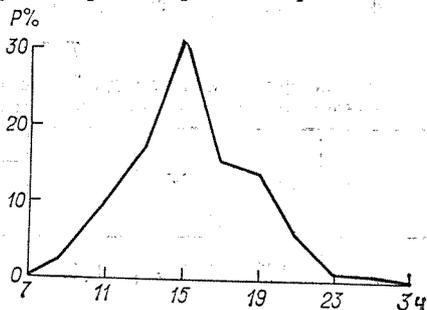


Рис. 46. Повторяемость (%) града в различные часы суток.

Таблица 107

Число дней n с градом и среднее квадратическое отклонение в отдельные месяцы (1936—1975 гг.)

Месяц	\bar{n}	σ
IV	0,1	0,33
V	0,3	0,54
VI	0,3	0,54
VII	0,4	0,65
VIII	0,2	0,41
IX	0,2	0,55

Таблица 108

Повторяемость (% от числа лет) града по месяцам (1930—1975 гг.)

IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV—IX
4	22	26	33	20	20	80

Таблица 109

Характеристика числа дней n с градом за год, повторяемость (%) отклонений от средней многолетней по градациям (1936—1975 гг.)

$n_{\text{наиб}}$	Год	\bar{n}	σ	Отклонение от средней, дни				
				0 ± 1	± 2	± 3	± 4	$\geq \pm 5$
4	1938	1,5	1,17	56	29	6	9	—

6.5. Пыльные бури

Пыльные бури — это перенос большого количества густой пыли, частиц сухой земли или песка сильным ветром, вследствие чего происходит помутнение атмосферы и видимость значительно уменьшается. Явление обычно для равнинного степного края, не богатого растительностью. Пыльные бури наиболее часто бывают и протекают наиболее интенсивно над районами, охваченными засухой. Причем структура и степень увлажнения почвы, наличие или отсутствие распашки играют не последнюю роль в их образовании. Например, с 1951 г. по южным районам Омской области происходила распашка новых земельных площадей и поэтому число дней с пыльной бурей в среднем за пять лет (1951—1955 гг.) увеличилось (табл. 110).

Таблица 110

Число дней с пыльной бурей по пятилетиям

1936— 1940 гг.	1941— 1945 гг.	1946— 1950 гг.	1951— 1955 гг.	1956— 1960 гг.	1961— 1965 гг.	1966— 1970 гг.	1971— 1975 гг.
55	24	40	120	59	34	44	18

Пыльные бури часто возникают в районах сильных ветров за холодным фронтом, а также в теплых и сухих, но очень неустойчивых воздушных массах (очень теплых в нижних слоях и холодных в верхних). Пыль переносится вверх сильными порывами ветра до значительных высот (300 м). Эти пыльные вихри, хотя и недолговечны и невелики по размерам, однако могут приносить существенный материальный ущерб.

Горизонтальная протяженность районов, охваченных пыльной бурей, различна — от нескольких сотен метров до тысяч километров и более, а вертикальная протяженность — от нескольких метров до нескольких километров. Так, пыльная буря 18—19 мая 1965 г. охватила не только южные районы Омской, но и Тюменскую область и север Казахстана. Она сопровождалась заметным ухудшением дальности видимости (менее 50 м), усилением ветра до 25 м/с.

Пыльные бури наносят большой ущерб народному хозяйству. Они уничтожают и повреждают посевы сельскохозяйственных культур, в распаханых степях летом выдувают верхние слои почвы, часто вместе с семенами и молодыми растениями, засыпают посевы, сады, дороги и канавы. Во время пыльных бурь приостанавливаются полевые работы, нарушается работа транспорта и т. д.

В апреле — мае 1968 г. пыльными бурями в Одесском и Павлоградском районах области были засыпаны поля и лесные колки слоем песка 20—30 см, а местами и более. В дни с пыльной бурей небо закрывалось густой пеленой, солнце иногда просвечивало как сквозь матовое стекло, а большую часть дня совсем не было видно. После каждой бури в колках образовывался мощный слой наносной почвы и песка. В Одесском районе в отдельных лесопосадках кустарники почти полностью оказались занесенными песком.

Пыльные бури в районе Омска образуются в основном в период с апреля по октябрь. Апрельские пыльные бури не ежегодны и обусловлены ранним сходом снежного покрова, интенсивным повышением температуры воздуха, отсутствием сомкнутого травостоя. В среднем за сезон бывает 10 дней с пыльной бурей. В отдельные очень редкие годы число пыльных бурь может достигать 30 за сезон (один раз в 50 лет).

Чаще всего пыльные бури наблюдаются в мае—июне, до трех дней в месяц. Примерно один раз в 20 лет в эти месяцы может быть 10—11 дней с пыльной бурей.

Средняя продолжительность пыльной бури составляет 2,9 ч, наибольшая — 28 ч; наиболее часто повторяющаяся продолжительность — от 1 до 5 ч (42% всех случаев). Продолжительность более 20 ч составляет всего 0,2% (см. табл. 54—59 приложения).

Весной, в апреле — мае, наиболее часто продолжительные пыльные бури наблюдаются при юго-западных и западных ветрах, осенью — при юго-западных и южных, летом — при северо-западных и юго-восточных ветрах, а наиболее продолжительные — при ветрах юго-восточной четверти (рис. 47).

В 90% случаев пыльные бури вызываются ветром 5 м/с и более.

Характерной синоптической ситуацией, обуславливающей возникновение пыльных бурь, является наличие над Казахста-

ном высотного антициклона или его отрога, ориентированного меридионально, по периферии которого происходит вынос масс теплого воздуха с Аральского моря и Западного Казахстана на юг Западной Сибири, и глубокого циклона над севером Западной Сибири, смещающегося на восток. Исключительно богат ве-

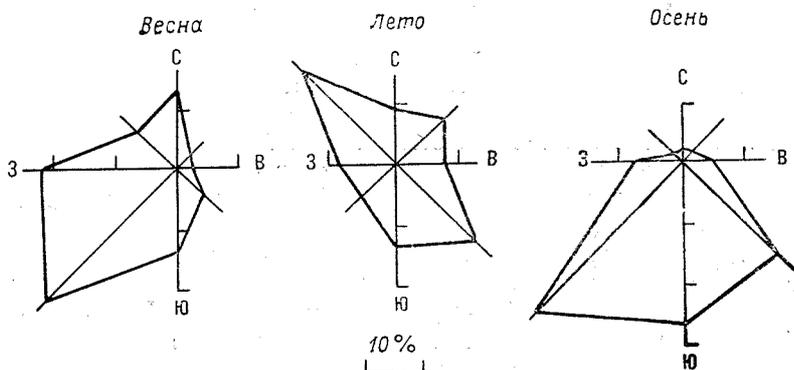


Рис. 47. Повторяемость (%) пыльных бурь при различных направлениях ветра.

сенными пыльными бурями был апрель 1968 г. По площади распространения и интенсивности они превзошли ранее известные.

6.6. Гололедно-изморозевые отложения

В холодное время года, чаще при наличии тумана, мороси, дождя, когда температура воздуха ниже 0°C , на поверхности земли, проводах, ветвях деревьев и на предметах преимущественно с наветренной стороны нарастает слой плотного прозрачного или матового льда — гололед или слой снеговидного рыхлого льда — зернистая изморозь. Образование гололеда или изморози зависит от размеров капель и скорости их замерзания при соприкосновении с предметами. Если капли крупные, замерзают медленно и успевают растечься, образуется гололед. При более низкой температуре (ниже -3°C) замерзание мелких капель происходит быстрее, без растекания и между льдинками остаются пузырьки воздуха, поверхность осадка получается не гладкой, а бугристой с отдельными выступами — образуется зернистая изморозь. В тихую морозную погоду при высокой относительной влажности, чаще при тумане или дымке, в результате сублимации водяного пара и замерзания очень мел-

ких капель появляется кристаллическая изморозь — белый осадок ажурного кристаллического строения, особенно часто наблюдаемый в Омске.

На дорогах при замерзании воды из-за наступления похолодания после оттепели или вследствие замерзания дождя и мокрого снега от соприкосновения с сильно охлажденной поверхностью образуется гололедица. Гололедица чаще имеет сугубо местный характер, и пространственные различия мало зависят от метеорологических факторов.

Все виды обледенения наземных предметов отрицательно сказываются на развитии многих отраслей народного хозяйства. Под действием отложений льда провода скручиваются, возникает вибрация, провисание и обрыв проводов, а иногда и поломка столбов. Образование гололедицы на дорогах создает неблагоприятные условия для наземного транспорта. Гололедно-изморозевые отложения являются вредными и для сельского хозяйства. Под их тяжестью ломаются ветви, а иногда и стволы деревьев; трава, покрытая коркой льда, становится недоступной для животных.

В Омске и его окрестностях при наличии холодных зим с очень редкими оттепелями создаются менее благоприятные условия для гололедообразования, чем на ЕТС на той же широте. Гололед наблюдается нечасто, а отложения мокрого снега — явление редкое и неежегодное. Тем не менее при благоприятных метеорологических условиях могут наблюдаться значительные по толщине отложения льда большой продолжительности. Так, 2—3 октября 1967 г. к северо-западу и западу от Омска отложение мокрого снега на проводах линий связи и электропередачи составило по массе более 400 г/пог.м, а на отдельных участках и того больше. Усилившийся ветер увеличил нагрузку на провода, в результате чего на линиях связи и электропередачи произошли аварии.

Сильная гололедица на дорогах Омска и области 23—26 декабря 1975 г. вызвала значительное осложнение их эксплуатации. Гололедица образовалась после выпадения дождя на уплотненную снежную поверхность. Резкое потепление и дождь привели к образованию слоя воды на дорогах, которая с понижением температуры замерзла, и дороги покрылись сплошным льдом. Толщина льда достигала 8—10 мм. В результате автотранспорт прекратил работу более чем на сутки, не выходили в рейс пассажирские автобусы. В период обледенения увеличилось число дорожных происшествий, имелись случаи аварий на дорогах. Такие отложения льда в основном случаются при прохождении южных циклонов через Казахстан на Барабинск и Среднюю Обь.

Гололед в Омске наблюдается с октября по апрель с наибольшей повторяемостью в ноябре — декабре, но иногда бывает и в мае (в двух годах из десяти) и даже в сентябре. Среднее

число дней с гололедом за год около восьми, в отдельные годы может доходить до 20. Чаще всего гололед образуется при дожде, мороси, мокром снеге при температуре от 0 до -5°C (70% случаев) и ветре южного, юго-восточного и юго-западного направлений при скоростях 2—5 м/с (48% случаев) и 6—9 м/с (29% случаев).

Изморозь — явление частое. Число дней с изморозью значительно превышает число дней с туманом за холодный период. В Омске наблюдается как зернистая, так и кристаллическая изморозь, но последняя является преобладающей. Зернистая изморозь нехарактерна для Омска по той причине, что образуется при более высокой температуре воздуха ($-5, -10^{\circ}\text{C}$), какая редко балует омичей зимой. Нарастает зернистая изморозь, как правило, в туманную погоду, поэтому туман и дымка являются наиболее распространенными явлениями при этом виде изморози. Повторяемость их составляет 79%. Наблюдается зернистая изморозь преимущественно при циклоническом типе погоды, кристаллическая же изморозь — при антициклоническом. Основное условие образования кристаллической изморози — низкие температуры (ниже -10°C), кроме того, наличие в воздухе дымки, тумана, ледяных игл (табл. 111).

Таблица 111

Повторяемость (%) атмосферных явлений в начале обледенения (1953—1967 гг.)

Вид отложения	•	,	*	*/▽	* ▽	*	△	△	≡
Гололед	19	21	9	2	2	5	18	5	7
Зернистая изморозь						4		2	50
Кристаллическая изморозь					0,4	3		0,4	12

Вид отложения	≡ ,	* =	=	*/•	↔	□	↯	Число случаев
Гололед	7	3	2	3			2	58
Зернистая изморозь		8	29				4	55
Кристаллическая изморозь	0,2	8	36		20	9		483

Изморозь может образовываться при ветре любого направления, но чаще всего при юго-западном и южном ветрах (рис. 48). Скорость ветра при этом составляет 2—5 м/с, при кристаллической изморози 0—3 м/с.

Среднее число дней с изморозью за сезон 54, в отдельные годы может достигать 85. Наблюдается изморозь с октября по апрель, достигая максимума в декабре — феврале (12—14 дней), что объясняется преобладанием однородной холодной

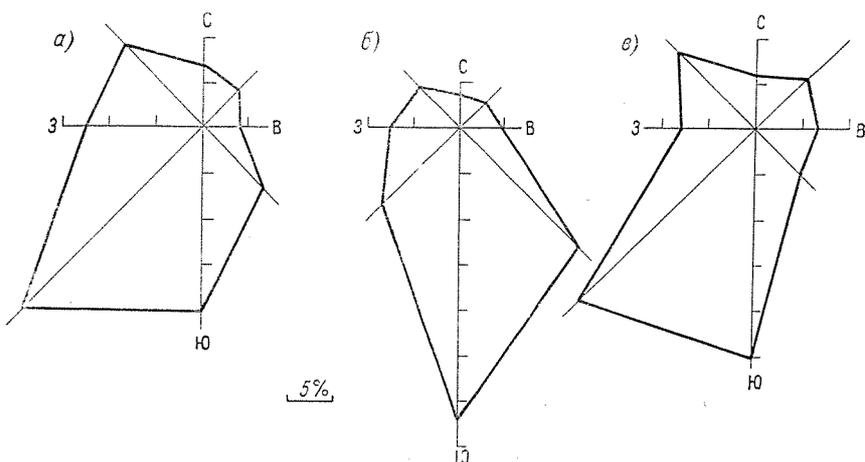


Рис. 48. Повторяемость (%) ветра различных направлений при гололеде (а), зернистой (б) и кристаллической (в) изморози.

воздушной массы в эти месяцы (близость центрального сибирского антициклона и его отрога) (рис. 49).

В марте число дней с изморозью уменьшается, поскольку возрастает повторяемость сильных ветров в связи с частым выходом южных циклонов; в октябре — ноябре небольшое количество дней с изморозью объясняется неустойчивостью зимних погодных условий.

Средняя продолжительность обледенения проводов в Омске в течение года независимо от вида отложения льда составляет 825 ч, из них 384 ч продолжается нарастание льда. Чаще всего обледенение сохраняется от 7 до 24 ч (67% случаев). Гололед на предметах удерживается в основном не более 6 ч. Известен случай, когда продолжительность гололеда составляла 59 ч (2 ноября 1960 г.). Продолжительность нарастания гололеда обычно менее 3 ч.

Изморозь в большинстве случаев удерживается на проводах около 24 ч, наиболее продолжительное сохранение зернистой изморози (до 120 ч) было отмечено в ноябре 1959 г., а кристаллической (до 279 ч) — в декабре 1966 г. Продолжительность нарастания изморози на проводах в 50% случаев не превышает 10 ч. На рис. 50 представлен годовой ход средней продолжительности обледенения для гололеда и изморози. Из 825 ч общей продолжительности за сезон продолжительность изморози

составляет более 750 ч, на остальные виды отложения льда остается всего около 100 ч.

Величина гололедно-изморозевых отложений. Диаметр отложения гололеда в 98% случаев не превышает 16 мм (диаметр

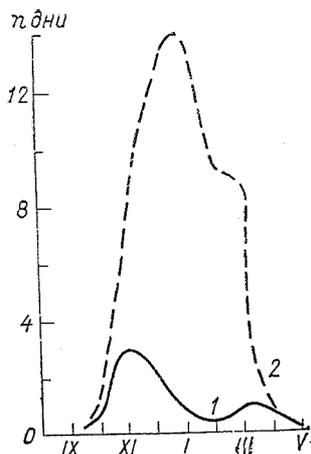


Рис. 49. Число дней n с гололедом (1) и изморозью (2).

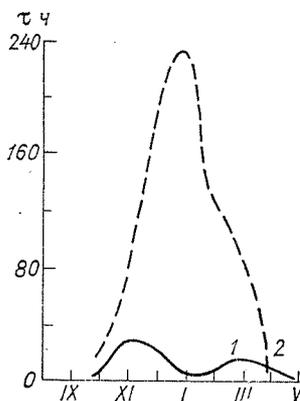


Рис. 50. Продолжительность τ гололеда (1) и изморози (2).

отложения указывается с учетом диаметра провода гололедного станка). Максимальный диаметр 24 мм был отмечен 17 ноября 1962 г. Масса отложения достигала 40 г/пог.м

Наибольшая повторяемость (98%) зернистой изморози приходится на диаметр 35 мм и менее. Максимальный диаметр не превышал 37 мм. Масса изморози в 67% случаев не превышает 40 г. Максимальная масса (96 г) наблюдалась при диаметре 28 мм 12 декабря 1968 г.

Диаметр отложения кристаллической изморози более 50 мм встречается очень редко. Лишь 8 декабря 1957 г. он достигал 61 мм, но максимальная масса (64 г) была отмечена при диаметре 51 мм 29 декабря 1966 г. В 90% случаев масса изморози не превышает 40 г/пог.м.

Территория Омска и его ближайшие окрестности не относятся к гололедоопасному району, поскольку преобладающим видом обледенения здесь является кристаллическая изморозь. Большой опасности для сооружений она не представляет, так как обычно невелика по массе и наблюдается при небольших скоростях ветра. Тем не менее значительные нагрузки от других видов обледенения, которые хотя случаются и нечасто, но порой бывают длительными, наносят немалый ущерб народно-

му хозяйству. Особенно страдают от гололедных нагрузок воздушные линии связи и электропередачи. В ряде случаев масса гололедно-изморозевых отложений может превышать собственную массу проводов.

Масса отложения гололеда на провода гололедного станка 93 г/м и менее может повторяться каждое десятилетие и один раз в 50 лет превышать ее более чем в два раза (табл. 112).

Таблица 112

Максимальная масса (P) гололедно-изморозевых отложений (г/м) и ее повторяемость один раз в определенное число (n) лет (1953—1972 гг.)

$P_{\text{макс}}$ (наблюденный)	Масса отложения один раз в n лет					
	P_2	P_5	P_{10}	P_{15}	P_{20}	P_{50}
96	38	75	93	115	165	212
355	130	225	325	400	570	750

Примечание. Первая строка — провод гололедного станка, вторая строка — провод линии электропередачи ($d = 10$ мм, $H = 10$ м).

Нагрузки на обледеневшие провода значительно возрастают при сильных ветрах (ветровая нагрузка). Аварии чаще всего происходят при одновременном воздействии на сооружения гололеда и ветра (гололедно-ветровая нагрузка). Ниже приводится таблица ветровых и результирующих нагрузок, возможных в определенное число лет (табл. 113).

Таблица 113

Ветровые (Q) и результирующие (R) нагрузки (г/м) на провода линии электропередачи, возможные в определенное число лет (1953—1972 гг.)

Q при $P_{\text{макс}}$			Q при $v_{\text{макс}}$			R_2	R_5	R_{10}	R_{15}	R_{20}
Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_2	Q_5	Q_{10}					
60	140	240	102	200	280	375	460	520	560	590

Примечание. Индекс при Q и R означает число лет.

Поскольку в Омске не производилось непосредственных измерений гололедно-изморозевых отложений на высотах, то гололедные нагрузки на высотные сооружения (выше 100 м) были определены косвенно, путем использования данных наблюдений за облачностью нижнего яруса и температурно-ветровыми условиями на стандартных аэрологических уровнях [25] (табл. 114). Из табл. 114 видно, что с высотой происходит увеличение массы гололеда. Величина максимальной нагрузки на высоте 100 м в 1,8 раза меньше, чем на высоте 300 м, и в три раза

Таблица 114

Максимальные и вероятностные значения гололедных нагрузок P (кг/м), возможных один раз в n лет, на различных высотах (1953—1976 гг.)

Высота, м	$P_{\text{макс}}$	Повторяемость раз в n лет				
		P_2	P_5	P_{10}	P_{15}	P_{20}
100	1,2	0,4	0,7	1,1	1,3	1,5
200	1,8	0,4	0,9	1,4	1,9	2,3
300	2,2	0,6	1,5	2,0	2,7	3,2
500	3,7	1,1	2,2	3,5	4,6	5,4

меньше, чем на высоте 500 м. Такое распределение гололедных нагрузок объясняется увеличением с высотой скорости ветра и продолжительности непрерывного существования облаков нижнего яруса.

Число дней, максимальная масса, продолжительность обледенения, температура и ветер при отложениях льда на проводах даны в табл. 60—64 приложения.

7. КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СЕЗОНОВ

7.1. Общая характеристика

Климат Омска типично континентальный, но его континентальность выражена значительно сильнее, чем в городах ЕТС, расположенных на той же широте, например в Минске, Москве или даже Челябинске. Индекс континентальности, вычисленный по формуле С. П. Хромова, для Омска составляет 0,90, для Москвы — 0,84, для Минска — 0,82.

Зима в Омске холодная, чаще суровая, продолжительная, с устойчивым снежным покровом, но немногоснежная. Лето теплое, чаще жаркое. Переходные периоды короткие, особенно весна. После зимних холодов быстро наступает летняя жара, и также быстро происходит переход от лета к зиме. Безморозный период составляет в воздухе 115 дней, на поверхности почвы 100 дней. Характерны резкие колебания температуры, особенно весной и осенью. В любой месяц возможны вторжения волн холода и, наоборот, температура может резко повыситься в отдельные дни и даже в течение суток.

Средняя температура самого холодного месяца (января) — 19°С. Минимальные же температуры в отдельные дни могут понижаться до —49°С. Средняя температура самого теплого месяца (июля) 18°С, максимальные температуры могут достигать 41°С. Такие температуры зимой на территории ЕТС встречаются только в самых северных районах Арктики, а в июле — только на юге ЕТС, например в Харькове, Ставрополе.

Абсолютная годовая амплитуда температуры воздуха очень большая — 90°С, что также подчеркивает континентальность климата.

Интересно проследить изменение температуры с запада на восток на примере городов, расположенных на одной широте (табл. 115).

Из табл. 115 видно, что с продвижением в глубь материка на восток годовая амплитуда температуры воздуха резко возрастает, зима становится все холоднее, летняя температура, хотя и не так резко, как зимой, но тоже растет — все это говорит об усилении континентальности. Изменчивость средних температур

Таблица 115

Сравнительная характеристика температуры в зависимости от долготы места

Город	Средняя температура, °С			Годовая амплитуда, °С
	I	VII	год	
Минск	-2,8	17,4	7,1	20,2
Москва	-10,8	18,0	3,6	28,8
Казань	-13,6	19,9	3,2	33,5
Челябинск	-16,4	18,1	1,5	34,5
Омск	-19,2	18,3	0,0	37,8

большая. Температуры ниже -40°C могут наблюдаться в течение пяти месяцев — с ноября по март. Оттепели в зимние месяцы — явление редкое и кратковременное.

Зимние морозы чаще всего наблюдаются при ветрах северного, северо-восточного и восточного направлений. Оттепели зимой приносятся западными и юго-западными воздушными потоками, весной — южными, юго-западными и юго-восточными. Летняя жаркая погода преобладает при юго-восточных, восточных и южных ветрах (см. табл. 23 приложения).

Годовое количество осадков невелико — 330 мм. Большая их часть приходится на летнее время года, что несколько сглаживает недостаток их общего количества. В засушливые годы осадки обычно выпадают во второй половине лета. Периодические засухи и суховеи — характерное явление для Омска.

Устойчивый снежный покров образуется во второй половине ноября, высота его к концу зимы составляет 26 см, в многоснежные зимы высота может достигать 50 см (1968-69 г.), а в малоснежные не превышать и 10 см (1952-53 г.). Залегание снега неравномерное, продолжительность залегания 159 дней. Вследствие небольшой высоты снежного покрова в отдельные годы почва промерзает до 275 см.

Немаловажная особенность климата Омска — обилие солнечного света — обусловлена малым количеством облачности и длинным летним днем. Средняя годовая продолжительность солнечного сияния почти такая же, как в южных городах Советского Союза. Обилие солнца и тепла в период вегетации в значительной мере компенсирует кратковременность периода положительных температур и обеспечивает вегетацию растений. Вегетационный период длится 160 дней.

Преобладающее направление ветра в холодный период года юго-западное, западное, летом — северо-западное, северное. Средняя скорость ветра зимой 4—5 м/с, летом несколько меньше при большей порывистости ветра. Весной, осенью и особенно во второй половине зимы наиболее часто наблюдаются сильные ветры. Известно, что усиление ветра даже на 1 м/с равносильно

понижению температуры примерно на 2°С (по Арнольди). При низких температурах любое усиление ветра приводит к дискомфорту, и для города зимой (см. главу 8) важнейшим фактором является ветрозащита застроенных территорий. Летом, при высокой температуре и обилии солнечного сияния необходимо ограничение инсоляции на сильно нагреваемые поверхности.

Вследствие большой изменчивости конкретных условий погоды в течение года и от года к году легче выявить закономерности климата, рассматривая их по сезонам. Для Омска сезоны выделены по показателям, предложенным Главной геофизической обсерваторией для выполнения всех описаний климата больших городов.

Сезон	Начало	Конец	Продолжительность, дни
Зима	10 ноября	8 апреля	150
Весна	9 апреля	31 мая	52
Лето	1 июня	9 сентября	102
Осень	10 сентября	9 ноября	60

Термический режим и режим влажности сезонов представлены в табл. 116 и 117.

Таблица 116

Средняя и экстремальная температура воздуха (°С) по сезонам (1930—1975 гг.)

Сезон	\bar{t}	Возможные отклонения от средней			T_{\max}	T_{\min}
		$\pm \Delta t$	$+\Delta t_{\text{наиб}}$	$-\Delta t_{\text{наиб}}$		
Зима	-14,8	1,7	5,5	6,5	7	-2,7
Весна	6,0	1,7	4,6	2,8	35	24,0
Лето	16,9	0,8	2,6	1,6	41	32,0
Осень	5,9	1,1	2,7	2,4	34	21,0
Год	0,0	0,8	2,8	1,5	41	34,0

Сезон	\bar{t}_{\max}	T_{\min}	\bar{T}_{\min}	\bar{t}_{\min}	Амплитуда	
					абсолютная	суточная
Зима	-13,4	-49	-36,3	-22,6	56	9,0
Весна	12,1	-27	-10,0	0,4	62	11,4
Лето	23,4	-4	3,3	10,8	45	12,5
Осень	11,4	-28	-8,0	1,2	62	9,8
Год	5,4	-49	-40,0	-5,1	90	10,4

Таблица 117

Влажность воздуха по сезонам и за год (1936—1974 гг.)

Сезон	Абсолютная влажность, мбар	Относительная влажность, %					Минимальная относительная влажность, %	Число дней с относительной влажностью		
		14	74	134	194	сутки		в один из сроков		в 13 ч >80%
								<30%	<50%	
Зима	2,0	82	82	78	80	80	22	0	3	71
Весна	6,1	75	70	48	56	62	6	17	30	7
Лето	12,7	82	75	49	59	66	8	15	50	7
Осень	7,2	80	84	58	82	76	8	5	23	11
Год	6,2	81	79	63	70	71	6	37	107	97

7.2. Зима

Зима начинается с переходом температуры воздуха через -5°C , (2 ноября), с установлением ледостава на Иртыше (10 ноября) и с образованием устойчивого снежного покрова (8 ноября). В этот период все климатические факторы взаимно усиливают друг друга, как бы торопя наступление зимы. Ноябрьский день короче июльского на 9 ч. До конца декабря солнце опускается все ниже, день продолжает укорачиваться — 22 декабря самый короткий день в году. Приход тепла от солнца все уменьшается, температура понижается. В ноябре—декабре — наибольшее число пасмурных дней (до 15). Из-за облачности порой кажется, что солнца нет целыми днями. С ноября по февраль земля получает наименьшее количество тепла, около 70—75% солнечной радиации отражается в пространство снежным покровом. Земля интенсивно раздает свое тепло — стынет. За всю зиму продолжительность солнечного сияния составляет всего 527 ч. Радиационный баланс отрицательный. Средняя продолжительность зимы 150 дней. Самое раннее наступление зимы отмечено 10 октября 1949 г. и 14 октября 1976 г., а самое позднее — 4 декабря 1938 г. и 3 декабря 1977 г. Наиболее короткая зима (130 дней) — это зима 1944-45 г., а самая длинная (185 дней) — зима 1922-23 г.

Первые сильные морозы, достигающие -30 , -35 и даже -40°C , зарегистрированы в начале ноября, в декабре—феврале возможны и более низкие температуры. Средняя температура зимнего периода составляет -15°C . Температура отдельных зим может существенно отклоняться от средней. Зимний характер циркуляции устанавливается с ноября и сохраняется по март. Для первых месяцев зимы характерна большая циклоничность, в конце зимнего периода наблюдается холодная, ясная, антициклоническая погода, прерываемая лишь кратко-

временными потеплениями при прохождении циклонов, сопровождающихся значительным усилением ветра и метелями. В те годы, когда циклонические вторжения с запада повторяются часто, зима имеет мягкий характер. Так, аномально теплой за последние 45 лет была зима 1961-62 г. со средней температурой -9°C .

В те годы, когда сибирский антициклон, определяющий зимний режим в Сибири, особенно резко выражен и особенно устойчив, зима крайне сурова. Аномально холодной была зима 1968-69 г. со средней температурой -21°C (табл. 118). В течение зимы наблюдается 85—90 дней со средней суточной температурой воздуха ниже -15°C (с 4—13 декабря по 3—7 марта). Устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через -20°C в Омске не наблюдается, но около 70 дней за зиму отмечается минимальная температура воздуха ниже -20°C и около 40 дней — со средней суточной температурой ниже -20°C . Средние суточные температуры ниже -40°C наблюдаются не ежегодно, минимальные же — каждый год (табл. 119).

Чаще всего морозная погода с температурой -20°C и ниже наблюдается при непрерывной продолжительности в течение пяти суток (78—87%). Продолжительные морозные периоды до 25 суток и более случаются не ежегодно (0,8%). За последние 45 лет наибольшая непрерывная продолжительность периода со средней суточной температурой ниже -20°C наблюдалась 27 дней (зима 1968-69 г.). Сумма отрицательных температур за холодный период года составляет 2200—2300 $^{\circ}\text{C}$.

Декабрь — февраль является наиболее суровым периодом зимы, средние месячные температуры колеблются в пределах -18 , -19°C , а минимальные температуры (-47 , -49°C) — самые низкие в году. Оттепели (повышение температуры воздуха до 0°C и выше на фоне установившихся отрицательных температур) — явление редкое и кратковременное (1—2 дня), максимальная температура при этом чаще всего 0,1—3,0 $^{\circ}\text{C}$. Более продолжительные оттепели (до 10 дней) отмечаются только в ноябре и марте (см. табл. 20 приложения).

Морозы -40°C могут наблюдаться в любой из пяти месяцев — с ноября по март. Отопительный период (период со средней суточной температурой 8°C и ниже) длится в среднем 220 дней, но в отдельные годы его продолжительность может значительно отличаться от средней [например, зима 1972-73 г. — 249 дней, зима 1966-67 г. — 197 дней (см. табл. 42)]. Средняя температура отопительного периода составляет $-7,7^{\circ}\text{C}$, а средняя температура наиболее холодной части отопительного периода (вентиляционная температура) -23°C , расчетная температура самой холодной пятидневки -37°C .

В течение ноября — декабря идет накопление снега, в последующие месяцы увеличение высоты снежного покрова замед-

Таблица 118

Сведения о температурном и ветровом режиме в наиболее теплую (1961-62 г.) и наиболее холодную (1968-69 г.) зимы

Элемент	Теплая зима						Холодная зима					
	XI	XII	I	II	III	за зиму	XI	XII	I	II	III	за зиму
Средняя месячная температура воздуха (°C)	-6,8	-10,4	-13,2	-11,2	-4,7	-9,2	-13,6	-23,4	-30,0	-25,2	-14,1	-21,2
Отклонение температуры от нормы (°C)	2,1	6,1	6,0	6,6	7,1	5,6	-4,7	-6,9	-10,8	-7,4	-2,3	-6,4
Абсолютный максимум температуры воздуха (°C)	7,8	3,3	-2,6	2,7	7,5	7,8	1,9	-2,1	-16,4	-1,2	-0,2	1,9
Абсолютный минимум температуры воздуха (°C)	-26,3	-23,8	-26,6	-27,7	-21,1	-27,7	-39,3	-44,7	-43,5	-42,9	-28,2	-44,7
Сумма отрицательных температур нарастающим итогом на последний день месяца (°C)	227	548	958	1271	1431	—	407	1132	2061	2769	3207	—
Средняя месячная скорость ветра (м/с)	4,1	4,6	3,9	3,6	4,5	4,1	4,3	4,7	2,6	3,6	4,2	3,9
Отклонение скорости ветра от нормы (м/с)	-0,7	-0,3	-0,8	-1,4	-0,7	-0,8	-0,7	0,1	-2,0	-1,3	-1,2	-1,0
Максимальная скорость ветра (м/с)	10	10	8	10	14	14	18	13	10	18	20	20
Число дней с метелью	4	6	7	1	10	28	14	15	3	9	6	47
Продолжительность метелей (ч)	32	37	39	14	47	169	97	92	23	48	39	299
Максимальная скорость ветра при порывах (м/с)	16	18	12	14	18	18	22	17	13	23	25	25

Таблица 119

Число дней с низкими средними суточными и минимальными температурами воздуха

Температура, °С					
средняя суточная			минимальная		
< -20	< -30	< -40	< -20	< -30	< -40
39,8	7,7	0,2	67,8	18,7	1,3

ляется. Максимальной высоты он достигает в марте. Для снежного покрова характерна неравномерность залегания. В зависимости от характера залегания и высоты снежного покрова возможно промерзание почвы от 148 см (1948-48 г.) до 275 см (1969-70 г.). К концу марта приурочена максимальная глубина промерзания. Для Омска характерно медленное нарастание снежного покрова и низкие температуры в ноябре—декабре.

В течение зимы наблюдается наименьшее в году количество осадков, около 20% годового количества. За пять зимних месяцев выпадает осадков столько же, сколько летом в июле (70 мм), причем большая их часть выпадает в первую половину зимы. От ноября к февралю количество осадков убывает, в феврале достигает наименьшей величины в году (8 мм). Число же дней с осадками (со снегом) 0,1 мм и более в ноябре—декабре наибольшее (до 14 дней в месяц), а с осадками 5 мм и более — не чаще одного раза в 10 лет. Осадки в основном обложные, малоинтенсивные, с наибольшей продолжительностью в году (свыше 120 ч в месяц), а в феврале—марте несколько меньше (до 80 ч). Длительность выпадения снега в день со снегом 8—10 ч. Снегопады нередко сопровождаются метелями, которые наиболее часто наблюдаются в период с декабря по март. (О метелях подробно сказано в разд. 5.5.)

Для Омска характерны зимние туманы (около 70% всего количества туманов), что связано с большой повторяемостью антициклонической погоды. Средняя их продолжительность до 80 ч.

А вот различные виды гололедно-изморозевых отложений для Омска мало характерны. При оттепелях, обычно в начале и конце зимы, а также ранней весной и поздней осенью, можно наблюдать на деревьях, проводах и других предметах отложение гололеда и налипание мокрого снега. Отложение гололеда чаще всего наблюдается в ноябре и апреле, а налипание мокрого снега — в октябре и мае, случается не чаще одного раза в 2—3 года. Несмотря на малую повторяемость, в отдельных случаях эти отложения могут достигать значительных размеров, и при наличии сильного ветра, который обычно сопутствует им, происходит обламывание сучьев, обрыв проводов и даже зна-

чительные разрушения. Например, 30 ноября 1969 г. отложения гололеда с изморозью повредили линии связи и электропередачи на большом участке к югу от Омска.

Преобладающее направление ветра в холодный период юго-западное, западное. Скорость ветра значительная (4—5 м/с), мало меняется от месяца к месяцу. Суточный ход выражен слабо, суточная амплитуда незначительна. Но омичам хорошо знаком зимой и сильный ветер. Ветер 15—20 м/с (порывами до 30 м/с и более), чаще с метелями, не редкость в любой месяц, особенно ими богаты январь и февраль.

Относительная влажность в зимний период высокая, наибольшее ее значение приходится на ноябрь—декабрь (82%). Суточный ход незначительный ($A=1\%$), лишь в марте амплитуда доходит до 4%. Наибольшая повторяемость приходится на интервал 70—90% (до 40% дней месяца).

Март—последний зимний месяц. При средней температуре -11°C дневная температура уже выше -10°C , возможны отдельные повышения температуры до $10-14^{\circ}\text{C}$ (оттепели), но возможны также и очень низкие температуры воздуха $-37...-45^{\circ}\text{C}$. Зима идет на убыль. Значительно увеличивается продолжительность дня, уменьшается число пасмурных дней, низкие облака (ниже 300 м) появляются редко, увеличивается приход солнечной радиации и радиационный баланс становится положительным ($0,6$ ккал/см²). К концу месяца начинается интенсивное таяние снега, который к середине апреля сходит совсем. Характерен быстрый резкий переход от суровой зимы к весеннему периоду.

7.3. Весна

К весеннему периоду отнесен период от даты разрушения устойчивого снежного покрова (8 апреля) и даты установления средней суточной температуры выше 0°C (11 апреля) до даты прекращения заморозков на поверхности почвы (31 мая). Сроки наступления и окончания весны в отдельные годы значительно отличаются от средних. Особенно ранними были весны в 1947, 1951, 1962 и 1967 гг., поздними—в 1933, 1941, 1952 гг. Как часто и насколько различны даты наступления весны, можно видеть из табл. 120.

Весна в Омске, как правило, дружная. Нередко поля в окрестностях города освобождаются от снега раньше перехода средней суточной температуры через 0°C , а в годы с быстрым наступлением тепла снежный покров сходит почти одновременно с переходом средней суточной температуры через 5°C . При дружной весне большая часть талых вод не успевает впитываться замерзшей почвой, увеличивая при этом сток. Испарение с поверхности снега достигает 3—4 мм в сутки. При затяжной весне создаются благоприятные условия для уменьшения испа-

Таблица 120

Даты наступления положительных средних суточных температур воздуха, температур -5°C и выше, разрушения устойчивого снежного покрова различной вероятности (1936—1960 гг.)

Характеристика	Средняя дата	Самая ранняя дата	Вероятность (%) наступления в указанные даты и более ранние						Самая поздняя дата	
			5	10	25	50	75	90		95
Переход средне-суточных температур воздуха через -5°C	30 III	9 III	13 III	16 III	22 III	28 III	4 IV	9 IV	13 IV	16 IV
Наступление положительных температур	11 IV	23 III	30 III	3 IV	6 IV	11 IV	16 IV	19 IV	23 IV	6 V
Разрушение устойчивого снежного покрова	8 IV	14 III	25 III	27 III	2 IV	8 IV	15 IV	21 IV	24 IV	29 IV

рения и накопления влаги на полях, но такие весны в Омске бывают редко (1969, 1979 гг.).

Средняя температура весеннего периода 7°C . Возможные отклонения от этой средней $\pm 4^{\circ}\text{C}$. Наиболее холодной за последние 45 лет была весна 1934 г. со средней температурой $3,2^{\circ}\text{C}$, а наиболее теплой — весна 1962 г. со средней температурой $10,6^{\circ}\text{C}$. При средней месячной температуре воздуха в апреле $1,3^{\circ}\text{C}$ максимальные температуры могут наблюдаться до 30°C . При высоких дневных температурах возможны очень холодные ночи, а также общие понижения температуры до -22 , -29°C вследствие прорыва холода с севера.

Май — переходный месяц от весны к лету. В мае происходит перестройка поля давления на летнее. Азиатский антициклон почти исчезает, усиливается западный перенос, одновременно увеличивается и повторяемость меридиональных процессов, в результате которых происходит вынос южного тепла на север, и глубоких проникновений арктических холодных воздушных масс на юг. Максимальные температуры могут достигать в мае почти тех же значений, что и в разгар лета (35°C), но ночные морозы («утренники») наблюдаются еще довольно часто, с минимальными температурами до -13°C . Для весны, особенно периода перехода средней суточной температуры от 5 до 10°C , характерна большая неустойчивость погоды — жара сменяется холодом. При интенсивных холодных вторжениях в отдельные годы случаются снегопады и даже метели, отложения гололеда и налипания мокрого снега (один раз в 3 года). Так, в 1954 г. 9 мая наблюдался снегопад продолжительностью около 5 ч при

северо-западном ветре скоростью 24 м/с, а в 1966 г. отмечен снегопад и сильное похолодание 14 мая.

Вынос тепла с юга приводит к интенсивному прогреванию, а отсутствие при этом осадков — к высыханию почвы, понижению относительной влажности, возникновению пыльных бурь и суховеев. Май — самый сухой месяц в году. Повторяемость дней с относительной влажностью 30% и менее, являющейся косвенным показателем сухой погоды, в мае наибольшая — 13 дней (в апреле — 4), в отдельные годы доходит до 23 дней в месяц. Суховеи весны нередко переходят и на начало лета.

Весной наименьшая относительная влажность воздуха (56—65%) при значительном дефиците влажности и достаточно интенсивном испарении с поверхности почвы (57 мм в мае). Колебания влажности в течение месяца большие — от 10 до 100%. Туманы редки (случаются только в апреле) и непродолжительны.

Весенний период характерен интенсивным притоком солнечной радиации и обилием света — от марта к маю суммарная радиация увеличивается на 6 ккал/см², радиационный баланс возрастает от 0,6 до 7,9 ккал/см. Земля тепла больше поглощает, чем отдает. Продолжительность солнечного сияния в мае достигает 290 ч, число пасмурных дней убывает.

Полное оттаивание почвы происходит в середине мая, а 31 мая — средняя дата последнего заморозка на поверхности почвы, самая поздняя отмечена 19 июня.

Осадков весной очень мало — в апреле 22 мм, в мае 33 мм. Особенно беден был осадками апрель 1953 г. (0 мм) и май 1959 г. (4 мм). Редко, но случаются и обильные осадки весной. Так, за 80-летний период было отмечено 72 мм в апреле 1941 г. и 94 мм в мае 1950 г. Половина месячной нормы выпадает один раз в каждые 3—5 лет. Повторяемость лет с недостаточным количеством осадков (0—10 мм) составляет 35% в апреле и до 20% в мае. В среднем за весну бывает до 18 дней с осадками, в сухие весны их число уменьшается до 7 (1963 г.). Дожди, дающие 5 мм и более за сутки, в течение весны случаются не более трех раз, а превышающие 10 мм — не каждый год. Весенние осадки выпадают преимущественно в виде мокрого снега и дождя, чаще ливневого характера, особенно в мае. Средний суточный максимум составляет 7—10 мм и один раз в 100 лет возможен до 30 мм. Средняя продолжительность осадков около 40 ч в месяц.

Грозы случаются в мае редко.

Направление ветра становится менее определенным, хотя преобладающим сохраняется юго-западное. Май — самый ветреный месяц, средняя скорость 5,0 м/с, за счет конвекции днем заметно увеличивается до 6,9 м/с, а ночью уменьшается до 3,5 м/с.

7.4. Лето

С окончанием заморозков на поверхности почвы и с установлением средней суточной температуры воздуха выше 10°C начинается лето — самая благодатная пора года. Случаются годы с коротким безморозным периодом (87 дней), как в 1935 г., и продолжительным (145 дней), как в 1945 г. Хотя последний заморозок на почве и прекращается в среднем в самом конце мая (31 мая), но и в июне заморозки не редкость. Не бывает заморозков только в июле. Июнь — самый безоблачный из всех летних месяцев, недаром в народе его называют «светлояром», богат и теплом и светом. В июне земля получает максимальное количество тепла, но самый теплый месяц в году все-таки июль. Объясняется это тем, что земля, вода и воздух нагреваются постепенно и успевают прогреться только к июлю. Средняя температура воздуха в июле 18°C , на $2\text{—}3^{\circ}\text{C}$ выше температуры июня и августа. Максимальные температуры могут достигать $40\text{—}41^{\circ}\text{C}$, но и минимальные могут опускаться до очень низких пределов, близких к заморозкам ($2\text{—}3^{\circ}\text{C}$), а в июне и августе до $-2, -4^{\circ}\text{C}$, и даже может выпадать снег, как это случилось 4 июня 1971 г. За снегопад, продолжавшийся около 9 ч, выпало столько снега, что образовался снежный покров высотой 10 см, который пролежал 16 ч. В результате налипания снега на провода были отмечены повреждения на линии связи.

Конечно, такие крайние температуры наблюдаются редко. В течение лета отмечается $80\text{—}90$ дней с температурой выше $+15^{\circ}\text{C}$. Устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через $+20^{\circ}\text{C}$ в Омске не наблюдается, но бывает до 30 дней со средней суточной температурой 20°C и выше и около 4 дней с температурой 25°C и выше. Число дней с максимальной температурой воздуха 20°C и выше доходит до 90. Ежегодно летом наблюдаются жаркие дни, когда максимальная температура превышает 35°C (табл. 121).

Таблица 121

Число дней с высокими средними суточными и максимальными температурами воздуха

Температура, $^{\circ}\text{C}$			
средняя суточная		максимальная	
≥ 20	≥ 25	≥ 30	≥ 35
30,3	3,8	11,4	1,1

Непрерывная продолжительность периодов со средней суточной температурой 20°C и выше чаще всего составляет 5 дней (80—95% случаев), продолжительные периоды до 16—

20 дней подряд бывают не ежегодно (0,9%). За 45 лет наблюдений непрерывная продолжительность периода с температурой 20° С и выше в течение 20 дней подряд наблюдалась в июле 1967 г.

Жаркая погода обуславливается выносом прогретого континентального воздуха из южных районов ЕТС, Казахстана и Средней Азии. В то же время возможны и вторжения арктического воздуха.

Синоптические процессы определяют характер лета. Лето может быть не только жарким, но и прохладным, как например, лето 1947 г. (табл. 122). Высокая температура (25° С и выше),

Таблица 122

Температурный и ветровой режимы в наиболее теплое (1952 г.) и наиболее холодное (1947 г.) лето

Элемент	Теплое лето				Холодное лето			
	VI	VII	VIII	за лето	VI	VII	VIII	за лето
Средняя месячная температура (°С)	18,3	22,4	17,8	19,5	14,8	16,2	14,9	15,3
Отклонение температуры от нормы (°С)	+1,7	+4,1	+1,9	+2,6	-1,8	-2,1	-1,0	-1,6
Абсолютный максимум температуры (°С)	36,1	38,6	36,6	38,6	31,9	29,8	26,7	31,9
Абсолютный минимум температуры (°С)	1,9	9,1	5,4	1,9	1,8	3,2	-0,7	-0,7
Сумма положительных температур нарастающим итогом на последний день месяца (°С)	559	1258	1814	—	454	964	1428	—
Средняя месячная скорость ветра (м/с)	4,8	3,6	4,3	4,2	4,8	4,4	3,4	4,2
Отклонение скорости ветра от нормы (м/с)	+0,3	-0,1	+0,7	+0,3	+0,3	+0,7	-0,2	+0,3
Максимальная скорость ветра (м/с)	18	16	15	18	15	15	9	15
Число дней с осадками	8	10	14	32	12	19	17	48
Продолжительность солнечного сияния (ч)	351	340	279	970	310	285	169	764

особенно если она наблюдается на фоне суховейно-засушливой погоды, относится к неблагоприятным явлениям погоды летнего сезона. От сильной жары страдают растения, животные и люди. Высокие температуры в засушливые периоды способствуют возникновению пожаров, на железных дорогах при температуре 30°С создается опасность выброса рельсов.

Высокие температуры воздуха в Омске наблюдаются в период с мая по сентябрь, в среднем насчитываются 34 дня с мак-

симальной температурой 25,1—30,0° С, втрое меньше — с температурой от 30,1 до 35° С. В июне, июле, августе иногда возможны повышения температуры до 35 и даже 40° С. Наибольшее число жарких дней наблюдается в июле (табл. 123). Относи-

Таблица 123

Число дней с максимальной температурой воздуха выше 25° С
(1930—1974 гг.)

Температура, °С		V	VI	VII	VIII	IX	V-IX
от	до						
25,1	30,0	4,9	7,9	11,6	7,0	2,4	33,8
30,1	35,0	1,0	3,7	3,9	1,3	0,2	10,1
	≥35	0,0	0,6	0,4	0,1	0,0	1,1
	Сумма	5,9	12,2	15,9	8,4	2,6	45,0

тельная влажность воздуха при этом обычно не поднимается выше 50%.

Средняя суточная температура не всегда достигает 25°С и выше, в 25% лет она оказывается ниже. В среднем за лето бывает всего четыре дня со средними суточными температурами 25°С и выше, однако в отдельные годы число их может увеличиваться до 14 (1952 г.).

Непрерывная продолжительность периода с высокими температурами в большинстве случаев (до 95%) не превышает пяти дней. Максимальная непрерывная продолжительность составляет восемь дней для средней суточной температуры (1963 г.) и 29 дней — для максимальной (1965 г.).

Неблагоприятная черта летнего сезона в Омске — засухи. Июньские засухи, являясь нередко продолжением весенних, могут возникать каждые 3—4 года, а один раз в 10 лет наблюдаются сильные и продолжительные. Засухи в июле сопровождаются большой сухостью воздуха, сильным испарением и сушеями. Сушеиные периоды часто следуют один за другим через короткий промежуток времени преимущественно при южных и юго-восточных ветрах, иногда сопровождаются пыльными бурями. Отличаются от весенних более высокой температурой (35—40°С) и низкой относительной влажностью (20% и менее). Наряду с сухостью воздуха летом бывают резкие колебания количества осадков. Так, в июне 1905 и 1937 гг. выпало по 138 мм осадков, а в июне 1955 г. — только 3 мм, в июле 1938 г. — 205 мм, и в июле 1974 г. — только 2 мм (см. табл. 61).

Большое количество осадков наблюдается чаще всего при слиянии циклонов арктического и полярного фронтов, при образовании частных циклонов на холодных фронтах и фронтах окклюзий западных циклонов. Более 50% годового количества осадков приходится на вегетационный период (май — сентябрь).

Июнь — июль — основные месяцы вегетации зерновых культур. Недостаток количества осадков в эти месяцы отмечался в 1921, 1931, 1936, 1952, 1955, 1963, 1965, 1974 гг., а в 1907 г. выпало всего лишь 54 мм осадков. Число суховейных дней в вегетационный период этих лет достигало 60. Очень влажных лет в Омске не бывает, исключением является 1938 г., когда за вегетационный период выпало 405 мм осадков. К годам с повышенным увлажнением можно отнести 1928, 1934, 1945, 1947, 1950, 1956, 1960 гг. В среднем недобор осадков (меньше половины нормы) бывает один раз в пять лет. Один раз в 100 лет может выпасть двойная норма осадков. Летние осадки чрезвычайно неустойчивы, носят ливневый характер и распределяются неравномерно. На июнь — июль приходится максимум осадков, чаще в виде ливней, при этом суточный максимум может превысить даже месячную норму, как это было в июле 1945 г. (75 мм) и в июне 1960 г. (74 мм). Обильные осадки (30 мм и более за сутки) в основном наблюдаются только летом. Продолжительность летних осадков наименьшая в году. В 20% случаев ливни сопровождаются градом, грозой, сильным ветром. За лето в Омске бывает до 10—15 дней с грозой.

Относительная влажность в течение лета постепенно увеличивается от 59% в июне до 72% в августе. Если в июне в 13 ч чаще всего наблюдаются дни с влажностью воздуха 20—25%, то в июле — августе влажность составляет 30—70%. Влажных дней мало, и туманы летом практически не наблюдаются, очень мало и пасмурных дней.

Ветер преобладает северо-западного и северного направлений. Средняя скорость 3,8 м/с — несколько слабее, чем в другие сезоны. На общем фоне ослабления скорости ветра летом отмечается увеличение порывистости, особенно в июне, максимальная скорость при порывах может достигать 40 м/с.

Август — последний летний месяц. Со второй половины августа начинается понижение температуры воздуха. Хотя начало сентября еще часто бывает теплым, но дни становятся короче, утренники прохладней, случаются туманы, чувствуется приближение заморозков на почве — первых предвестников осени. Ранние заморозки — неблагоприятный фактор вегетационного периода (см. табл. 44).

7.5. Осень

Началом осени считается устойчивая дата перехода средней суточной температуры воздуха через 10° С в сторону понижения (20 сентября), время наступления заморозков на почве (9 сентября) до образования устойчивого снежного покрова (8 ноября) и перехода средней суточной температуры воздуха через —5° С (11 ноября). Возможны отклонения от средних дат.

Так, при средней дате 9 сентября первые осенние заморозки на почве наблюдались 18 августа (1946 г.) и 4 октября (1950 г.). Переход температуры воздуха через 10°C при средней дате 20 сентября был 2 сентября (1967 г.) и 9 октября (1932 г.), а переход температуры через -5°C при средней дате 11 ноября наблюдался 25 октября (1940 г.), 4 декабря (1938 г.) и 3 декабря (1977 г.). Осенью происходит постепенная смена летних циркуляционных процессов на зимние. Начинает формироваться (к ноябрю заканчивается) азиатский антициклон. Значительно уменьшается приход солнечной радиации. Вклад прямой радиации в суммарную снижается до 50% уже в сентябре.

С наступлением осени температура воздуха быстро понижается, например, в сентябре понижение от декады к декаде составляет $2-3^{\circ}\text{C}$. При заморозках температура может понизиться до $-7, -8^{\circ}\text{C}$. Для сентября характерны возвраты тепла, так называемое «бабье лето», когда погода вновь становится похожей на летнюю и благоприятна для уборки урожая. Максимальная температура в это время может достигать $30-34^{\circ}\text{C}$.

В октябре тоже возможны довольно высокие температуры, порядка $24-27^{\circ}\text{C}$, но могут быть и настоящие морозные дни с минимальной температурой $-26, 28^{\circ}\text{C}$. Октябрь — последний месяц теплого периода с положительной средней месячной температурой ($1,4^{\circ}\text{C}$), переходный от осени к зиме. В первых числах происходит переход средней суточной температуры через 5°C (6 октября), в середине месяца появляется снег. Приход солнечной радиации уменьшается почти в четыре раза по сравнению с июнем, земля больше отдает тепла, чем получает.

Осень холоднее и продолжительнее весны. Средняя температура осеннего периода составляет 6°C . Самой теплой за последние 45 лет была осень 1932 г. со средней температурой $8,6^{\circ}\text{C}$, самой холодной — осень 1961 г. со средней температурой $3,5^{\circ}\text{C}$.

Количество осадков осенью в Омске небольшое — 63 мм, немного больше, чем весной. Осень чаще сухая. Значительный недобор осадков до 50% нормы (32 мм и менее) случается в 10% лет, особенно сухая осень была в 1974 г., когда выпало всего 17 мм осадков. В 1946 и 1949 гг. осадков выпало более двух норм. В 15% лет осеннее количество осадков превышает полторы нормы (92 мм и более) (см. табл. 60).

Преобладают обложные осадки, в сентябре еще в виде дождя, в октябре уже в виде снега и снега с дождем (более 50%). Осадки продолжительные, но малоинтенсивные. Средняя продолжительность осадков в день с осадками около 6 ч. Среднее число дней с осадками 10—12 в месяц. Более значительные по количеству осадки случаются нечасто, например, осадки 5,0 мм и более — не чаще 2—3 раз в сезон. Но во влажном сентябре 1949 г. из 25 дней с осадками в течение восьми дней наблюдались осадки 5,0 мм и более, т. е. чаще обычного в три

раза. А в 1974 г. за всю осень не отмечено ни одного дождя с суммой осадков, превышающей 5 мм (см. табл. 63).

Осенью наблюдается повышение относительной влажности от 70% в сентябре до 80% в октябре. Наибольшая повторяемость влажности составляет в сентябре 30—60%, в октябре 50—70%. Увеличивается вероятность появления туманов. Число их может достигать 4—10 дней за сезон. Продолжительность небольшая — около 4 ч. Чаще всего туманы наблюдаются ночью и утром. В октябре создаются наиболее благоприятные условия для отложения гололеда и мокрого снега, иногда довольно значительных по величине, а сильный ветер, сопутствующий отложению, еще больше усугубляет обстановку. Так, например, 3 октября 1967 г. к северо-западу от Омска в радиусе до 12 км наблюдалось налипание мокрого снега с гололедом при ветре 10—16 м/с, что вызвало большие повреждения на линиях связи и электропередачи.

Режим ветра уже в сентябре изменяется, преобладающим становится юго-западное направление; скорость ветра увеличивается до 4,2—4,6 м/с, а суточная амплитуда уменьшается до 2,3.

В октябре осень вступает в свои законные права. Высота солнца заметно уменьшается, дни становятся короче. Обычно с октября начинается отопительный период.

8. МЕЗО- И МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОДА И ОКРЕСТНОСТЕЙ

Современный большой город (к каким относится и Омск), имеющий большие площади искусственных покрытий, насыщенный транспортом и промышленными предприятиями, оказывает существенное влияние на приземный слой атмосферы и формирует свой особый климат города. Самым заметным и особенно неблагоприятным фактором влияния города на климат является уменьшение прозрачности и чистоты городского воздуха. Промышленные предприятия, котельные установки, городской транспорт выбрасывают в воздух большое количество пыли, сажи, угарного и сернистого газа и других соединений. Количество осевшей за год пыли в черте города бывает в 5—10 раз больше, чем в сельской местности. Коэффициент прозрачности K в центре города почти в 1,5 раза ниже, чем в окрестностях (здесь и далее под окрестностью понимаются районы, лежащие хотя и в пределах административных границ города, но по характеру ландшафта близкие к естественным природным условиям южной лесостепи). Уменьшение прозрачности атмосферы приводит к понижению прямой солнечной радиации и эффективного излучения. Потеря прямой солнечной радиации в городах составляет летом около 20%, а зимой до 50%.

Одним из важнейших факторов формирования городского климата является энергетический баланс — радиационный и тепловой. В городе приход суммарной солнечной радиации в дневные часы по сравнению с окрестностями уменьшен незначительно и несколько компенсируется увеличением рассеянной радиации. В ночное время, когда преобладает потеря тепла излучением, повышенное содержание примесей в городском воздухе задерживает излучение и сохраняет в городе более высокую температуру воздуха. Кроме того, город получает тепло от сжигания огромного количества топлива. Затраты тепла на испарение в городе незначительны благодаря малой водопроницаемости поверхности и быстрому стоку осадков в канализационную сеть. Все перечисленные факторы сказываются прежде всего на температурном режиме. Средняя месячная температура в городе по сравнению с окрестностями выше на 1—2°С, не случайно в городе наблюдается меньше дней с морозом и

отмечается более раннее наступление весенних фенологических явлений. Большой город представляет собой «остров тепла». При отсутствии циркуляции воздуха температура в городе могла бы подняться на десятки градусов.

Под действием солнечной радиации поверхности асфальта, крыш, стен зданий нагреваются и их температура иногда превышает температуру воздуха на 30—40°С. Изменение температуры воздуха ведет к изменению относительной влажности, хотя абсолютная влажность меняется незначительно. Все эти контрасты сглаживаются в пасмурную и ветреную погоду (табл. 124). Анализ данных табл. 124 показал, что в Омске во все сезоны года наибольшую повторяемость имеет ветреная погода. Зимой днем в городе теплее, чем в пригороде, температурные контрасты утром и днем имеют разные знаки, увеличиваясь до 1,5°С в тихую погоду.

Изменение относительной влажности тесно связано с изменением термического режима.

В городе в среднем скорость ветра на 25—35% меньше, чем в пригороде. Между зданиями коэффициент изменения скорости ветра $K = v_z/v_0$ (v_z — скорость ветра в застройке, v_0 — скорость ветра на открытом месте) может колебаться от 0,1 непосредственно в «ветровой тени» до 1,5 в разрывах между близко расположенными зданиями.

Особенности климата Омска можно проследить и в сравнении с климатом ближайших небольших городов (Исилькуль, Калачинск) и поселков городского типа (Саргатское, Борисовский), расположенных на расстоянии 60—100 км от Омска. При одинаковых «внешних» условиях формирования климата (физико-географическое положение, атмосферная циркуляция и др.) в Омске создается особый, свойственный большому городу, мезоклимат. Годовая температура воздуха в Омске на 0,4—0,8°С выше, чем в пригороде, а разность средних месячных температур в отдельные месяцы превышает 1°С (табл. 125).

Влияние города больше сказывается ночью и после захода солнца, когда температура падает или достигает минимума, особенно при сильных морозах и во время весенне-осенних заморозков (рис. 51).

На рис. 51 кривые построены по данным одной микросъемки, поэтому приведенные на рисунке разности следует считать ориентировочными.

Отепляющее влияние города сказывается на продолжительности безморозного периода и числе дней со снежным покровом (табл. 126).

В Омске последний весенний заморозок отмечается на 6—10 дней раньше, чем в окрестностях, а первый осенью — на столько же дней позже. Загрязненный пылью и копотью, снег в городе лучше поглощает солнечную радиацию и сходит на 5—10 дней раньше, чем в пригороде. Наличие в городском воз-

Таблица 124

Повторяемость P (%) различных типов погоды в Омске и термические различия Δt ($^{\circ}\text{C}$) в отдельные месяцы по данным метеостанций Омск и Борисовский (1956—1975 гг.)

Тип погоды	7 ч								13 ч							
	I		IV		VII		X		I		IV		VII		X	
	P	Δt	P	Δt	P	Δt	P	Δt	P	Δt	$P$	$\Delta t$	$P$	$\Delta t$	$P$	$\Delta t$
Т—Я	3	-0,6	5	2,7	6	0,3	2	-0,2	3	1,0	1	0,2	0	—	1	—
Т—ПЯ	3	0,9	0	—	4	-1,3	1	—	1	—	0	—	2	-0,2	0	—
Т—П	12	-1,1	6	1,4	7	0,5	12	-0,6	5	1,5	1	3,3	4	-0,2	5	0,7
С—Я	14	-0,7	19	0,4	22	-0,2	10	1,0	12	0,8	12	0,5	5	-0,4	4	-0,6
С—ПЯ	9	-1,3	8	1,0	12	-0,1	4	1,2	9	1,3	10	0,6	22	-0,5	4	—
С—П	38	-0,6	34	-0,2	39	-0,2	53	-0,1	40	-0,1	25	-0,2	40	-0,2	45	-0,5
В—Я	4	-0,4	8	-0,6	2	-0,9	0	0,6	4	0,4	13	0,0	4	-0,2	3	-0,5
В—ПЯ	1	—	4	0,5	1	—	1	—	2	—	7	-0,6	5	-0,8	4	-0,1
В—П	16	-0,5	16	-0,4	7	-0,5	17	-0,4	24	-0,3	31	-0,3	18	-0,5	34	-0,6

Примечание. Буквы Т, С, В характеризуют ветер: Т—тихо (0—1 м/с), С—слабый ветер (2—5 м/с), В—ветрено (5 м/с); буквы Я, ПЯ, П означают состояние нижней облачности: Я—ясно, ПЯ—полужасно, П—пасмурно.

Таблица 125

Разности средней месячной и годовой температуры воздуха (1956—1965 гг.)

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Омск—Саргатское	0,3	0,3	0,0	1,2	0,9	0,3	0,4
Омск—Калачинск	0,5	0,9	1,0	1,3	0,9	0,5	0,5
Омск—Исилькуль	-0,3	0,1	0,4	0,8	0,3	0,2	0,8
Омск—Борисовский	0,0	0,7	0,8	1,0	0,4	0,2	0,5

	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Омск — Саргатское	0,9	0,8	-0,1	0,5	0,6	0,5
Омск — Калачинск	0,9	0,7	0,1	1,0	1,2	0,8
Омск — Исилькуль	0,7	0,5	0,0	0,3	0,5	0,4
Омск — Борисовский	0,5	0,3	-0,1	0,7	1,0	0,5

Таблица 126

Средние даты последнего и первого заморозка и продолжительность τ (дни) безморозного периода

Станция	Дата схода снежного покрова	Дата заморозка		τ
		последнего	первого	
Омск, Кировск	13 IV	16 V	23 IX	129
Саргатское	19 IV	25 V	17 IX	114
Калачинск	24 IV	27 V	15 IX	110
Исилькуль	23 IV	22 V	16 IX	116
Борисовский	18 IV	23 V	13 IX	112

духе значительного количества ядер конденсации способствует дополнительному образованию облачности и туманов, особенно в холодный период (табл. 127).

Отепляющее влияние города на влажность воздуха сказывается незначительно. Средняя месячная относительная влажность летом в городе меньше, чем в окрестностях, на 2—3% (табл. 128).

В некоторые ясные дни теплого периода влажность в городе бывает меньше на 10%, а в отдельные сроки — на 20% и более.

Излишняя сухость воздуха при его запыленности и высокой температуре является неблагоприятной чертой городского климата. В Омске относительную влажность воздуха повышают

обильной поливкой улиц, увеличением площади зеленых насаждений. Омск имеет богатое зеленое убранство. Нередко в период длительных летних засух он выглядит оазисом среди пересыхающей степи.

Климат города отличается от климата окрестностей и неоднороден внутри самого города. Указанная неоднородность на-

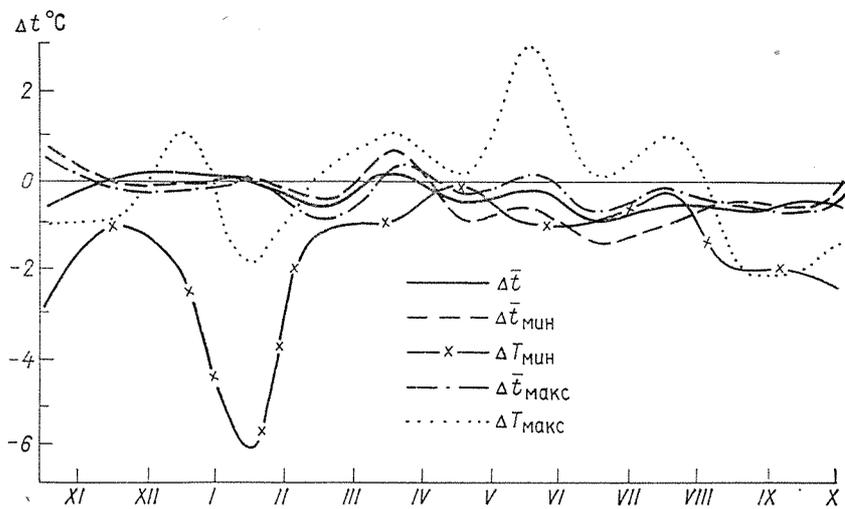


Рис. 51. Разность температуры воздуха Δt по данным станций Омск и Омск, город.

ходится в зависимости от топографии местности, наличия крупных водных объектов, зон озеленения. Внутри каждого района можно выделить свои микроклиматические различия в зависимости от размещения промышленных предприятий, типа и плотности застройки, характера озеленения и т. п.

Для выявления отличий климата города от климата окрестностей и неоднородности климата внутри города была произведена микросъемка, состоявшаяся 8 июля 1976 г. при ясной погоде, слабом (2—5 м/с) ветре западной четверти. Точки, на которых проводилась микросъемка, показаны на рис. 3, а подробное их описание приведено в табл. 128а. Предшествующая съемке ночь также была ясной. С утра (рис. 52) наиболее прохладным оказался наветренный левобережный район, набережная Иртыша и северная часть города. Разность температур (Δt) с опорной станцией составляла $0,1^\circ\text{C}$. Восточная и юго-восточная часть, подветренная и более застроенная, была более теплой ($\Delta t = 0,6^\circ\text{C}$), в привокзальном районе наметился «островок тепла» ($\Delta t = 1,2^\circ\text{C}$). В Саду пионеров было прохладнее, чем на прилегающих улицах. Такое соотношение удерживалось

Таблица 127

Различия в режимах облачности и атмосферных явлений между городом и окрестностями

Станция	Число дней с атмосферными явлениями				Облачность, баллы	
	туманом	метелью	грозой	градом	общая	нижняя
Зима						
Омск, город	21,2	36,4	—	—	6,4	3,1
Борисовский	14,7	32,6	—	—	6,0	2,9
	6,5	3,8	—	—	0,4	0,2
Весна						
Омск, город	2,3	2,2	2,8	0,4	6,0	3,1
Борисовский	2,4	1,3	2,4	0,1	5,5	3,0
	-0,1	0,9	0,4	0,3	0,5	0,1
Лето						
Омск, город	3,6	—	19,3	0,9	6,2	3,7
Борисовский	3,0	—	20,0	0,8	5,6	3,5
	0,6	—	-0,7	0,1	0,6	0,2
Осень						
Омск, город	4,2	1,6	1,0	0,2	7,0	4,2
Борисовский	3,5	1,4	1,0	0,1	6,5	4,1
	0,7	0,2	0,0	0,1	0,5	0,1
Год						
Омск, город	31,3	40,2	23,0	1,5	6,4	3,4
Борисовский	23,6	35,3	23,4	1,0	5,9	3,3
	7,7	4,9	-0,4	0,5	0,5	0,1

Таблица 128

Различия в режиме влажности между городом и окрестностями (1956—1965 гг.)

Станция	Зима			Весна			Лето			Осень		
	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>D</i>	e	f	D	e	f	D	e	f	D
Омск, город	2,0	81	0,7	6,2	62	5,2	12,7	66	8,1	7,2	74	3,4
Саргатское	2,0	80	0,4	6,4	64	5,0	13,2	69	7,5	7,4	76	3,0
	0,0	1	0,3	-0,2	-2	0,2	-0,5	-3	0,6	-0,2	-2	0,4

Примечание. *e* (мбар) — упругость водяного пара, *f* (%) — относительная влажность, *D* (мбар) — дефицит влажности.

до полудня. После полудня температура в городе не стала выше по сравнению с окрестностями, а к 16 ч даже стала ниже по отношению к опорной станции: $\Delta t = -0,3, -0,7^\circ \text{C}$ (рис. 53). Сказалось умеряющее влияние реки и обилие зеленых насаж-

дений. Относительная влажность на некоторых точках была несколько выше, чем влажность на опорной станции. Небольшого ветерка оказалось достаточно, чтобы к ночи температура в городе выровнялась (лишь на набережной было прохладнее, чем на прилегающих улицах). Небольшой «очаг» теп-

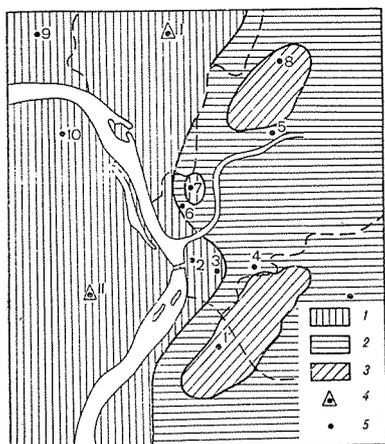


Рис. 52. Микросъемка утром 8 июля 1976 г.

1— $\Delta t = 0,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$, 2— $\Delta t = 0,6^\circ\text{C}$, 3— $\Delta t = 1,2^\circ\text{C}$; 4— метеостанции, 5— временные пункты наблюдений.

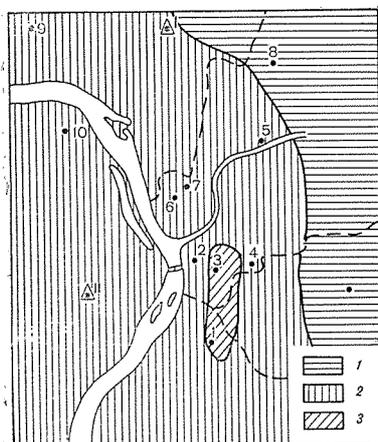


Рис. 53. Микросъемка днем 8 июля 1976 г.

1— $\Delta t = 0,5 \pm 0,8^\circ\text{C}$, 2— $\Delta t = -0,3, -0,7^\circ\text{C}$, 3— $\Delta t \geq 0,8^\circ\text{C}$.

ла, образовавшийся в районе вокзала, сохранился до ночи (рис. 54).

Неоднородность климата города можно проследить, сравнивая также средние температуры воздуха и скорости ветра, полученные по данным метеостанций, расположенных в разных частях города (табл. 129).

Температура и ветер наиболее тесно связаны с местоположением и являются основными элементами климата. Выявлено, что 20-градусный мороз при безветрии равнозначен по создаваемому им охлаждению 11-градусному морозу при ветре 1 м/с.

Приведенная выше таблица дает первое представление о неоднородности климата города. На основании данных наблюдений метеостанций, расположенных на территории города, и проведенных в 1976 г. микросъемок (16 дневных серий) в Омске выделено четыре микроклиматических района (рис. 55).

I. Привокзальный и центральный районы, наиболее плотно застроенные, с большой площадью искусственных покрытий, самые теплые; $\Delta t = 0,6 \div 1,0^\circ\text{C}$, $\Delta t_{\text{макс}} = 3 \div 5^\circ\text{C}$.

Таблица 128а

Описание точек микроклиматических наблюдений

Номер пункта	Характеристика местоположения
1	Привокзальная площадь, южная часть города, озелененная, современная застройка
2	Набережная Иртыша, многоэтажная застройка, слабое озеленение
3	Площадь в современной застройке, сплошное асфальтовое покрытие, большое движение транспорта
4	Центральная часть города, озелененная, смешанный тип застройки
5	Правый пойменный берег р. Оми, северо-восточная часть города, старая одноэтажная застройка с хорошим озеленением
6	Центр города у драматического театра, современная застройка с хорошим озеленением
7	Возвышенная часть города, парковая аллея (Сад пионеров)
8	Северо-восточная окраина города, новая многоэтажная жилая застройка (Амурский поселок)
9	Северо-западная окраинная часть города, 4—5-этажная жилая застройка, слабое озеленение
10	Левый берег Иртыша, современная жилая застройка (3-й микрорайон)
Опорные станции	
I	Омск, отдел наблюдений; расположена на северной окраине города, на опытных полях СибНИИсхозна в окружении лесных полос
II	Омск, Кировск; расположена на юго-западной окраине города, на левом берегу Иртыша

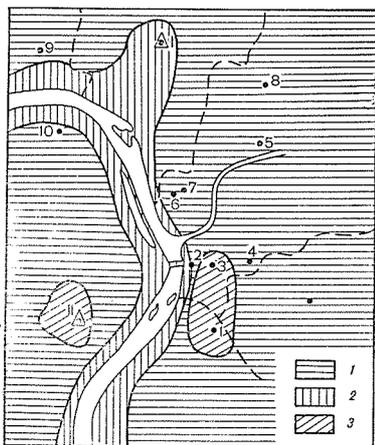


Рис. 54. Микросъемка вечером 8 июля 1976 г.
 $1-\Delta t = 0,3 \pm 0,5^\circ \text{C}$, $2-\Delta t = 0,0^\circ \text{C}$, $3-\Delta t = 0,9 \pm 1,1^\circ \text{C}$.

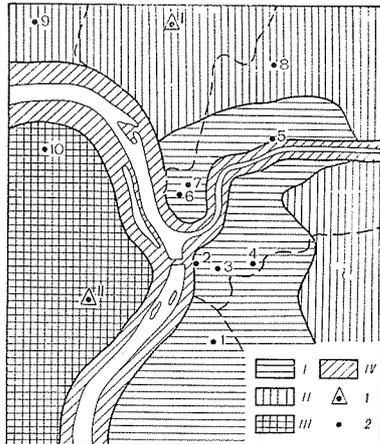


Рис. 55. Микроклиматическое районирование Омска.

Районы: I — теплый, II — холодный, III — ветренный, IV — ветренный зимой и осенью; 1 — метеостанции, 2 — временные пункты наблюдений.

II. Северный и северо-восточный районы города, наиболее прохладные; $\Delta t = 0,3 \div 0,4^\circ \text{C}$, $\Delta t_{\text{макс}} = 2 \div 4^\circ \text{C}$.

Таблица 129

Различие в термическом ($^{\circ}\text{C}$) и ветровом режимах города и окрестностей

Станция	Скорость ветра, м/с	\bar{t} за сезон	$\bar{t}_{\text{макс}}$	$T_{\text{макс}}$	$\bar{t}_{\text{мин}}$	$T_{\text{мин}}$
Зима						
Омск, город	2,8	-14,8	-10,2	16	-19,4	-49
Омск, отдел наблюдений	4,9	-14,8	-10,4	15	-19,4	-49
Омск, Кировск	4,9	-14,3	-9,9	15	-18,7	-46
Весна						
Омск, город	3,1	6,2	12,2	35	0,5	-26
Омск, отдел наблюдений	5,0	6,0	12,2	35	0,4	-27
Омск, Кировск	5,6	6,5	12,7	35	0,9	-26
Лето						
Омск, город	2,6	17,6	23,8	40	12,0	-2
Омск, отдел наблюдений	3,9	16,9	23,4	40	10,8	-3
Омск, Кировск	4,5	17,6	23,9	41	11,7	-4
Осень						
Омск, город	3,0	6,4	12,0	34	1,8	-26
Омск, отдел наблюдений	4,4	5,9	11,4	32	1,2	-28
Омск, Кировск	4,6	6,2	11,7	32	1,6	-26

III. Левобережный, менее застроенный, прохладный, как район II, но более ветренный, южная часть района более теплая; $\Delta t = 0,3 \div 0,4^{\circ}\text{C}$, $\Delta t_{\text{макс}} = 2 \div 3^{\circ}\text{C}$.

IV. Район набережной Иртыша, более прохладный летом и весной по сравнению с прилегающими улицами, более ветренный зимой и осенью; $\Delta t = 0,1 \div 0,7^{\circ}\text{C}$, $\Delta t_{\text{макс}} = 3^{\circ}\text{C}$. Освежающее влияние реки и зеленых насаждений особенно хорошо проявляется здесь летом в дневные часы. Преобладающий для теплого периода западный и северо-западный ветер с реки приносит свежесть и прохладу. Неслучайно район Иртышской набережной является излюбленным местом отдыха горожан.

Температурные различия в городе проявляются резче в ясную погоду. В дневные часы температурные различия между городскими районами и окрестностью уменьшаются и в полдень становятся минимальными. Температурные различия между городом и окрестностью после захода солнца увеличиваются. В дневные часы в центре города и в районе вокзала воздух прогревается наиболее сильно. Парковая зона остается самой холодной (рис. 56). При пасмурной погоде температурные различия между районами города небольшие.

Влажность воздуха в городе летом ниже, чем в окрестностях. Но какой-либо четкой зависимости ни по районам, ни от времени суток проследить не удалось. Влажность в городе за-

висит не только от изменений температурного режима, но и многих косвенных причин: степени и характера озеленения, подстилающей поверхности, полива и т. д.

Влияние города на ветер выражается в уменьшении его скорости и увеличении порывистости. Ветровой поток в городе претерпевает большие изменения и становится очень сложным. На узких улицах и в наиболее застроенных районах, в садах и пар-

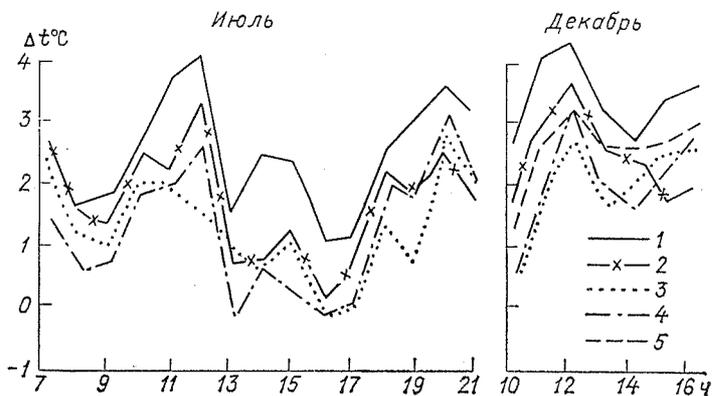


Рис. 56. Разность температуры воздуха Δt между районами города и опорным пунктом (отдел наблюдений) в различные часы суток при ясной погоде.

1 — вокзал, 2 — Нефтезаводская, 3 — микрорайон III, 4 — Сад пионеров, 5 — кинотеатр «Спутник».

ках скорость ветра меньше, чем в окрестностях. На улицах, ориентированных параллельно общему потоку воздуха, скорость ветра возрастает. Повышена скорость ветра и на широких улицах, не имеющих зеленых насаждений.

В зависимости от характера застройки и высоты зданий влияние города на скорость ветра распространяется до различной высоты. С наветренной стороны ветра скорость увеличивается, на подветренной стороне — ослабевает. Между домами, как правило, формируется зона затишья.

Летом в ясную погоду, особенно к вечеру или ранним утром, когда температурные контрасты между городом и окрестностями значительные, скорости ветра невелики (1—2 м/с), возникают так называемые местные («полевые») ветры, направленные от окраин к центру. В зависимости от траектории полевой ветер может быть чистым или загрязненным. Омск в этом отношении находится в менее благоприятных условиях, чем, например, города лесной зоны или приморские. Степной ветер чаще приносит в город пыль и зной. Но скверы, парки и водоемы усиливают вентиляцию и способствуют обмену воздуха.

Средствами архитектурно-планировочных решений совместно с зелеными насаждениями можно достичь оптимальных ус-

ловий комфорта. В зависимости от вида, породы, занимаемой площади и системы размещения зеленых насаждений во внутриквартальных территориях влияние их на микроклиматические условия различно. Например, газон и вертикальное озеленение летом смягчают температурные контрасты. Наиболее четко прослеживается благоприятное влияние крупных зеленых массивов — парков, влияние которых ощущается в радиусе 100—150 м. На основании натуральных наблюдений установлено, что летом температура воздуха на озелененных участках городской застройки на 2—3°C ниже, чем в неозелененных [12]. Массивы деревьев создают надежную защиту от ветра. Наибольший эффект дают насаждения вдоль фасадов домов, которые, не нарушая аэрацию территории застройки, способствуют уменьшению скорости ветра. Многорядные продуваемые полосы насаждений могут снизить скорость ветра на 60—80%. Защита зданий от прямого действия ветра позволяет снизить теплопотери на 10—15% [9].

Молодые загущенные древесные насаждения, а также плотная стена кустарников летом часто вместо ожидаемого комфорта создают дискомфортные условия, так как способствуют застою прогретого воздуха. Наиболее благоприятно изменяют микроклимат хорошо развитые зеленые насаждения. Под пологом взрослого дерева с развитой кроной в жаркий летний день может быть на 2°C прохладнее, чем на открытом месте.

Зеленые массивы к тому же задерживают проникновение в жилые кварталы пыли и различных примесей, содержащихся в воздухе. Подсчитано, что одно взрослое дерево на сутки задерживает около 1 кг пыли и поглощает 28 м³ углекислоты, вырабатывая столько же кислорода. Один гектар зеленых насаждений очищает в год от углекислого газа, пыли и других вредных примесей до 18—20 тыс. м³ воздуха. Количество микробов при этом может уменьшиться на 20—40%. Кроме того, деревья поглощают примерно 1/3 уличного шума. В Омске зеленые насаждения рассредоточены по всему городу. Нет ни одной улицы без зеленого убранства. Не зря его называют городом-садом.

Изучение агроклиматических условий территории имеет большое значение не только для сельского хозяйства, но и для городского тоже. Правильный учет климата и биологических особенностей растений, рациональное использование благоприятных и преодоление неблагоприятных условий погоды позволяют расширить количество пород зеленых насаждений в данной местности.

Решающее значение в развитии растений имеют тепло и влага. По этим показателям Омск относят к району, который характеризуется как теплый, удовлетворительно и недостаточно увлажненный.

Начало вегетации у большинства однолетних культур и возобновление вегетации у многолетних (деревьев, кустарников и

пр.) совпадает с переходом температуры через 5°С. К этому времени набухают почки на деревьях. В начале мая появляются подснежники, одеваются в зеленый наряд клен, черемуха, береза. К середине мая начинается зеленеть желтая акация.

Активная вегетация протекает при температурах выше 10°С. Устойчивый переход через 10°С отмечается в середине мая (см. табл. 19 приложения). Зацветают береза, клен, черемуха, яблоня.

Период со средней суточной температурой выше 10°С длится более четырех месяцев, в среднем до конца второй декады сентября. Один раз в 10 лет он может продолжаться более 140 дней или составлять менее 120 дней. Суммы положительных температур за этот период, которые служат характеристикой теплообеспеченности района, в Омске достаточно велики, в среднем достигают 1900°С, с колебаниями в отдельные годы от 1400 до 2400°С (табл. 130).

Таблица 130

Суммы температур воздуха Σ (°С) за период с температурами выше 10°С различной обеспеченности (1951—1975 гг.)

\bar{x}	$\Sigma_{\text{наим}}$	Обеспеченность, %										$\Sigma_{\text{наиб}}$	
		95	90	80	70	60	50	40	30	20	10		5
1900	1400	1550	1610	1710	1780	1850	1900	1950	2010	2090	2180	2300	2400

Садоводство в Омске начало развиваться сравнительно недавно, в основном при Советской власти. В конце прошлого века, совершая путешествие по Сибири, великий русский писатель А. П. Чехов на пути от Тюмени до Томска коротко записал: «Садов нет». В настоящее время в Омске садами занято 1435 га. Накопленный опыт убеждает, что выращивание фруктов и ягод в условиях Омска — дело вполне реальное и весьма перспективное.

Наиболее распространенными плодово-ягодными культурами являются яблоня, вишня, слива, смородина, малина. Успешно произрастают кустовидно-стелющиеся формы плодовых деревьев.

Созревание ягод, ранних овощей происходит в июле, в августе собирают урожай томатов, яблок и т. д. Средние сроки созревания овощных и плодово-ягодных культур следующие:

Клубника дикая	2 VII	Огурцы	28 VII
Черемуха	14 VII	Томаты	15 VIII
Смородина	16 VII	Яблоня «Анисик	
Крыжовник	19 VII	Омский	25 VIII
Вишня	25 VII	Яблоня «Сибир-	
		ский дичок»	6 IX

После перехода температуры воздуха в сентябре через 10°С у деревьев начинается осеннее расцветивание листьев, парки и

скверы одеваются в желто-золотистый наряд. Листопад наступает в среднем в первых числах октября, в отдельные годы в сентябре или конце октября.

По средней обеспеченности влагой Омск находится на границе удовлетворительного и недостаточного увлажнения. Показатель увлажнения Г. Т. Селянинова, или гидротермический коэффициент (ГТК), равен в среднем 1,0. Такая величина ГТК означает баланс тепла и влаги, но наблюдаются сбалансированные условия далеко не ежегодно. В 2—3 годах из 10 ГТК

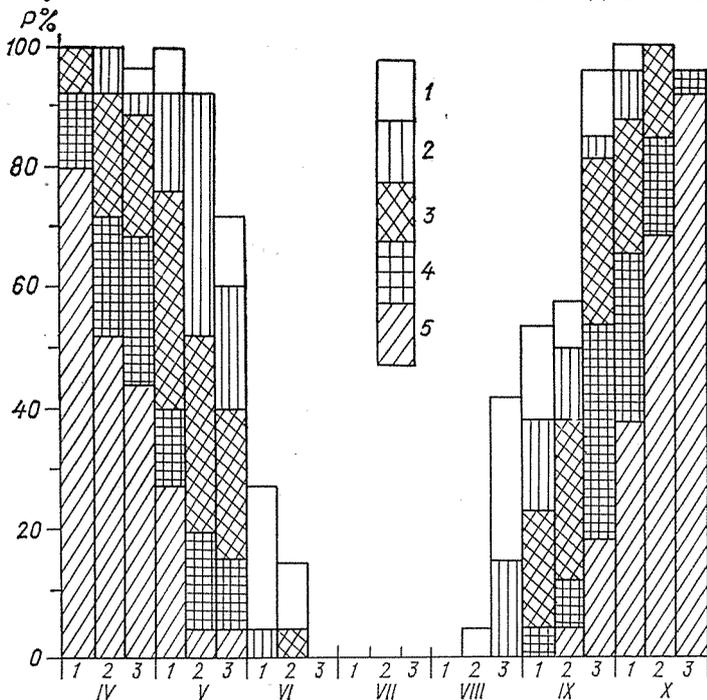


Рис. 57. Вероятность заморозков различной интенсивности по декадам.

1 — температура ниже 2°C, 2 — ниже 0°C, 3 — ниже -1°C, 4 — ниже -3°C, 5 — ниже -5°C.

составляет 0,9, что указывает на недостаточную влагообеспеченность, а один раз в 10 лет ГТК может уменьшаться до 0,7—0,8. Достаточное увлажнение (ГТК равно 1,0) наблюдается в среднем в трех годах из 10.

Запасы продуктивной влаги в почве в засушливые годы могут понижаться к началу вегетационного периода до 45—65 мм в метровом слое почвы и быть еще меньшими в летние месяцы.

В связи с тем что в городских условиях естественные закономерности распределения влаги в почве нарушаются деятельностью человека, почвы города почти ежегодно имеют увлажне-

ние, недостаточное для успешного произрастания зеленых насаждений, особенно молодых посадок. Поэтому деревья и цветы в летние месяцы, как правило, нуждаются в поливе.

Одним из неблагоприятных факторов климата города являются поздние весенние и ранние осенние заморозки, значительно сокращающие и без того слишком короткий безморозный период. В отдельные годы продолжительность безморозного периода может сокращаться почти на месяц по сравнению со средней (табл. 79, рис. 57).

Отепляющее влияние большого города, безусловно, сказывается на городской растительности. Весенние процессы, как правило, начинаются на несколько дней раньше, а прекращаются позже, чем в пригородных районах (табл. 131).

Таблица 131
Даты наступления весенних фаз у березы

Пункт	Фенологические явления		
	сокодвижение	развертывание листьев	цветение
Омск	14 IV	9 V	13 V
Саргатское	20 IV	10 V	16 V

Продолжительность периода со средними суточными температурами выше 10°C в Омске на 5—7 дней больше, чем в окрестностях.

Фенологический календарь для окрестностей Омска приведен в табл. 65 приложения.

9. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДА

Вопросы загрязнения атмосферного воздуха за последние годы привлекают все большее внимание. Это обусловлено тем, что основные факторы, влияющие на рост атмосферных загрязнений, усиливаются: растет численность населения, строится много новых промышленных предприятий, увеличивается количество транспорта.

Атмосферные загрязнения наносят значительный вред здоровью людей, сельскохозяйственным угодьям, лесным массивам, различным строениям и т. д.

Одним из наиболее интенсивных источников загрязнения являются тепловые электростанции, котельные промышленных предприятий и коммунально-бытового назначения. Если в качестве топлива используется уголь, то в атмосферный воздух вместе с дымом поступает зола, сажа, сернистый и угарный газы и окислы азота.

На тепловых электростанциях процесс сжигания топлива контролируется автоматическими приборами, большинство станций оснащено пылеулавливающими устройствами, однако на них сжигается так много топлива, что даже при высокой степени очистки (95% и более) выброс золы в количественном выражении оказывается очень большим (десятки, а иногда и сотни тонн в сутки).

Крупными источниками загрязнения являются промышленные предприятия, загрязняющие атмосферный воздух различными вредными веществами (сернистым газом, фенолом, окислами азота и др.), которые, поступая в атмосферу, взаимодействуют друг с другом, превращаясь в другие соединения, иногда более токсичные, чем исходные.

Еще один значительный источник загрязнения — автотранспорт. В выхлопных газах автомобилей обнаружено более 200 различных химических веществ, из которых основным является окись углерода. При работе автомобилей с бензиновыми двигателями при сжигании каждой тонны топлива образуется в среднем 600 кг окиси углерода. В выхлопных газах автомашин с дизельными двигателями воздух загрязняется преимущественно

окислами азота и альдегидами, имеющими неприятный запах. Максимальное количество вредных примесей выделяется при работе автомобилей на холостом ходу, например у светофоров и на перекрестках. При равномерном движении автомобиля в выхлопных газах содержится наименьшее количество вредных веществ.

Выброс вредных примесей осуществляется на различных высотах, непосредственно от поверхности земли (автотранспорт) до 250 м (ТЭЦ). В атмосферный воздух с выбросами промышленных предприятий и автотранспорта поступает около 3000 т в сутки различных вредных примесей, среди которых преобладает пыль, сернистый газ, окись углерода, двуокись азота и углеводороды.

Таким образом, в атмосферу непрерывно поступает большое количество вредных примесей, и город является постоянно действующим очагом загрязнения воздуха.

Рассеивание попавших в атмосферу примесей происходит по-разному. В одних случаях вредные вещества рассеиваются быстро, в других, наоборот, примеси скапливаются в приземном слое атмосферы. Концентрация примесей в атмосфере определяется метеорологическими условиями. При этом определяющую роль играют направление и скорость ветра. Для Омска наиболее неблагоприятными направлениями ветра являются северо-западные и юго-восточные. Загрязнение при северо-западном переносе повышается на 15%, а при юго-восточном — на 10%. В зависимости от скорости ветра обнаруживается два максимума загрязнения: при слабом ветре (0—1 м/с) и при ветре 3—4 м/с. Первый максимум формируется выбросами низких источников, второй — выбросами высоких источников [13].

Поскольку Омск расположен в степной зоне, то запыленность городского воздуха в весенне-летний сезон резко возрастает. К промышленной пыли, образующейся при сжигании топлива, прибавляется почвенная, вызываемая увеличением скорости ветра, часто с пыльными бурями, особенно весной, что обуславливает весенний максимум запыленности. Концентрация пыли весной в среднем на 20% больше, чем в другие сезоны года, а содержание пыли в дни с пыльными бурями в 3—6 раз, а в отдельные дни даже в 5—7 раз выше, чем в дни без пыльных бурь. Зимой наибольшее загрязнение воздуха наблюдается при скорости ветра 3—4 м/с.

Концентрация в воздухе сернистого газа носит наиболее непостоянный характер, так как основными источниками загрязнения являются тепловые электростанции, котельные и некоторые промышленные предприятия, которые часто меняют режим работы. Изменение режима работы предприятий определяет большие колебания в количестве выброса этой примеси. В холодный период выброс сернистого газа примерно на 33% больше, чем в теплый. Несмотря на это, в годовом ходе выделяется

летний максимум загрязнения, который связан с большой повторяемостью в это время года северо-западного ветра со стороны наиболее мощных источников загрязнения. Концентрация сернистого газа в Омске летом в среднем на 25% выше, чем зимой.

Загрязнение двуокисью азота определяется выбросами главным образом предприятий нефтехимии, автотранспорта и котельных. В годовом ходе наблюдается зимний максимум и летний минимум. Увеличению концентрации двуокиси азота в зимний период способствуют туманы, число которых в холодный период почти в два раза больше, чем в теплый.

Постоянное увеличение количества автомашин приводит к увеличению содержания в воздухе окиси углерода. Концентрация этой примеси, как и многих других, находится в прямой зависимости от повторяемости малых скоростей ветра и еще в большей степени — от их продолжительности.

Большое влияние на содержание примесей оказывает стратификация атмосферы в приземном слое. При плавном убывании температуры с высотой создаются благоприятные условия для вертикального перемешивания примесей и снижения их концентраций у поверхности земли.

При наличии в атмосфере задерживающих слоев — слоев инверсии температура воздуха с высотой возрастает, вертикальные движения замедляются, перемешивание примесей не происходит. В зависимости от характера инверсии (приземной или приподнятой) последние по-разному влияют на уровень и содержание загрязнения. При малой высоте выброса приземные инверсии способствуют увеличению концентрации загрязнения, при высоких источниках выброса они не препятствуют распространению примесей в верхние слои атмосферы и увеличение концентрации загрязнения не происходит. При разрушении приземной инверсии уровень загрязнения снижается в среднем на 33%. Инверсии для условий Омска — явление обычное (65%), причем приземные инверсии наблюдаются значительно чаще, с большой повторяемостью ночных и утренних при относительно небольшом количестве круглосуточных инверсий [42].

Величина наземной концентрации вредных веществ при наличии приподнятых инверсий зависит от расположения нижней границы слоя инверсии и источников выброса: если нижняя граница слоя инверсии находится выше источника выброса и препятствует проникновению вредных веществ в верхние слои атмосферы, то основная масса примеси скапливается вблизи земли и в результате создаются высокие концентрации примесей. Например, максимум содержания сернистого газа наблюдается только тогда, когда нижняя граница слоя инверсии располагается на высоте 100—250 м. При увеличении высоты нижней границы влияние инверсии снижается. Максимум концентрации пыли приходится на градации высоты нижней границы слоя

инверсии 250—500 м. Это связано с тем, что пыль поступает в основном из источников высотой 120—250 м и, когда слой инверсии расположен непосредственно над источником или ниже его, то частицы пыли преодолевают инверсионный слой и рассеиваются в более высоких слоях.

Влияние инверсий на распространение примесей в приземном слое зависит также от мощности и интенсивности инверсионного слоя. При увеличении мощности инверсионного слоя от 100 до 600 м концентрация сернистого газа возрастает в 3 раза, а пыли в 1,7 раза. При увеличении интенсивности инверсий от 1 до 10°C и более содержание сернистого газа увеличивается в шесть раз, а пыли в два раза.

Таблица 132

Средние значения метеорологических параметров при высоком и низком уровнях загрязнения воздуха

Сезон	Уровень загрязнения	v_0	ΔT_{0-500}	P_1	ΔT_1	H_1	P_2	H_2	ΔT_2
Зима	Высокий	2,3	1,6	71	7,8	750	30	340	12,0
	Низкий	5,6	6,2	30	2,9	400	7	960	5,0
Лето	Высокий	1,9	0,6	40	3,2	320	40	330	6,5
	Низкий	5,0	2,0	10	1,8	140	12	750	3,0

Примечание. v_0 — скорость ветра у поверхности земли (м/с), P_1 — повторяемость приземных инверсий (%), ΔT_1 — интенсивность приземных инверсий (°С), H_1 — высота верхней границы слоя приземной инверсии (м), P_2 — повторяемость приподнятых инверсий (%), H_2 — высота нижней границы слоя приподнятой инверсии (м), ΔT_2 — интенсивность приподнятых инверсий (°С), ΔT_{0-500} — разность температуры воздуха на уровне земли и на высоте 500 м.

Из табл. 132 видно, что высокому уровню загрязнения соответствуют более низкие скорости ветра как у земли, так и на высоте 500 м. Характерным является то, что как зимой, так и летом высокий уровень загрязнения сопровождается более устойчивой стратификацией пограничного слоя атмосферы и высокой повторяемостью инверсий.

Атмосферные осадки уменьшают загрязнение некоторыми примесями, особенно пылью, которая как бы вымывается ими. В дни с осадками содержание пыли, например, уменьшается до 45% и более. Туманы усугубляют загрязненность атмосферного воздуха в основном в холодный период года (ноябрь — март). Повторяемость их весной и летом незначительна.

Поскольку современный город растет не только по площади, но и значительно поднимается вверх, то, безусловно, и в пограничный слой воздуха город вносит свои изменения. На основании эпизодических наблюдений обнаружено понижение температуры воздуха над городом начиная с высоты 150 м и более. До 150 м температура воздуха в городе выше, чем в приго-

роде. Таким образом, на высотах более 150 м фиксируется «озеро холода», в отличие от «острова тепла» в нижних приземных слоях. Летом и весной температура воздуха в приземном слое тесно связана с радиационными условиями.

Температурные профили в пограничном слое складываются под влиянием синоптических условий. Так, например, падение температуры, близкое к адиабатическому (происходящее по причине изменения плотности и давления воздуха), связано с прохождением циклонов при сильных ветрах; приземные инверсии чаще всего образуются при антициклонической погоде в результате излучения земной поверхности.

На рис. 58 показано распределение температуры в слое

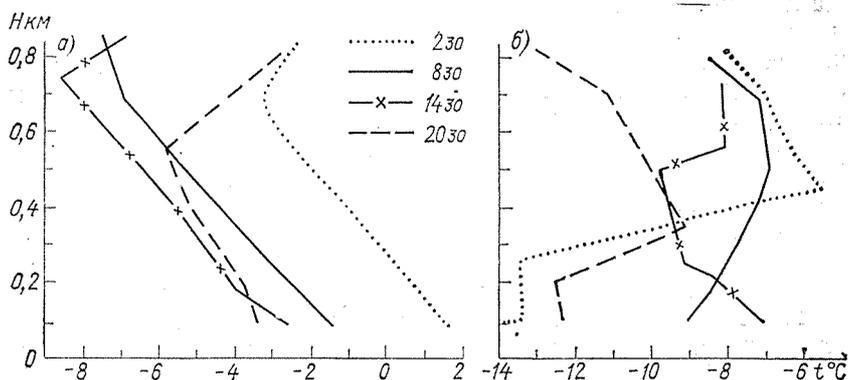


Рис. 58. Вертикальные профили температуры воздуха при циклоническом (а) и антициклоническом (б) типах погоды.

800 м над поверхностью земли при прохождении циклонов через Омскую область и при антициклоническом типе погоды, когда область находилась под влиянием периферии антициклона и размытого теплого фронта. В первом случае (рис. 58 а) распределение температуры отражает ее понижение, связанное с прохождением холодного фронта. К 8 ч температура у поверхности земли понизилась с 1,8 до $-1,4^{\circ}\text{C}$. Благодаря интенсивному перемешиванию за холодным фронтом, инверсия (повышение температуры с высотой), наблюдавшаяся с высоты 700 м, к 8 ч разрушилась. Слой высотной инверсии снова проявился к 14 ч с приближением теплых фронтов очередного циклона. Во втором случае (рис. 58 б) кривые распределения температуры имеют очень изломанный вид за счет обилия слоев антициклонической и фронтальной инверсии и изотермии.

10. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КЛИМАТА

Дальнейший рост территории Омска предопределяет необходимость улучшения санитарно-гигиенических условий массовой жилой застройки. Омск входит в зону с комплексным охлаждающим действием метеофакторов на тело человека, равным 120—150% показателя Москвы [30].

По физико-гигиенической характеристике климата [28], в Омске может наблюдаться до 200 дней холодной погоды, около 70 дней — прохладной, 30 дней — теплой и жаркой. Дискомфортность внешней среды определяется зимним переохлаждением и легким перегревом, что вызывает необходимость в ветро- и снегозащите зимой и ограничения перегрева летом [22, 47].

По сезонноклиматическому районированию В. И. Русанова для Западной Сибири [58] Омск относится к району с суровой изменчивой погодой зимой (фактические и условные температуры наружного воздуха от -15 до -30°C и ниже, минимальный индекс изменчивости погоды 42%) и ультрафиолетовым «голоданием» в течение 3—4 месяцев, сухой весной (индекс изменчивости погоды 35%), жарким летом с изменчивой погодой (максимальный индекс изменчивости погоды 36%) и биологически активной солнечной радиацией в течение четырех месяцев, холодной осенью (минимальный индекс изменчивости погоды 42%).

Зимняя дискомфортность климата находит отражение в данных по заболеваемости населения Западной Сибири. Гипотермии и местные холодные травмы представляют здесь типичную географическую патологию. По данным В. П. Казначеева [55], заболеваемость, связанная с климатическими условиями, составляет 118—203% аналогичных показателей Центрального района Европейской части РСФСР.

Таким образом, с санитарно-гигиенической точки зрения климат Омска характеризуется как суровый, дискомфортность которого определяется в основном низкими температурами воздуха в сочетании с ветрами значительных скоростей зимой и в переходные периоды, относительно высокими летними температурами наружного воздуха в сочетании с интенсивной солнечной радиацией и тепловым излучением сильно нагретых

поверхностей в городской застройке. Однако по целому ряду актинометрических показателей, например, по режиму ультрафиолетовой радиации, исследуемый район превосходит другие территории страны, находящиеся на тех же широтах и даже южнее [46, 50].

Перегревные условия в застройке могут формироваться при интенсивности прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность $1 \text{ кал}/(\text{мин} \cdot \text{см}^2)$ и более и суммарной радиации $0,8 \text{ кал}/(\text{мин} \cdot \text{см}^2)$ и более, а мелиорация микроклимата на придомовых участках возможна при значительно меньших величинах (см. табл. 8 приложения). Принимая во внимание температурный фон, можно ожидать перегревные условия в застройке и жилище главным образом в июне—августе. Это подтверждается и данными натуральных наблюдений [50].

Судя по полуденной высоте солнца, продолжительность светового, ультрафиолетового (при высотах солнца 10° и более) и биологического (при 30° и более) дня, требуемую инсоляцию [46] в помещениях можно обеспечить с января по ноябрь, а на придомовых территориях — с марта по сентябрь, если этому не препятствуют погодные условия (облачность).

Очень важно отметить, что в период ультрафиолетового дня (70—95%) во все месяцы, кроме декабря (48%), солнечное сияние является наибольшим по продолжительности и в период биологического (32—67%) — весьма значительным.

Гарантией обеспечения требуемой дозы солнечного облучения является продолжительность непрерывного солнечного сияния более 4 ч в день. Ее повторяемость только в декабре и январе менее 50%. Характерно, что на близполуденные четыре часа, когда целесообразна реализация полной нормы инсоляции (особенно при относительно небольших высотах солнца зимой), приходится от 29 до 74% дневного количества солнечного сияния. Распределение солнечного сияния относительно полудня почти равномерно, причем в июне—июле преобладает сияние до полудня (на 2—4%), а с октября по апрель — после полудня (до 14%) (см. табл. 66 приложения).

Оценка тепlopоступлений за счет лучистой энергии солнца показала, что в июне их роль значительна только в помещениях, ориентированных на юго-запад и запад, в марте (сентябре) — на восток и запад, а в декабре — на юго-восток и юго-запад. Это следует иметь в виду не только при выборе оптимальных ориентаций зданий, но зимой и в переходные сезоны и при решении вопросов мелиорации микроклимата на придомовых территориях.

Согласно районированию территории СССР по режиму ультрафиолетовой (УФ) радиации, произведенному В. А. Белинским [31], Омск находится в зоне УФ комфорта, в подзоне со следами УФ дефицита в середине зимы. Продолжительность одной лечебной дозы суммарной солнечной радиации в Омске

при ясном небе в полдень колеблется от 4,2 (июнь) до 12,5 мин (ноябрь) [58]. Как видно, ресурсы радиационного климата вполне достаточны для их широкого использования для гелиотерапии и других медицинских целей (см. табл. 67 приложения).

При расчете естественной освещенности нужно иметь в виду, что рассматриваемая территория находится в III светоклиматическом поясе, где снежный покров бывает свыше пяти месяцев в году, что предопределяет соответствующее распределение яркости неба [30, 52].

Большую санитарно-гигиеническую роль в градостроительстве играет ветровой режим, и в этом смысле он представляет интерес в двух аспектах: с точки зрения влияния на взаиморасположение отдельных функциональных зон и комплексов населенного места, т. е. промышленной и селитебной зон, и с точки зрения влияния на микроклиматическое состояние внешней среды. Рассмотрим более подробно ветровой режим с точки зрения его влияния на микроклиматическое состояние внешней среды, приводящее к ветроохлаждению организма человека.

В районе Омска, как и во всей Западной Сибири, охлаждающее действие ветра при отрицательных температурах значительно. Причем, по Л. И. Трифионовой, вклад ветра в величину низких эффективных температур превышает вклад температуры в 13—18 раз. По Л. Е. Анапольской, эффективная температура с вероятностью 0,1% равна в Омске -63°C , в то время как в Новосибирске -57°C , Барнауле -59°C , Якутске -58°C Верхоянске -60°C . Жесткость погоды в Омске с декабря по март превышает критическую величину.

Самые низкие показатели температуры и жесткости погоды отмечаются при восточных, северных и северо-западных ветрах, в то время как по повторяемости и скорости преобладают ветры юго-западного и южного направлений. По комплексному действию (с учетом повторяемости ветров) преимуществом за юго-западными и южными ветрами при значительной роли восточных. Ветровые воздействия несколько сглаживают температурные различия при ветрах разных направлений. Так, если по фактической температуре воздуха максимальные различия достигают $10,6^{\circ}\text{C}$, то по эффективной только 9°C , а по условной 8°C . Еще меньше различий при сравнении жесткости погоды (табл. 133).

Таким образом, наибольшее ветроохлаждение отмечается при ветрах восточного направления, хотя с учетом длительности ветровых воздействий преобладают юго-восточные и южные ветры. Это следует иметь в виду при решении конкретных вопросов инженерно-технического, архитектурно-строительного и градостроительного проектирования.

Критерием оценки снегозаносимости, которая усугубляет дискомфортность внешней среды, является величина снегоотложений за препятствием. Так, при снегозаносах, равных 150—

Таблица 133

Эффект ветровых воздействий. Январь

Показатель	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Температура воздуха	-21,6	-22,0	-26,0	-19,3	-17,8	-15,4	-17,9	-21,3
Эффективная температура	-26	-22	-29	-25	-23	-20	-21	-25
Произведение повторяемости ветра на эффективную температуру	52	88	377	275	52	540	273	175
Условная температура (по Арнольди)	-30,8	-29,2	-34,0	-29,5	-27,4	-26,0	-26,5	-30,1
Жесткость погоды (по Бодману)	4,20	3,72	4,26	4,23	3,95	3,94	3,72	4,07

200 м³/пог. м, требуются специальные мероприятия по снегозащите, которые, как правило, проводятся в едином комплексе с ветрозащитой. Ветровой режим и твердые осадки в зимний период предопределяют существенные снегозаносы [43]. Рассматриваемый район характеризуется снегозаносимостью от 200 до 400 м³/пог. м, максимальный снегоперенос отмечается при ветрах юго-западного направления (см. табл. 90, 91).

В температурном режиме атмосферного воздуха наиболее существенны повторяемость и продолжительность той или иной температуры, суточные амплитуды, междусуточная изменчивость и другие показатели. По В. И. Русанову [31, 58], суровость погоды определяется как мягкая (температура от 0 до -5°С), умеренно-суровая (-6...-15°С, суровая (-16...-29°С), очень суровая (-30...-45°С), крайне суровая (-45°С и ниже).

В Омске суровая погода наблюдается с декабря по февраль, умеренно-суровая — в ноябре и марте, что можно проследить даже по средней месячной температуре (см. табл. 14 приложения).

Если же ориентироваться на абсолютно минимальные температуры, то крайне суровая погода может иметь место только в январе, очень суровая — в ноябре — декабре и феврале — марте, суровая — в октябре и апреле, умеренно-суровая — в сентябре и мае, мягкая — в июне и августе. Расчетная температура самой холодной пятидневки оценивается как очень суровая.

По В. И. Русанову [58], среднее число нерабочих дней за холодный период в Омске равно 4, а с перерывом для обогрева 25—30 дням. Суровость погоды в январе характеризуется условной температурой воздуха -27°С и ниже и определяется как суровая.

Повторяемость температуры воздуха за три самых холодных месяца, равной — 35°С и ниже (очень и крайне суровая), составляет здесь всего 1—3,7%, а температуры — 25°С и ниже (суровая, очень и крайне суровая) достигает 12—26%, причем минимальные величины соответствуют 13-часовому сроку наблюдений.

Таким образом, повторяемость суровых, очень и крайне суровых погод в дневное время незначительна, а дискомфортность метеорологических условий холодного периода года определяется в основном ветровым воздействием в сочетании с умеренно-суровыми температурами. Это подтверждается данными по повторяемости фактических и условных температур воздуха в Омске за период декабрь — март (табл. 134).

Таблица 134

Повторяемость (%) условных температур воздуха за период декабрь—март в 7, 13 и 19 ч (1955—1959 гг.)

Суровость погоды	XII				I			
	7 ч	13 ч	19 ч	Среднее	7 ч	13 ч	19 ч	Среднее
Мягкая	1	0	0	1	0	0	0	0
Умеренно-суровая	10	13	14	12	7	5	7	6
Суровая	57	58	56	57	55	61	49	55
Очень суровая	27	23	26	25	37	34	44	38
Крайне суровая	5	6	4	5	1	0	0	1

Суровость погоды	II				III			
	7 ч	13 ч	19 ч	Среднее	7 ч	13 ч	19 ч	Среднее
Мягкая	0	1	0	1	0	3	0	1
Умеренно-суровая	8	13	16	12	16	39	32	26
Суровая	53	50	50	51	53	52	53	53
Очень суровая	36	36	31	34	30	15	15	20
Крайне суровая	3	0	3	2	1	0	0	0

Примечание. При определении условной температуры воздуха (учитывающей совместное воздействие ветра при отрицательной температуре) увеличение скорости ветра на 1 м/с приравнялось к понижению температуры на 2°С (по Арнольди).

Абсолютно преобладающими являются суровые, очень и крайне суровые погоды (67—95%), а наибольшая повторяемость погод по градиентам приходится на суровые (49—61%),

причем по срокам наблюдений отмечается примерно одинаковое их количество.

Температура воздуха в теплый период отдельно не регламентируется, однако летом при 25°C и солнечной радиации $0,8 \text{ кал}/(\text{мин}\cdot\text{см}^2)$ и более отмечается значительный перегрев, при 23°C и той же радиации — умеренный, а при 20°C и солнечной радиации $1 \text{ кал}/(\text{мин}\cdot\text{см}^2)$ и более наблюдаются первые признаки дискомфортности.

При определении дискомфортности перегрева исходным было положение о том, что теплоизоляция одежды соответствует погодным условиям. Однако люди одеваются не из расчета на самый жаркий, но сравнительно короткий период дня, а гораздо теплее, ориентируясь на погоду прохладных утренних и вечерних часов. В результате фактическое «ккло»¹ их одежды значительно превышает требуемое. Как правило, перегрев наступает при более низких температурах, что в свою очередь удлиняет неблагоприятный период как в течение дня, так и в целом за год.

Это позволяет считать дискомфортными (перегревными) условиями дни уже при температуре воздуха 20°C , относительной влажности 20% и более, скорости ветра $1,5 \text{ м/с}$ и более и интенсивной солнечной радиации [порядка $1 \text{ кал}/(\text{мин}\cdot\text{см}^2)$].

Дискомфортность значительного перегрева в 13 ч за летний период достигает 24% , а повторяемость дискомфортных дней составляет 54% . Повторяемость дискомфортности резко снижается в сроки наблюдений 7 и 19 ч, т. е. тогда, когда отмечается резкое сокращение солнечной радиации. Это понятно, так как солнечная радиация по шкале эквивалентно-эффективных температур, дает прибавку, равную $6-8^{\circ}\text{C}$.

Количественное выражение дискомфортности характеризуется превышением ЭТ и РЭТ², оптимальной температуры на $2-13^{\circ}\text{C}$, часто на $14-20^{\circ}\text{C}$. Как показатели натурные наблюдения [49], дискомфортные условия отмечаются обычно с 11 до 16—18 ч.

Повторяемость и продолжительность дискомфортных условий для Омска в июле, как и для зимнего периода, рассчитаны по Новосибирску (данные расчетов вполне можно распространить и на Омск). В наиболее теплый (по средней месячной температуре воздуха) июль дискомфортные условия наблюда-

¹ Ккло — единица измерения теплоизоляции одежды, равная $0,18 \text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{м}^2\cdot\text{ч}/\text{ккал}$.

² Комплекс температуры воздуха и его относительной влажности составляет эффективную температуру (ЭТ), с учетом ветра — эквивалентно-эффективную (ЭЭТ); ЭТ и ЭЭТ плюс солнечная радиация образуют соответственно радиационно-эффективную (РЭТ) и радиационно-эквивалентно-эффективную (РЭЭТ) температуры, а комплекс ЭЭТ солнечной радиации и длинноволнового излучения сильно нагретых поверхностей — результирующую (РеЭЭТ). Оптимальная температура равна 19°C .

ются в 94% случаев, причем дискомфортность в тени достигает 58%, а их продолжительность колеблется в среднем в течение суток от 9 до 15 ч. Максимальная непрерывная продолжительность дискомфортных условий достигает в тени 7 дней, на солнце — 20. В нормальный месяц (средняя температура июля примерно равна норме) повторяемость дискомфортных дней уменьшается (до 71%), средняя суточная продолжительность дискомфортных условий снижается на 2—3 ч, а их непрерывная продолжительность — до 6—8 дней. В относительно холодный июль дискомфортность отмечается в тени в 10% всех дней, а на солнце — в 74. Средняя суточная продолжительность дискомфортных условий в тени составляет всего 1 ч, а на солнце несколько больше 4 ч. Максимальная непрерывная продолжительность дискомфортности не превышает 2—7 дней.

Дискомфортность обычно определяется избыточной солнечной радиацией и тепловым излучением сильно нагретых поверхностей. Отсюда следует, что ограничение инсоляции сильно нагретых поверхностей и изоляция от их теплового излучения являются важнейшими средствами улучшения летнего микроклимата. Мероприятия по мелиорации микроклимата на застроенных территориях в летний период здесь являются необходимыми.

Судя по абсолютно максимальным температурам, равным 25°С и выше, перегревные условия могут иметь место в течение семи месяцев (с апреля по октябрь) (см. табл. 14 приложения).

Температура воздуха в Омске испытывает значительные колебания, которые отрицательно сказываются на самочувствии человека. Омск относится к району с резкой междусуточной изменчивостью температуры воздуха [30]. Средняя междусуточная изменчивость температуры определяется как индифферентная в июле, как чувствительная в декабре—январе и как переходная в остальные месяцы, в среднем за год изменчивость относится к переходной (см. табл. 39).

За три самых холодных месяца повторяемость междусуточной изменчивости температуры, равная $\pm 6^\circ\text{C}$ и более (чувствительная и главным образом раздражающая), составляет 25%, а повторяемость, равная $\pm 4^\circ\text{C}$ и более (переходная и главным образом чувствительная), возрастает до 42%; эти же показатели за три самых теплых месяца — соответственно 4 и 14%.

Раздражающая междусуточная изменчивость температуры преобладает в холодный период (ноябрь — март), чувствительная отмечается чаще всего в мае, декабре и январе, переходная — в апреле — июне и сентябре, а индифферентная — с июля по октябрь (табл. 135). Значит, наиболее неблагоприятными по этому показателю являются зимние месяцы, когда повторяе-

Таблица 135

Повторяемость (%) междусуточной изменчивости температуры воздуха по месяцам

Месяц	Междусуточная изменчивость температуры воздуха, °С			
	менее ± 2	$\pm (2-3,9)$	$\pm (4-5,9)$	± 6 и более
I	32,6	25,0	18,0	24,4
II	34,6	27,8	15,2	22,4
III	40,0	28,1	15,7	16,2
IV	51,2	31,9	11,4	5,5
V	29,8	29,6	18,9	11,7
VI	46,8	31,7	15,0	6,5
VII	61,8	28,7	6,8	2,7
VIII	62,0	25,9	8,5	3,6
IX	52,8	29,5	12,3	5,4
X	53,0	28,8	12,1	6,1
XI	35,1	27,9	17,6	19,4
XII	30,4	23,8	18,4	27,4

мость междусуточной изменчивости температуры более 6° С составляет 20—30% в месяц.

Средние амплитуды суточных колебаний температуры воздуха вне зависимости от состояния неба оцениваются по П. Г. Мезерницкому [40] в ноябре как переходные, в сентябре—октябре и декабре—апреле как ощутимые, а с мая по август как резкие; максимальные амплитуды в течение всего года определяются как резкие (см. табл. 38).

При ясном небе по сравнению с пасмурным амплитуды возрастают (летом на 6—8° С) и характеризуются с марта по сентябрь как резкие, в ноябре, январе—феврале как ощущаемые, в декабре как переходные. Характерно, что наибольшие из средних амплитуд отмечаются весной и летом, когда теплоизоляция одежды минимальная, т. е. когда человек наименее защищен одеждой от воздействия факторов внешней среды.

Повторяемость ощущаемых и главным образом резких суточных амплитуд (10° С и более) в Омске за три самых холодных месяца (декабрь—февраль) составляет 35%, а за три самых теплых (июнь—август)—73%. Резкие суточные амплитуды преобладают в период с мая по август, ощущаемые—в июне—августе и феврале—мае, переходные—зимой, индифферентные—с октября по декабрь (см. табл. 16 приложения).

Суточная и междусуточная изменчивость температуры воздуха при переохлаждении и перегреве создает значительную дополнительную нагрузку на терморегуляторный аппарат организма человека, что в свою очередь требует определенных компенсационных условий для теплового равновесия тела человека. С точки зрения контрастной изменчивости погоды наибо-

лее неблагоприятным временем года являются зима и осень. Это подтверждается данными медицинских исследований, которые свидетельствуют о том, что, например, на возникновение смертельных исходов от инфаркта миокарда и инсульта влияют резкие смены погоды, колебания барометрического давления и другие метеофакторы. Так, смертность от инфаркта миокарда в дни повышенного и пониженного барометрического давления увеличивалась на 58% по сравнению с днями «стабильного» барометрического давления, а смертность от инсульта — на 37%.

Таким образом, условия Омска по термическому режиму характеризуются в зимний период как суровые и умеренно-суровые, а летом отмечается перегрев; междусуточная изменчивость температуры воздуха определяется как чувствительная и переходная, а суточные колебания температуры воздуха как ощущаемые и резкие, причем наибольшие их значения имеют место в переходные и летний сезоны.

По показателям влажности наружный воздух значительную часть года определяется как сухой (май — июнь), умеренно-сухой (июль — сентябрь), умеренно-влажный (октябрь, апрель) и только зимой (ноябрь — март) — как влажный. Это является благоприятным с точки зрения теплоощущений человека [58, 62]. Число душных погод в июле не превышает 10—15 дней.

11. ИЗМЕНЕНИЯ И КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА

Климат, как и все в природе, не является чем-то постоянным. На протяжении истории существования Земли вместе с чередованием геологических эпох он подвергался неоднократным изменениям и периодическим колебаниям. За прошедший миллион лет в северном полушарии несколько раз наблюдались ледниковые периоды средней продолжительностью около 90 тыс. лет, во время которых значительная часть Европы, Азии и Северной Америки была покрыта мощными ледниками. Их южная граница достигала 40—50° с. ш. Последнее (вюрмское) наступление ледников закончилось около 10 тыс. лет тому назад. После этого постоянный ледяной покров сохранился главным образом в Северном Ледовитом океане. Эпохи оледенения перемежались межледниковыми периодами продолжительностью 10—12 тыс. лет. Сейчас мы живем как раз в одном из таких межледниковых периодов.

Внутри эпох оледенения и межледниковых периодов происходили и более кратковременные изменения климата. Так, например, период с 1600 до 1850 гг. был холоднее, чем более позднее время, и получил название «малого оледенения».

Понятия «изменение» и «колебания» климата не равнозначны. Изменение климата является более общим понятием. Частный случай изменения климата — его колебания, т. е. изменения, при которых его характеристики постепенно и плавно изменяются между последовательными максимальными и минимальными значениями.

Климатические условия земного шара лучше всего изучены для так называемой эпохи инструментальных наблюдений, в течение которой проводились систематические измерения метеорологических элементов. Так как массовые метеорологические наблюдения начаты только во второй половине XIX в., по этим данным можно говорить о колебаниях климатических элементов лишь в современную эпоху. Заключение же о характере климатов предшествовавших периодов делается на основании летописных источников, археологических раскопок и других косвенных признаков.

Причины изменений и колебаний климата весьма многообразны и сложны. Различные факторы действуют совместно, налагаясь друг на друга, и учесть количественно роль каждого из них в изменении климата нелегко.

А. В. Шнитниковым выделены циклы увлажнения продолжительностью в среднем 1850 лет, синхронные для всего земного шара, связанные с колебаниями приливообразующей силы. Более кратковременные колебания, наблюдаемые в течение жизни одного поколения, связаны прежде всего с влиянием солнечной активности, периодичность которой проявляется в 11-летней цикличности. Выделяют также 5—6, 22—23-летний и вековой (80—90-летний) циклы солнечной активности, предполагается существование многовековых циклов. Усиление солнечной активности влияет на погоду и климат отдельных участков земного шара по-разному. В Западной Сибири максимум солнечной активности сопровождается влажной прохладной погодой лета (так было, например, в 1972 г.), на Европейской территории Союза в эти годы, напротив, отмечаются резкие летние засухи.

С конца XIX в. до середины 40-х годов XX в. происходило так называемое «современное потепление климата». В 40-х годах потепление в основном прекратилось и в отдельных районах земного шара температура даже стала медленно понижаться. Потепление и сменившее его похолодание началось и более четко проявилось в высоких широтах, откуда распространилось на умеренные и низкие. Общее повышение температуры воздуха северного полушария, составившее в начале XX в. по сравнению с концом XIX $0,6^{\circ}\text{C}$, к середине 50-х годов уменьшилось на $0,2^{\circ}\text{C}$. Во время наибольшего потепления климата (30-е годы) улучшились условия навигации в северных морях, в то же время увеличилось число засух в районах недостаточного увлажнения, заметно снизились урожаи зерновых в ряде стран умеренных широт. По мнению М. И. Будыко, эти колебания климата находятся в прямой зависимости с крупными извержениями вулканов, вызывающими уменьшение прозрачности атмосферы. В 20—30-х годах в результате отсутствия в течение нескольких десятилетий крупных вулканических извержений атмосфера очистилась от пыли, стала прозрачнее, поток солнечной радиации увеличился, температура повысилась. После 40-х годов вулканическая деятельность активизировалась на Аляске и Камчатке, при этом за счет повышения концентрации аэрозоля в воздухе атмосферы произошло снижение прихода солнечной радиации и понижение температуры [18, 19].

Для выявления колебаний климата в Омске были проанализированы данные за весь имеющийся период наблюдений по основным метеорологическим элементам — температуре воздуха (с 1888 г.), осадкам (с 1891 г.), атмосферному давлению (с 1889 г. с перерывами). Погода по годам очень изменчива, воз-

можны значительные отклонения от климатической нормы как в сторону потепления, так и в сторону похолодания, поэтому проследить изменение метеорологических элементов во времени, обнаружить какие-либо закономерности по данным отдельных лет очень трудно. Для выявления тенденции к изменению климатических элементов использован метод скользящих средних. Суть его состоит в том, что средние значения подсчитываются за 10 лет с последовательным сдвигом на один год (за 1888—1897, 1889—1898, 1890—1899 гг. и т. д.). Полученные таким образом средние, нанесенные на график, наглядно показывают изменение метеорологического элемента в течение длительного времени (горизонтальная линия соответствует среднему многолетнему значению).

Простейший хронологический график средних 10-летних температур (рис. 59), на котором показаны средние годовые температуры по 10-летиям

(1888—1897, 1898—1907 и т. д.), и график скользящих средних (рис. 60) показывают наличие слабо выраженной тенденции к повышению средней годовой температуры. На повышение температуры в Западной Сибири и соседних районах в последние 100—150 лет указано в работе Абрамовича и др. [1]. П. В. Борисовым установлено изменение сроков вскрытия и замерзания Иртыша и сокращение периода ледостава в связи с потеплением климата [17].

Выделяются относительно теплые и холодные периоды различной продолжительности. Самая низкая средняя годовая температура ($-0,4^{\circ}\text{C}$) наблюдалась в 1889—1898 гг. (в 1889 г. — $1,3^{\circ}\text{C}$), до 1908—1917 гг. она удерживалась ниже нормы, затем намечился перелом в сторону потепления, которое продолжалось до 1923—1932 гг. Далее температура в основном была в норме и несколько ниже, вплоть до десятилетия 1946—1955 гг., начиная с которого до последних лет она ниже средней многолетней не опускалась. Самым теплым оказалось десятилетие с 1958 по 1967 г., а из отдельных лет — 1962 г. (средняя годовая температура $2,8^{\circ}\text{C}$ при средней за весь период $0,3^{\circ}\text{C}$).

Анализ колебаний годовых температур как результирующих величин дает представление об общей тенденции колебаний температуры, но не вскрывает особенности распределения темпера-

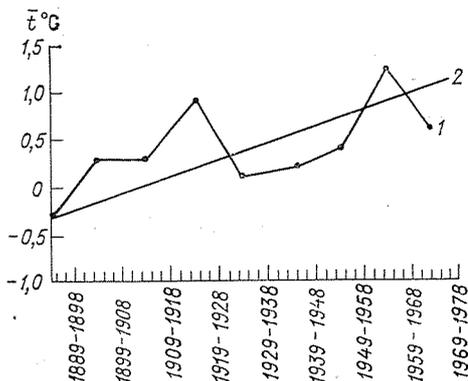


Рис. 59. Ход средних годовых температур воздуха по десятилетиям (1) и тенденция векового хода (тренд) (2).

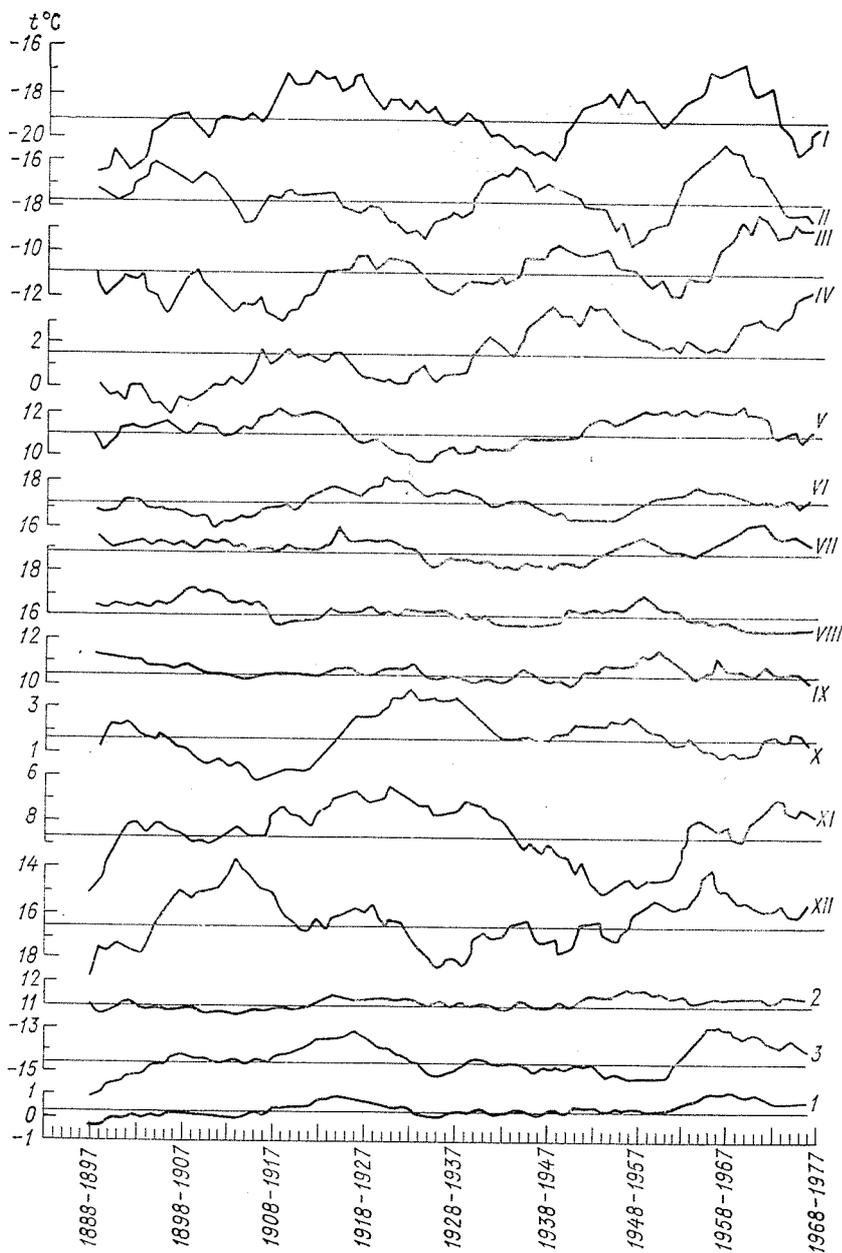


Рис. 60. Средние месячные температуры воздуха (скользящие десятилетия).

1 — год, 2 — теплый период, 3 — холодный период.

туры по сезонам и отдельным месяцам. Поэтому на рис. 60 дополнительно представлены скользящие средние за холодный и теплый периоды и по месяцам. В теплый период года (с апреля по октябрь) скользящие средние также показывают медленное повышение температуры. Колебания температур по 10-лети-

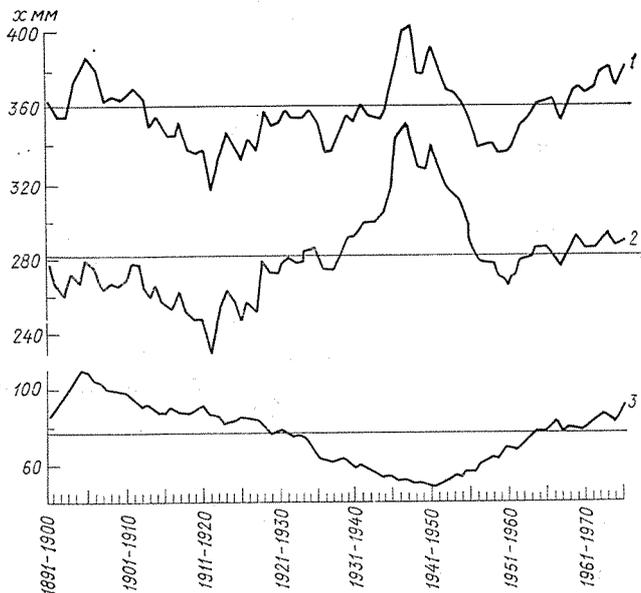


Рис. 61. Среднее количество осадков (скользящие десятилетия).

Усл. обозначения см. рис. 60.

ям невелики, их отклонения от нормы не превышают $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ (лишь в 1948—1957 гг. $0,6^{\circ}\text{C}$). Ход скользящих средних температур зимы (ноябрь — март) повторяет ход средних годовых, но периоды потепления и похолоданий выражены гораздо более четко. Нередки отклонения от нормы более 1°C (в десятилетие 1956—1965 гг. даже $1,5^{\circ}\text{C}$).

Средние месячные температуры изменяются по скользящим десятилетиям неоднозначно, ход кривых имеет самую разнообразную форму. В отдельных случаях ход температуры в соседние месяцы почти противоположен, например, в январе и феврале, мае и июне.

Циклический ход колебаний температуры выражен довольно отчетливо, а более или менее определенная тенденция видна лишь в марте, апреле (повышение) и в августе (небольшое понижение).

Для периода с мая по сентябрь характерен более сглаженный ход, в остальные месяцы скачки в температуре соседних десятилетий проявляются более резко.

Хронологические средние суммы осадков дают весьма пеструю картину распределения во времени. Ход же скользящих средних (рис. 61) позволяет заметить некоторое постепенное повышение количества осадков за год и в теплое время года. Выделяются относительно длинные периоды с недобором осадков и с повышенным увлажнением. По годовым суммам видны две волны с количеством осадков, превышающих средние: с десятилетия 1894—1903 до 1903—1912 гг. и с 1936—1945 по 1945—1954 гг., нарастание количества осадков наметилось также с 1958—1967 гг. до настоящего времени.

Скользящие средние суммы осадков теплового периода хорошо согласуются с ходом годовых сумм, что вполне объяснимо, так как годовая сумма в Омске в основном складывается из осадков теплых месяцев. Наибольшие отклонения от средней имели место в десятилетия 1938—1947 гг. (70 мм) и 1912—1921 гг. (55 мм). В противоположность температуре воздуха колебания количества зимних осадков не всегда синхронны с колебаниями годовых сумм осадков. Наибольшие значения наблюдались в десятилетие 1895—1904 гг. (в полтора раза больше средних), затем происходило их снижение. С 20-х годов количество зимних осадков было постоянно ниже нормы, в 1941—1950 гг. оно достигло минимума (в противоположность ходу осадков теплового периода), после чего началось увеличение количества осадков, продолжающееся до настоящего времени.

Представляет интерес сопоставление средних температур и сумм осадков за первое и последнее из рассматриваемых 20-летий: 1891—1910 и 1956—1975 гг., а также их сравнение со средними многолетними данными. Из табл. 136 следует, что

Таблица 136

Температура воздуха (°С) и количество осадков (мм) за различные периоды

	Период	Среднее многолетнее	Годы		Отклонения средних за 1956—1975 гг.	
			1891—1910	1956—1975	среднее за 1891—1910 гг.	среднее многолетнее
Температура	Год	0,4	0,1	0,8	0,7	0,4
	XI—III	—14,5	—14,9	—13,6	1,3	0,9
	IV—X	11,0	10,8	11,2	0,4	0,2
Количество осадков	Год	361	365	374	9	13
	XI—III	78	91	85	—6	7
	IV—X	283	274	289	15	6

вторая половина XX в. в Омске характеризуется заметным повышением температуры и улучшением увлажнения в сравнении с концом XIX — началом XX в.

Сопоставление графиков хода температуры и осадков показывает, что увеличение сумм осадков за год и теплый период чаще всего сопровождается понижением температур в летние месяцы. Это происходит в связи с усилением во влажные годы циклонической деятельности, что в основном подтверждается изменениями давления по 10-летиям (рис. 62).

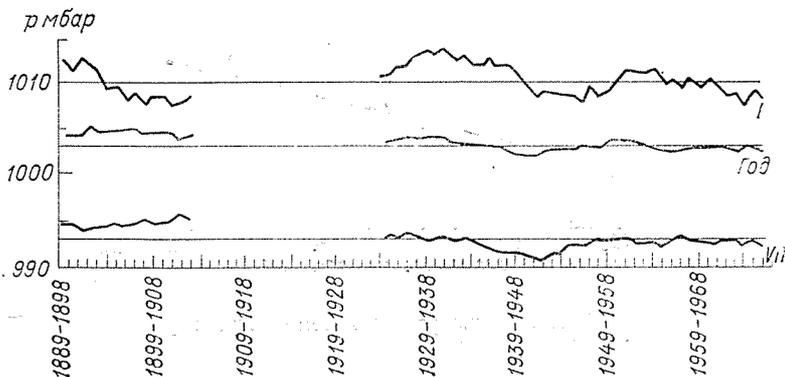


Рис. 62. Среднее давление воздуха (скользящие десятилетия).

Чрезвычайно интересен вопрос о влиянии человека на климат. Хотя атмосферные процессы сопряжены с колоссальными запасами энергии, производственная деятельность человека в настоящее время достигла таких масштабов, что может вызывать определенные климатические изменения. Все в большей степени приходится считаться с антропогенными факторами, т. е. изменениями, внесенными в природу человеческой деятельностью.

Для Омска разности температур между городом и окрестностями (Омск—Саргатское) составляют в среднем за год и теплый период $0,3^{\circ}\text{C}$, в холодный период — $0,4^{\circ}\text{C}$. В отдельные месяцы и особенно дни эта разница бывает гораздо ощутимее. Например, в июле 1965 г. и январе 1974 г. Омск оказался теплее пригорода в среднем более чем на градус, средняя суточная температура отдельных дней в эти месяцы превысила

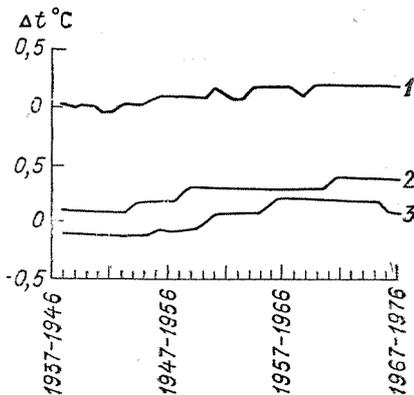


Рис. 63. Средние разности температур воздуха Омск—Саргатское (скользящие десятилетия).

Уел. обозначения см. рис. 60.

температуру Саргатского на $4-5^{\circ}\text{C}$, максимальная — на $6-8^{\circ}\text{C}$.

С ростом города происходит его постепенное потепление в сравнении с пригородными районами как в среднем за год, так и по отдельным сезонам (рис. 63). Одна из причин этого процесса связана и с ростом населения Омска (рис. 64).

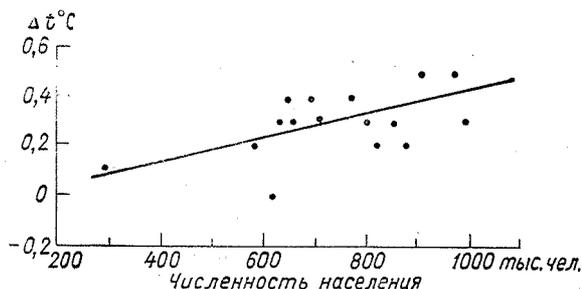


Рис. 64. Изменение разности температур город—пригород с увеличением численности населения.

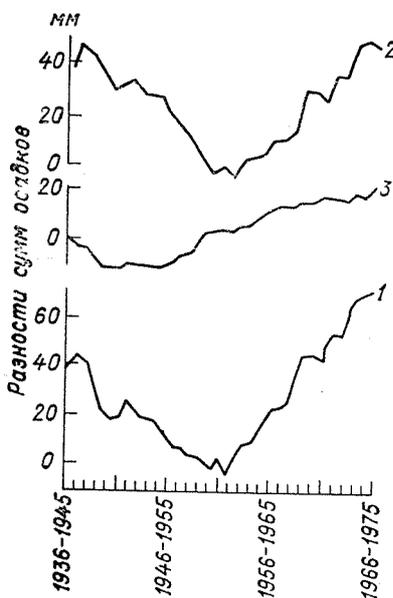


Рис. 65. Средние разности сумм осадков Омск—Борисовский (скользящие десятилетия). Усл. обозначения см. рис. 60.

Большое количество ядер конденсации в воздухе крупных городов и увеличение их в связи с развитием промышленности и автомобильного транспорта приводит к увеличению облачности и количества осадков в пределах города в сравнении с окрестностями. Скользящие средние разности осадков город—пригород увеличиваются в холодное время года начиная с 1937 г. (период параллельных наблюдений город—пригород). Для разностей годовых сумм и сумм осадков теплого периода устойчивое повышение прослеживается с 10-летия 1953—1962 гг. (рис. 65).

Итак, в XX в. происходит незначительное потепление климата Омска и увеличение количества осадков. Установить причину процесса не представляется возможным. Видимо, это суммарный эффект

воздействия естественных причин и антропогенных факторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Климат Омска и его окрестностей типично континентальный с суровой продолжительной малоснежной зимой, коротким теплым (чаще жарким) летом, короткой сухой весной с поздними возвратами холодов (заморозками), обычно малооблачной непродолжительной осенью с ранними заморозками и частыми возвратами тепла.

Своеобразие географического положения обуславливает преобладание циклонической циркуляции в течение большей части года, что нехарактерно для других внутриконтинентальных районов. Устойчивые морозы зимой определяются влиянием сибирского антициклона.

Температурный режим отличается значительными колебаниями от года к году, от месяца к месяцу, от одного дня к другому и даже в течение суток. Средняя температура воздуха в январе $-19,2^{\circ}\text{C}$, в июле $18,3^{\circ}\text{C}$. Колебания абсолютных температур возможны в январе от $+4$ до -49°C , а в июле — от 1 до 41°C . Оттепели зимой редки.

Увлажнение в большинстве лет недостаточное, годовая сумма осадков составляет 330 мм, большая часть из них выпадает в летнее время. Летние осадки носят преимущественно ливневой характер, очень нестабильны. Характерны часто повторяющиеся засухи и суховеи. Снежный покров устанавливается в начале ноября и сходит в первой декаде апреля. Средняя высота его на конец зимы несколько превышает 20 см. В отдельные малоснежные зимы почва промерзает до 260—275 см.

Преобладающее направление ветра юго-западное, летом северо-западное. Наибольшие скорости ветра наблюдаются зимой и весной (особенно в мае), что является причиной частых метелей зимой и пыльных бурь весной.

Немаловажной особенностью климата Омска является обилие солнечной радиации, обусловленное малой облачностью и длинным летним днем. По продолжительности солнечного сияния Омск превосходит не только Москву, но и Харьков, и Батуми, уступая несколько Ялте.

При коротком безморозном периоде (в среднем 115 дней) суммы положительных температур за теплый период достаточно

велики — около 2000° С. Такие тепловые ресурсы создают широкие возможности для развития озеленения в городе, создания садов, парков.

С санитарно-гигиенической стороны климат Омска характеризуется как суровый. Дискомфортность зимой и в переходные сезоны определяется в основном низкими температурами воздуха в сочетании с ветрами значительных скоростей, летом же — относительно высокими температурами воздуха в комплексе с интенсивной солнечной радиацией и тепловым излучением сильно нагретых поверхностей в городской застройке.

Большой город, к каким относится Омск, оказывает существенное влияние на климат. Уменьшается прозрачность и чистота воздуха, повышается его температура в сравнении с пригородом, особенно в зимнее время. Смягчающее воздействие на микроклимат прибрежных районов города в теплое время оказывает река.

Анализ данных по температуре воздуха и осадкам за весь имеющийся период наблюдений в Омске позволяет отметить в самом городе некоторое повышение температуры и увеличение осадков во второй половине XX в., особенно в сравнении с пригородными районами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамович Д. И., Колодей Н. С., Унт Л. З. Динамика климата Западной Сибири за последние 100—150 лет. — Материалы геогр. секции межвузовской науч. конференции. Омск, 1967, с. 10—19.
2. Агроклиматические ресурсы Омской области. — Л.: Гидрометеоздат, 1971. — 187 с.
3. Анапольская Л. Е. Климатическое районирование Западной Сибири и Казахстана для строительства. — Труды ГГО, 1964, вып. 161, с. 3—9.
4. Анапольская Л. Е., Пашина О. Б. Особенности годового и суточного хода температурно-влажностного режима в различных климатических условиях. — Труды ГГО, 1970, вып. 268, с. 86—122.
5. Анапольская Л. Е., Пашина О. Б. Суточный ход высокой относительной влажности. — Труды ГГО, 1970, вып. 268, с. 123—145.
6. Анапольская Л. Е., Сократилина З. И. Методика оценки суровости климата для определения условий работы механизмов машин. — Труды ГГО, 1967, вып. 210, с. 109—121.
7. Анисимова Т. Н. Расчет характеристик непрерывной продолжительности ветра. — Труды НИИАК, 1966, вып. 37, с. 47—57.
8. Арнольди И. А. Гигиенические вопросы акклиматизации населения на Крайнем Севере. — В кн.: Гигиенические вопросы акклиматизации населения на Крайнем Севере. М., 1961, с. 7—23.
9. Аэрация жилой застройки в условиях повышенных и низких скоростей ветра (обзор). — М., 1974. — 34 с. (Сер. «Градостроительство»).
10. Баженов В. С. Вопросы использования и охраны подземных вод в Омской области. — Материалы конференции по географии Западной Сибири. Омск, 1977, с. 32—33.
11. Бартенева О. Д., Полякова Е. А., Русин Н. П. Режим естественной освещенности на территории СССР. — Л.: Гидрометеоздат, 1971. — 238 с.
12. Березкина Г. Ю. Радиационные и температурно-ветровые условия в городских зеленых насаждениях. — Труды ГГО, 1977, вып. 385, с. 67—72.
13. Берлянд М. Е. Об опасных условиях загрязнения атмосферы промышленными выбросами. — Труды ГГО, 1966, вып. 185, с. 37—42.
14. Берников В. В. Почвы города Омска и подбор деревьев и кустарников для его озеленения. — Изв. Омского отдела Геогр. о-ва Союза ССР, 1963, вып. 5(12), с. 55—59.
15. Барников В. В. К истории озеленительных работ в окрестностях Омска. — Изв. Омского отдела Геогр. о-ва Союза ССР, 1963, вып. 5(12), с. 121—125.
16. Бойнов А. И., Кузьмин А. И. Пойма Иртыша. — Омск: Западно-Сибирское кн. изд-во (Омское отд.), 1975. — 110 с.
17. Борисов П. В. Об изменении сроков вскрытия и замерзания Иртыша в связи с потеплением климата. — Изв. Омского отдела Геогр. о-ва Союза ССР, 1963, вып. 5(12), с. 17—21.

18. Будыко М. И. Изменения климата. — Л.: Гидрометеонздат, 1974. — 280 с.
19. Будыко М. И. Климат и жизнь. — Л.: Гидрометеонздат, 1972. — 472 с.
20. Ветер в пограничном слое атмосферы над территорией СССР (статистические характеристики). Ч. 2. Сибирь и Дальний Восток/Под ред. В. М. Склярова. — М.: Гидрометеонздат, 1973, с. 21, 168—179.
21. Вительский Л. Л. Характеристики барико-циркуляционного режима. — Л.: Гидрометеонздат, 1965. — 111 с.
22. Гигиенические требования к планировке и застройке жилых микрорайонов в условиях средней и южной части Западной Сибири. Методические рекомендации. — М.: 1977. — 13 с.
23. Глебова В. С. Особенности геоморфологии долины Иртыша на участке Красноярка—Чернолустье. — Материалы геогр. секции межвузовской науч. конференции. Омск, 1969, с. 121—126.
24. Григорьев А. А., Будыко М. И. Классификация климатов СССР. — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1959, № 3, с. 15—26.
25. Заварина М. В. Строительная климатология. — Л.: Гидрометеонздат, 1976. — 312 с.
26. Иванов В. К. Климат Омской области. — Омск, 1937. — 80 с.
27. Иванов В. К. Условия возникновения и характер суховея Западной Сибири. — В кн.: Суховеи, их происхождение и меры борьбы с ними. М.: Изд-во АН СССР, 1957, с. 35—49.
28. Кандрор Н. С., Демина Д. М., Ратнер Е. М. Физиологические принципы санитарно-климатического районирования территории СССР. — М.: Медицина, 1974, — 176 с.
29. Климат города Горького/Под ред. Т. В. Покровской. — Л.: Гидрометеонздат, 1969. — 224 с.
30. Климат и город. Материалы конференции «Климат — город — человек». — М.: Гидрометеонздат, 1974. — 152 с.
31. Климат и человек (Вопросы географии). — М.: Мысль, 1972, сб. 89. — 218 с.
32. Климат Москвы (особенности климата большого города)/Под ред. А. А. Дмитриева, Н. П. Бессонова. — Л.: Гидрометеонздат, 1969. — 323 с.
33. Ковалева Т. Е., Пивкин В. М., Школлер Л. Я. Микроклиматическая оценка различных типов жилой застройки в условиях Новосибирска. — Изв. вузов. Строительство и архитектура, 1969, № 3, с. 82—88.
34. Костихина Н. М. Связь геологического строения Омского Прииртышья с некоторыми элементами рельефа. — Материалы геогр. секции межвузовской науч. конференции. Омск, 1970, с. 175—177.
35. Кочедамов В. И. Омск. Как рос и строился город. — Омск., 1960. — 112 с.
36. Лаптев С. Р. Бальнеологические возможности Омской области. — Изв. Омского отдела Геогр. о-ва Союза ССР, 1963, вып. 5(12), с. 31—35.
37. Логинов К. Г., Бабиченко В. Н., Кулаковская М. Ю. Опасные явления погоды на Украине. — Л.: Гидрометеонздат, 1972. — 235 с. Труды УкрНИГМИ. Вып. 110).
38. Лунц Л. Б. Городское зеленое строительство. — М.: Стройиздат, 1974. — 280 с.
39. Мезенцев В. С., Карнацевич И. В. Увлажненность Западно-Сибирской равнины. — Л.: Гидрометеонздат, 1969. — 168 с.
40. Мезерницкий П. Г. Медницкая метеорология. — Ялта, 1937. — 138 с.
41. Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы. Сб. докладов на международном симпозиуме. Ленинград, июль 1968/Под ред. М. Е. Берлянда. — Л.: Гидрометеонздат, 1971. — 375 с.
42. Микроклиматология. — Л.: Гидрометеонздат, 1970. — 148 с. (Труды ГГО. Вып. 264).

43. Михель В. М., Руднева А. В., Липовская В. И. Переносы снега при метелях и снегопады на территории СССР. — Л.: Гидрометеоздат, 1969. — 203 с.
44. Назарова И. В. Непрерывная продолжительность различных скоростей ветра на территории СССР. — Труды НИИАК, 1962, вып. 18, с. 50—137.
45. Орлова В. В. Климат СССР. Вып. 4. Западная Сибирь. — Л.: Гидрометеоздат, 1962. — 360 с.
46. Пивкин В. М. К вопросу о нормировании инсоляции жилой застройки. — Гигиена и санитария, 1968, № 10, с. 87—90.
47. Пивкин В. М. Климатические требования к архитектурно-планировочной организации жилой застройки и отдельных зданий в условиях средней полосы Сибири. — Изв. вузов. Строительство и архитектура, 1969, № 7, с. 67—72.
48. Пивкин В. М. Ветрозащитные мероприятия в планировке и застройке населенных мест средней полосы Сибири. — В кн.: Планировка и застройка городов. Киев: Будівельник, 1971, вып. 7, с. 35—43.
49. Пивкин В. М. Микроклиматические показатели в различных типах жилой застройки Новосибирска — Изв. вузов. Строительство и архитектура, 1971, № 5, с. 86—91.
50. Пивкин В. М., Школлер Л. Я. Вопросы регулирования микроклимата в жилой застройке городов Сибири с использованием зеленых насаждений. Пособие для проектировщиков. — Новосибирск, 1970. — 32 с. Отпеч. на множит. аппарате.
51. Пивкин В. М., Школлер Л. Я. Особенности микроклимата застройки различных типов в условиях Новосибирска. — Изв. вузов. Строительство и архитектура, 1976, № 10, с. 73—78.
52. Пивоварова З. И. Характеристика радиационного режима на территории СССР применительно к запросам строительства. — Л.: Гидрометеоздат, 1973. — 128 с. (Труды ГГО. Вып. 321).
53. Покровская Т. В., Бычкова А. Г. Климат Ленинграда и его окрестностей. — Л.: Гидрометеоздат, 1967. — 199 с.
54. Потанин Г. Н. Города Сибири. — СПб., 1908.
55. Проблемы биоклиматологии и климатофизиологии. Материалы симпозиума «Климатофизиологические проблемы Сибири и Дальнего Востока» — Новосибирск, 1970. — 333 с.
56. Пулькис В. А. К вопросу гигиенической оценки природных условий при планировке населенных мест. — Труды Омского медицинского института им. М. И. Калинина, 1963, вып. 48, с. 217—228.
57. Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 15 (Алтай и Западная Сибирь), вып. 3 (Нижний Иртыш и Нижняя Обь). — Л.: Гидрометеоздат, 1973. — 423 с.
58. Русанов В. И. Климатический атлас Западной Сибири для медицинских целей. — Томск, 1971. — 71 с.
59. Санитарно-гигиеническая оценка природно-климатических условий городов Дальнего Востока для градостроительных целей (методические рекомендации). — Новосибирск, 1977. — 68 с.
60. Сохожко И. А. Гигиеническая оценка планировки и благоустройства жилых микрорайонов в климатических условиях города Омска. — Автореф. дисс. Омск, 1974. 14 с.
61. Темникова Н. С. Климат Риги и Рижского взморья. — Л.: Гидрометеоздат, 1969. — 160 с.
62. Ушверидзе Г. А., Кавкасидзе Р. П. Основные принципы медико-климатической классификации горных курортов. — В кн.: Курортология и физиология. Тбилиси, 1967, т. 27, с. 17—21.
63. Фалькович Н. С. О создании пригородной зоны отдыха и туризма на территории вдоль левого берега реки Оми. — Уч. записки кафедры географии. Омск, 1971, с. 80—84.
64. Хайруллин К. Ш. Методика оценки зимних погодных условий, дискомфортных для человека. — Труды ГГО, 1973, вып. 303, с. 104—114.

65. Швер Ц. А. Повторяемость скоростей и направлений ветра при гололедно-изморозевых явлениях на ЕТС и в Западной Сибири. — Труды ГГО, 1967, вып. 210, с. 29—38.
66. Швер Ц. А. Атмосферные осадки на территории СССР. — Л.: Гидрометеониздат, 1976. — 302 с.
67. Школлер Л. Я., Пивкин В. М., Добринский А. А. Микроклиматические особенности застройки в условиях залесенной местности (на примере Новосибирска). — Труды ЗСРНИГМИ, 1977, вып. 27, с. 113—125.
68. Юрасова М. К. Путь реки. Омск, 1958. — 286 с.
69. Юрасова М. К. Омск. Очерки истории города. — Омск: Западно-Сибирское кн. изд-во (Омское отд.), 1972. — 312 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ
ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ
2. Особенности атмосферной циркуляции

Таблица 1

Повторяемость (%) междусуточной изменчивости атмосферного давления
(1966—1975 гг.)

Месяц	Пределы давления, мбар									
	0-2	3-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45
I	24	25	29	12	7	1	1	0,3		0,3
II	26	20	34	12	5	2	1			
III	29	27	26	11	6	1	0,3			
IV	27	29	27	10	4	2	1	0,3		
V	22	29	31	12	5	1	0,3			
VI	36	28	27	7	2	0,3				
VII	46	31	21	2	0,3					
VIII	43	31	21	4	1					
IX	34	29	28	7	2	0,5				
X	23	26	28	15	6	2	0,3			
XI	23	25	19	17	9	5	2			
XII	25	28	27	13	4	1	1	1		

Таблица 2

Повторяемость (%) направлений ветра и штелей в различные часы суток
(1936—1960 гг.)

Месяц	I ч									13 ч								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штгель	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штгель
I	3	6	14	11	20	27	13	6	5	4	6	13	9	20	29	12	7	3
II	5	7	8	7	21	29	15	8	5	3	6	10	7	21	31	12	10	2
III	5	4	7	6	20	32	16	10	7	4	6	6	7	18	31	17	11	1
IV	9	6	8	9	16	25	16	11	5	9	4	8	8	14	26	17	14	1
V	13	10	8	6	14	22	12	15	8	12	7	6	6	11	19	21	18	0
VI	17	12	7	7	14	15	14	14	15	16	10	3	7	9	16	18	21	0
VII	17	15	10	7	10	10	11	20	21	14	11	9	7	9	12	16	22	1
VIII	17	12	11	6	7	12	14	21	19	16	10	7	7	9	11	19	21	2
IX	7	8	8	7	21	22	14	13	11	7	5	6	7	16	24	21	14	1
X	5	4	3	7	20	33	19	9	6	4	2	4	6	19	31	22	12	1
XI	6	4	6	7	14	33	19	11	7	5	4	5	8	15	33	19	11	3
XII	4	5	9	8	19	29	17	9	5	4	4	11	7	19	30	16	9	3
Год	9	8	8	7	16	25	15	12	10	8	6	7	7	15	25	18	14	2

Месяц	7 ч									19 ч								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	5	8	13	9	20	26	13	6	6	4	5	14	11	20	29	11	6	6
II	5	9	9	7	21	29	13	7	5	6	7	8	8	22	29	13	7	4
III	5	6	8	7	20	30	14	10	5	5	5	8	7	20	31	16	8	2
IV	8	7	10	8	15	26	14	12	3	10	6	9	9	13	22	17	14	4
V	11	10	7	7	16	21	12	16	2	16	9	6	8	8	15	17	21	2
VI	17	11	6	8	14	15	14	15	2	24	10	7	7	8	11	15	18	3
VII	15	12	13	5	13	10	12	20	4	22	14	9	6	5	10	13	21	4
VIII	15	10	10	7	9	12	15	22	5	23	14	9	7	5	8	14	20	8
IX	7	8	7	7	21	20	17	13	5	9	8	6	9	14	22	19	13	11
X	7	3	5	6	22	32	17	8	5	4	4	3	6	21	30	20	12	6
XI	6	4	7	8	16	32	17	10	5	6	3	6	8	15	31	21	10	4
XII	4	5	10	9	18	30	15	9	4	4	4	11	8	19	30	16	8	5
Год	9	8	9	6	17	24	14	13	4	11	7	8	8	14	23	16	13	5

Таблица 3

Суточный ход скорости ветра (м/с) (1954—1958 гг.)

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

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Среднее за 24 ч	4,0	4,8	4,6	4,9	5,1	4,2	3,6	3,6	4,2	4,8	5,7	4,8	4,5
Среднее за 4 ч	4,0	4,8	4,5	4,8	5,2	4,4	3,6	3,5	4,2	4,6	5,7	4,9	4,5
Время наступления v_{\min} ветра (ч)	7—8	7	6—7	5—6	4—5	4	4	4—5	5—6	6	6—7	8	
Время наступления v_{\max} ветра (ч)	13—14	14—15	14—16	14—16	13—16	13—16	13—16	13—15	14—15	14—15	13—15	12—14	
Амплитуда	0,8	1,4	1,8	2,4	3,8	3,3	2,9	3,1	2,4	2,3	1,1	0,5	
Число часов с $v \geq v_{\text{сут}}$	8	9	9	9	10	12	11	10	9	8	7	8	
Продолжительность дня (ч)	7	9	11	14	16	17	16	15	13	11	9	7	

Таблица 4

Вероятность (% от общего числа случаев) скоростей ветра по градациям (1943—1960 гг.)

Месяц	Скорость ветра, м/с										
	0—1	2—3	4—5	6—7	8—9	10—11	12—13	14—15	16—17	18—20	21—24
I	12,3	26,8	28,4	17,1	8,6	3,3	1,8	1,2	0,5		
II	10,9	25,1	26,6	18,6	10,8	4,6	2,6	0,6	0,2	0,04	
III	10,8	21,3	28,4	17,5	11,5	6,1	2,6	0,9	0,6	0,3	
IV	10,6	25,2	28,3	16,9	10,2	4,5	2,7	1,0	0,5	0,1	
V	10,8	24,4	28,3	15,9	11,4	4,2	3,1	1,2	0,7		
VI	12,2	30,1	29,0	15,7	7,6	3,2	1,4	0,6	0,2		
VII	16,4	36,4	28,8	11,4	4,7	1,6	0,7	0,04			
VIII	20,7	34,3	27,3	11,3	4,2	1,6	0,5	0,1			
IX	17,9	31,0	28,7	13,4	5,2	2,4	1,1	0,3			
X	11,3	27,0	29,7	17,0	8,2	4,0	1,5	0,6	0,5	0,2	0,04
XI	11,4	23,2	29,2	19,7	9,1	4,4	2,1	0,8	0,1		
XII	10,8	24,7	29,8	18,6	8,9	3,9	2,1	0,5	0,7		
Год	13,0	27,4	28,6	16,1	8,3	3,6	1,8	0,7	0,4	0,1	0,01

Таблица 5

Повторяемость (%) различных сочетаний температуры воздуха 0°C и ниже
и скорости ветра (1936—1965 гг.)

Температура, °C		Скорость ветра, м/с											Повторяемость, %	Обеспеченность, %	
от	до	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21			
День															
-39,9	-38,0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	0,1	100,0
-37,9	-36,0	•	0,1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	0,2	99,9
-35,9	-34,0	0,1	0,1	0,2	0,1	•	•	•	•	•	•	•	•	0,6	99,7
-33,9	-32,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	•	•	•	•	•	•	•	0,7	99,1
-31,9	-30,0	0,2	0,5	0,2	0,2	0,1	•	•	•	•	•	•	•	1,3	98,4
-29,9	-28,0	0,4	0,5	0,6	0,2	0,2	•	•	•	•	•	•	•	2,0	97,1
-27,9	-26,0	0,1	0,6	0,4	0,4	0,1	0,1	•	•	•	•	•	•	1,8	95,1
-25,9	-24,0	0,4	0,8	0,8	0,6	0,2	0,1	•	•	•	•	•	•	3,0	93,3
-23,9	-22,0	0,5	1,2	1,3	0,8	0,4	0,3	0,1	•	•	•	•	•	4,7	90,3
-21,9	-20,0	0,6	1,6	1,9	0,9	0,4	0,2	0,1	•	•	•	•	•	5,8	85,6
-19,9	-18,0	0,5	1,4	2,1	0,9	0,8	0,3	0,1	•	•	•	•	•	6,2	79,8
-17,9	-16,0	0,5	1,6	2,4	1,6	0,8	0,2	0,2	•	•	•	•	•	7,5	73,6
-15,9	-14,0	0,6	1,6	2,5	2,0	1,1	0,4	0,2	•	•	•	•	•	8,5	66,1
-13,9	-12,0	0,7	1,5	3,2	1,7	1,1	0,6	0,4	0,1	•	•	•	•	9,3	57,6
-11,9	-10,0	0,4	1,8	2,7	1,8	1,1	0,6	0,3	•	0,1	•	•	•	8,9	48,3
-9,9	-8,0	0,3	1,6	3,0	2,3	1,1	0,7	0,2	0,1	0,1	•	•	•	9,4	39,4
-7,9	-6,0	0,6	1,6	2,4	2,0	1,8	0,8	0,5	0,1	0,1	•	•	•	9,9	30,0
-5,9	-4,0	0,5	1,1	1,9	2,2	1,5	0,5	0,4	0,1	•	•	•	•	8,3	20,1
-3,9	-2,0	0,2	1,0	1,6	1,7	1,4	0,5	0,2	0,1	0,1	•	•	•	6,8	11,8
-1,9	0,0	0,2	0,8	1,3	1,3	1,0	0,2	0,2	•	•	•	•	•	5,0	5,0
Повторяемость (%)		6,9	19,6	29,7	20,8	13,2	5,5	2,9	0,8	0,5	0,0	0,1			
Обеспеченность (%)		10,0	93,1	73,5	43,8	23,0	9,8	4,3	1,4	0,6	0,1	0,1			

Температура, °С		Скорость ветра, м/с											Повторяемость, %	Обеспеченность, %
от	до	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21		

Ночь

-43,9	-42,0	•												0,0	100
-41,9	-40,0	0,1	•	•	•									0,2	100
-39,9	-38,0	0,1	0,1	0,1	•									0,3	99,8
-37,9	-36,0	0,3	0,3	0,1	0,1									0,8	99,5
-35,9	-34,0	0,3	0,5	0,2	0,1									1,1	98,7
-33,9	-32,0	0,5	0,5	0,5	0,2	•	•							1,7	97,6
-31,9	-30,0	0,5	0,7	0,4	0,2	0,1	•							1,9	95,9
-29,9	-28,0	0,8	0,9	0,7	0,3	0,1								2,8	94,0
-27,9	-26,0	0,9	1,2	1,0	0,6	0,1	0,1	0,1						4,0	91,0
-25,9	-24,0	1,1	2,0	1,6	0,8	0,2	•	0,1	•	•				5,9	87,2
-23,9	-22,0	1,2	1,5	1,7	0,7	0,2	0,1	•	•	•				5,5	81,3
-21,9	-20,0	1,2	2,2	1,7	0,8	0,4	0,2	•	•	•				6,6	75,8
-19,9	-18,0	1,1	1,7	2,3	1,2	0,5	0,2	0,1	0,1	•	•			7,2	69,2
-17,9	-16,0	1,0	1,9	2,3	1,4	0,8	0,2	0,1	0,1	•	•			7,8	62,0
-15,9	-14,0	1,0	2,4	2,6	1,2	0,5	0,2	0,2	0,1	•	•			8,2	54,2
-13,9	-12,0	0,8	1,7	2,4	1,4	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1		•		7,7	46,0
-11,9	-10,0	0,7	1,6	2,4	1,8	1,0	0,6	0,2	0,1	0,1		•		8,5	38,3
-9,9	-8,0	0,6	1,8	2,2	1,5	0,9	0,5	0,3	0,1	0,1	•	•		8,0	29,8
-7,9	-6,0	0,4	1,4	1,7	1,1	0,8	0,4	0,3	0,2	•	•	•		7,3	21,8
-5,9	-4,0	0,5	1,1	1,6	1,1	0,6	0,3	0,2	0,1	•	•	•		5,5	14,5
-3,9	-2,0	0,5	0,9	1,6	1,0	0,7	0,3	0,2	•	0,1	•	•		5,3	9,0
-1,9	0,0	0,4	0,6	1,0	0,9	0,4	0,3	0,1	•	•				3,7	3,7
Повторяемость (%)		14,1	25,1	28,2	16,5	8,0	3,9	2,2	1,0	0,7	0,1	0,2			
Обеспеченность (%)		100	85,9	60,8	32,6	16,1	8,1	4,2	2,0	1,0	0,3	0,2			

Примечание. Точка (•) означает, что процент повторяемости составляет менее 0,05.

Таблица 6

Повторяемость P (%) скоростей и направлений ветра и средняя
 скорость ветра \bar{v} по направлениям (1959—1966 гг.)

Высота, м	Повторяемость (%) скоростей ветра по градациям, м/с													Повторяемость направлений (%) и средняя скорость (м/с) ветра по направлениям														
	0	1—2	3—4	5—6	7—9	10—12	13—15	16—19	20—24	25—29	30—34	35—39	С		СВ		В		ЮВ		Ю		ЮЗ		З		СЗ	
													P	\bar{v}	P	\bar{v}	P	\bar{v}	P	\bar{v}	P	\bar{v}	P	\bar{v}	P	\bar{v}	P	\bar{v}
Январь																												
Флюгер	17	13	33	18	13	3	1	2					2	3,2	3	3,9	4	4,8	12	4,9	20	5,0	26	5,2	11	5,0	5	4,3
100	0	3	12	17	33	25	8	2	0				5	5,6	4	5,5	4	6,2	10	9,0	19	8,0	31	9,2	11	8,6	10	6,9
200	0	4	11	14	25	20	16	9	1				6	6,2	6	5,8	4	6,6	10	10,5	14	9,9	27	10,7	22	9,8	11	8,1
409	0	4	7	14	22	23	14	12	4	0			6	6,7	6	6,3	3	6,7	8	11,2	13	10,8	24	11,8	26	11,2	14	9,0
500	0	3	8	13	22	23	14	13	3	1			6	7,0	5	6,1	4	7,3	8	10,9	13	10,5	23	11,7	29	11,4	12	9,5
909		4	6	12	20	25	17	11	4	1			7	6,7	5	6,3	4	6,5	5	9,9	11	11,2	25	11,9	30	12,0	13	9,8
1409		3	8	10	18	22	17	13	7	2			7	6,8	5	6,3	4	7,0	4	8,0	10	10,6	25	13,9	32	12,7	13	11,5
1909		3	6	10	18	17	15	9	3	1	0		6	8,7	5	6,8	4	6,2	3	6,5	10	10,6	25	15,1	32	13,3	15	11,4
Апрель																												
Флюгер	14	11	29	20	18	7	1	0					8	6,0	6	6,0	7,0	5,9	9	4,9	12	4,6	20	5,6	14	5,6	10	5,4
100	1	4	12	22	32	19	8	2					9	6,8	7	7,5	9	8,1	8	8,3	13	7,9	22	8,2	18	8,5	13	7,2
200	0	5	12	19	27	20	11	5	1				10	7,2	7	7,2	8	9,6	8	8,8	12	8,7	21	8,8	18	9,2	16	8,2
409	0	5	10	18	26	19	13	6	3	0			11	7,5	5	8,1	6	19,5	8	9,4	10	8,4	19	9,9	22	10,0	19	8,4
500	0	5	12	16	26	20	12	7	2	0	0		11	7,5	6	7,1	7	0,1	8	8,9	10	8,6	17	10,0	21	10,3	20	8,5
909	0	5	12	14	28	20	11	8	2	0	0		10	7,0	5	6,4	7	8,7	5	7,8	8	8,9	17	10,0	26	10,2	22	8,8
1409	0	5	10	14	23	21	15	8	4	0			10	7,4	4	5,9	7	8,0	3	7,8	7	9,1	17	10,1	30	11,0	24	9,9
1909	0	5	8	15	18	22	16	10	5	1			9	8,8	3	6,7	4	7,5	3	6,9	6	9,1	15	12,0	33	11,6	27	10,6

Высота, м	Повторяемость (%) скоростей ветра по градациям, м/с											Повторяемость направлений (%) и средняя скорость (м/с) ветра по направлениям																
	0	1-2	3-4	5-6	7-9	10-12	13-15	16-19	20-24	25-29	30-34	35-39	С		СВ		В		ЮВ		Ю		ЮЗ		З		СЗ	
													P	$\bar{v}$	P	$\bar{v}$	P	$\bar{v}$	P	$\bar{v}$	P	$\bar{v}$	P	$\bar{v}$	P	\bar{v}	P	\bar{v}

Июль

Флюгер	20	13	31	21	12	3	0	0					16	4,7	13	5,3	9	4,7	8	3,9	6	4,2	8	4,0	7	4,3	13	4,7
100		6	21	26	33	12	2	0					20	6,6	18	7,1	10	6,4	10	5,9	9	6,4	10	6,5	8	6,4	15	6,4
200		7	17	24	30	17	4	1					20	6,7	19	7,3	11	7,5	11	7,1	8	6,1	9	6,7	8	6,0	14	7,2
409	0	7	17	21	31	17	5	2	0				17	7,6	18	7,5	12	7,7	12	7,3	8	6,9	10	7,1	9	5,8	14	7,0
500		7	17	21	31	17	5	2	0	0			18	7,6	18	7,4	11	7,7	11	7,3	9	6,9	10	7,1	9	6,2	14	6,8
909	0	8	17	24	32	14	4	1	0	0			17	7,2	17	7,0	12	7,2	10	6,7	9	7,6	8	6,8	12	6,3	15	6,7
1409	0	7	20	24	29	14	5	1					17	7,0	17	6,9	10	6,9	9	6,0	8	7,3	9	7,7	14	6,9	16	6,8
1909	0	7	17	19	32	17	6	2	0	0			16	7,0	17	6,9	10	7,0	7	6,6	8	7,8	10	8,5	14	7,8	18	7,4

Октябрь

Флюгер	12	7	29	22	22	6	1	1	0				4	5,4	2	4,5	4	5,7	8	5,1	17	5,8	30	6,2	16	5,6	7	5,1
100	0	4	10	15	29	27	11	4	0				5	6,4	4	5,8	4	7,3	7	8,6	14	9,0	33	9,8	21	8,9	12	7,5
200	0	4	8	13	24	28	15	7	1				7	6,9	3	6,0	4	8,4	6	9,8	14	10,1	28	11,1	25	9,6	13	8,3
409		4	8	11	21	22	17	13	4	0	0		8	7,4	2	6,4	3	9,5	5	9,9	10	11,0	27	12,2	30	11,3	15	9,3
500		3	6	11	23	22	15	15	4	1			7	8,0	2	6,8	3	9,1	6	8,6	10	10,7	26	12,6	30	11,6	16	9,3
909		3	6	10	23	24	15	13	5	1	0	0	7	7,8	2	6,9	2	9,4	3	7,8	8	10,2	25	12,5	36	11,7	17	9,7
1409	0	2	6	9	22	23	18	13	6	1	0		6	8,9	2	6,8	2	10,0	1	7,0	6	11,3	27	12,8	37	11,9	19	9,8
1909	0	1	4	7	20	23	18	18	6	2	0		6	9,6	2	7,6	2	9,7	2	5,3	6	11,9	26	14,8	37	12,7	19	10,6

3. Радиационный режим

Таблица 7

Месячные и годовые суммы (ккал/см²) различных видов радиации
(1953—1976 гг.)

Вид радиации	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Прямая радиация на перпендикулярную поверхность (<i>S</i>)	2,92	5,52	8,87	11,39	12,86	14,20	13,91	10,77	8,52	4,43	2,88	2,38	98,67
Прямая радиация на горизонтальную поверхность (<i>S'</i>)	0,61	1,71	3,84	6,30	7,94	9,09	8,95	6,42	4,05	1,64	0,67	0,42	51,63
Рассеянная радиация (<i>D</i>)	1,51	2,51	4,38	5,11	6,44	6,54	6,44	5,62	3,89	2,58	1,51	1,12	47,64
Суммарная радиация (<i>Q</i>)	2,12	4,22	8,22	11,41	14,37	15,62	15,17	11,83	7,94	4,11	2,19	1,53	98,75
Отраженная радиация (<i>R</i>)	1,60	3,15	5,04	2,28	2,17	2,66	2,50	1,94	1,36	1,00	1,22	1,11	26,05
Поглощенная радиация (<i>B'</i>)	0,54	1,10	3,22	9,06	12,20	13,03	12,61	9,8	6,51	3,12	1,04	0,43	72,67
Радиационный баланс (<i>B</i>)	-1,19	-1,89	0,41	4,97	7,42	8,18	8,04	5,80	3,08	0,54	-0,95	-1,27	33,14
положительный	—	—	0,55	4,97	7,42	8,18	8,04	5,80	3,08	0,54	—	—	38,58
отрицательный	-1,19	-1,89	-0,14	—	—	—	—	—	—	—	-0,95	-1,27	5,44
Альbedo (%)	76	75	61	20	15	17	16	16	17	24	56	73	26

Таблица 8

Интенсивность радиации при ясном небе [кал/(мин·см²)] в различные часы суток суток (1955—1976 гг.)

Время, ч мин	Параметр	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0 30	<i>B</i>	-0,06	-0,06	-0,06	-0,08	-0,08	-0,08	-0,06	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,06
6 30	<i>S</i>			0,44	0,72	0,88	0,96	0,92	0,82	0,57	0,28		
	<i>S'</i>			0,04	0,24	0,30	0,38	0,34	0,22	0,09	0,02		
	<i>D</i>			0,06	0,10	0,13	0,13	0,12	0,09	0,06	0,04		
	<i>Q</i>			0,10	0,34	0,43	0,51	0,46	0,31	0,15	0,06		
	<i>B</i>	-0,05	-0,05	-0,04	0,09	0,22	0,26	0,22	0,13	0,02	-0,06	-0,06	-0,06
	<i>B_д</i>	-0,05	-0,05	-0,06	-0,12	-0,14	-0,13	-0,13	-0,10	-0,10	-0,10	-0,06	-0,06
9 30	<i>S</i>	0,59	0,85	1,03	1,17	1,16	1,20	1,16	1,14	1,10	0,98	0,74	0,56
	<i>S'</i>	0,08	0,24	0,44	0,69	0,81	0,90	0,78	0,74	0,56	0,38	0,15	0,06
	<i>D</i>	0,06	0,13	0,16	0,17	0,18	0,17	0,18	0,16	0,14	0,11	0,10	0,06
	<i>Q</i>	0,14	0,37	0,60	0,86	0,99	1,07	0,96	0,90	0,70	0,49	0,25	0,12
	<i>B</i>	-0,02	0,00	0,14	0,52	0,66	0,64	0,68	0,58	0,42	0,25	0,00	-0,04
	<i>B_д</i>	-0,06	-0,06	-0,08	-0,15	-0,19	-0,18	-0,16	-0,16	-0,14	-0,10	-0,06	-0,06
12 30	<i>S</i>	0,88	1,04	1,14	1,22	1,22	1,24	1,22	1,22	1,16	1,09	0,92	0,83
	<i>S'</i>	0,22	0,40	0,62	0,84	0,97	1,04	1,00	0,88	0,70	0,48	0,24	0,16
	<i>D</i>	0,12	0,16	0,20	0,19	0,20	0,18	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09
	<i>Q</i>	0,34	0,56	0,82	1,03	1,17	1,22	1,20	1,04	0,84	0,60	0,35	0,25
	<i>B</i>	0,01	0,06	0,21	0,68	0,80	0,82	0,78	0,69	0,52	0,21	0,03	0,00
	<i>B_д</i>	-0,06	-0,08	-0,09	-0,18	-0,22	-0,21	-0,18	-0,16	-0,16	-0,10	-0,07	-0,07

Время, ч мин	Параметр	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
15 30	S	0,44	0,77	0,96	1,05	1,10	1,14	1,06	0,90	0,74	0,74	0,34	
	S'	0,03	0,14	0,32	0,50	0,64	0,72	0,62	0,59	0,28	0,14	0,02	
	D	0,04	0,09	0,13	0,16	0,16	0,14	0,16	0,15	0,12	0,07	0,02	0,01
	Q	0,07	0,23	0,45	0,66	0,80	0,86	0,78	0,74	0,40	0,21	0,04	0,01
	B	-0,05	-0,01	0,08	0,36	0,48	0,54	0,50	0,42	0,22	0,12	-0,04	-0,04
	B_d	-0,06	-0,09	-0,09	-0,14	-0,17	-0,20	-0,18	-0,14	-0,12	-0,08	-0,04	-0,03
18 30	S				0,30	0,56	0,72	0,73	0,53	0,04			
	S'				0,04	0,10	0,16	0,18	0,08	0,00			
	D				0,06	0,08	0,09	0,08	0,06	0,01			
	Q				0,10	0,18	0,25	0,26	0,14	0,01			
	B	-0,06	-0,06	-0,07	-0,04	-0,01	0,08	0,08	0,00	-0,08	-0,08	-0,07	-0,04
	B_d	-0,06	-0,06	-0,07	-0,10	-0,11	-0,12	-0,12	-0,08	-0,08	-0,08	-0,07	-0,04

Примечание. S — прямая радиация на поверхность, перпендикулярную лучам солнца, S' — прямая радиация на горизонтальную поверхность, Q — суммарная радиация, B — радиационный баланс, B_d — длинноволновый баланс, D — рассеянная радиация.

Таблица 9

Время (ч мин) начала и конца облучения прямой солнечной радиацией южных стен на 15-е число каждого месяца и время восхода и захода солнца

Восход, начало	Заход, конец	Восход	Начало	Конец	Заход	Восход	Начало	Конец	Заход	Восход, начало	Заход, конец
Январь		Апрель				Июль				Октябрь	
8 08	15 52	4 58	6 27	17 33	19 02	3 34	7 03	16 57	20 26	6 42	17 18
Февраль		Май				Август				Ноябрь	
7 08	16 52	3 58	6 54	17 06	20 02	4 27	6 39	17 21	19 33	7 47	16 13
Март		Июнь				Сентябрь				Декабрь	
6 08	17 52	3 20	7 12	16 48	20 40	5 36	6 09	17 51	18 24	8 23	15 37

Примечания: 1. Время указано истинно солнечное.

2. В зимний период года начало и конец облучения солнечной радиацией южных стен совпадает с восходом и заходом солнца.

3. В летний период года время начала облучения солнечной радиацией южных стен совпадает с концом облучения северных стен и наоборот.

4. Время начала облучения восточных стен совпадает с восходом солнца, конец облучения в 12 ч. Время конца облучения западных стен совпадает с заходом солнца.

Таблица 10

Суммарная (Q) и прямая (S) радиация (ккал/см²) различно ориентированных вертикальных поверхностей

Ориентация поверхности		Вид радиации	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
С	Q	0,81	1,48	2,06	2,85	4,02	4,37	4,25	3,08	2,06	1,27	0,77	0,58	
	S				0,13	0,63	1,09	0,90	0,26					
СВ	Q	0,81	1,39	2,71	4,11	5,46	5,94	5,76	4,26	2,87	1,44	0,79	0,58	
	S	0,00	0,10	0,54	1,39	2,22	2,73	2,68	1,60	0,65	0,15	0,01	—	
В	Q	1,25	2,45	4,77	6,50	7,47	8,12	7,89	6,15	4,61	2,30	1,29	0,86	
	S	0,44	1,23	2,46	3,59	4,16	4,64	4,64	3,47	2,55	1,12	0,50	0,39	
ЮВ	Q	2,80	4,51	7,23	7,87	8,33	8,28	8,34	7,45	6,35	4,01	2,58	2,25	
	S	2,04	3,25	4,68	5,42	4,76	4,91	5,01	4,49	4,29	2,72	1,82	1,69	
Ю	Q	3,70	4,13	8,63	7,99	7,47	6,87	7,28	7,33	7,07	4,85	3,41	2,98	
	S	2,94	2,87	5,84	5,48	4,29	3,82	4,12	4,56	4,94	3,44	2,65	2,42	
ЮЗ	Q	2,80	4,51	7,23	7,87	8,33	8,28	8,34	7,45	6,35	4,01	2,58	2,25	
	S	2,17	3,59	4,92	4,98	4,45	4,45	4,65	4,49	4,13	2,59	1,89	1,76	
З	Q	1,25	2,45	4,77	6,50	7,47	8,12	7,89	6,15	4,61	2,30	1,29	0,86	
	S	0,55	1,57	2,26	3,21	2,61	4,09	4,12	3,21	2,31	0,42	0,50	0,39	
СЗ	Q	0,81	1,39	2,71	4,11	5,46	5,94	5,76	4,26	2,87	1,44	0,79	0,58	
	S	0,01	0,10	0,61	1,26	1,91	2,55	2,33	1,41	0,65	0,13	0,01	—	
Горизонтальная поверх- ность	Q	0,61	1,71	3,84	6,30	7,94	9,09	8,95	6,42	4,05	1,64	0,67	0,42	
	S	2,12	4,22	8,22	11,41	14,37	15,62	15,17	11,83	7,94	4,11	2,19	1,53	

Таблица 11

Продолжительность (ч) солнечного сияния для стен разной ориентации

Ориентация стен	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
С	—	—	—	12	77	104	88	54	2	—	—	—
В	36	56	92	122	144	161	156	125	95	48	33	26
Ю	82	122	192	236	213	214	210	198	189	98	72	60
З	46	67	100	126	146	157	142	127	95	50	38	35

Таблица 12

Возможная месячная продолжительность (ч) солнечного сияния для стен разной ориентации

Ориентация стен	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ю	10	273	364	333	316	288	307	332	351	329	253	224
С	—	—	—	89	182	232	216	136	33	—	—	—
В, З	120	136	182	211	249	260	261	234	192	164	126	112

Таблица 13

Высота (числитель) и азимут (знаменатель) солнца на 15-е число каждого месяца (град)

Время, ч мин	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
6 30			1,4	12,4	20,1	23,1	21,0	15,2	7,5			
9 30	6,6	13,9	88,6	77,6	69,9	66,9	69,0	74,8	82,5			
12 30	83,4	76,1	24,1	35,9	44,4	48,0	45,7	39,4	30,3	20,6	11,3	5,9
15 30	13,6	22,1	65,9	54,1	45,6	42,0	44,3	50,6	59,7	69,4	78,7	84,1
18 30	76,4	67,9	32,6	44,2	53,2	57,8	56,3	49,0	37,6	25,9	15,8	11,3
	2,9	10,7	19,4	28,9	35,8	40,2	39,6	33,2	22,4	11,4	2,6	
	87,1	79,3	70,6	61,1	54,2	49,8	50,4	56,8	67,6	78,6	87,4	
				3,9	10,6	14,9	14,3	8,1				
				86,1	79,4	75,1	75,7	81,9				

4. Термический режим

Таблица 14

Средняя температура воздуха (°C) (1930—1960 гг.)

Месяц	\bar{t}	\bar{t} по декадам			$\bar{t}_{\text{мин}}$	$\bar{T}_{\text{мин}}$	$T_{\text{мин}}$	$\bar{t}_{\text{макс}}$	$\bar{T}_{\text{макс}}$	$T_{\text{макс}}$
		1	2	3						
I	-19,2	-19,0	-19,4	-19,2	-24,1	-39	-49	-14,9	-4	4
II	-17,8	-18,6	-17,8	-17,0	-22,8	-35	-49	-13,0	-3	7
III	-11,8	-15,5	-12,8	-7,1	-17,2	-31	-43	-6,9	2	15
IV	1,3	-2,2	1,2	4,9	-3,5	-15	-27	6,6	19	29
V	10,7	8,4	10,8	12,9	4,2	-5	-13	17,7	29	35
VI	16,6	14,9	16,7	18,2	10,1	2	-3	13,3	33	40
VII	18,3	18,6	18,5	17,9	12,4	5	1	24,5	32	41
VIII	15,9	17,0	16,0	14,7	10,0	3	-4	22,3	31	38
IX	10,4	12,7	10,4	8,1	5,0	-3	-8	16,7	26	34
X	1,4	5,2	1,6	-2,7	-2,5	-13	-28	6,2	16	27
XI	-8,9	-5,8	-8,9	-12,0	-12,2	-28	-41	-5,0	5	16
XII	-16,5	-14,6	-16,7	-18,2	-20,9	-35	-45	-12,4	-1	4
Год	0,0				-5,1	-40	-49	5,4	34	41

Таблица 15

Суточный ход температуры воздуха (°C) (1933—1944, 1947—1960 гг.)

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

Таблица 16

Повторяемость (%) суточных колебаний температуры воздуха по месяцам
(1936—1960 гг.)

Месяц	Суточные колебания температуры воздуха, °С					
	наибольшие	менее 4	4,0—6,9	7,0—9,9	10,0—12,9	13,0 и более
I	26,1	4,8	28,3	34,4	18,5	14,0
II	27,9	4,4	18,4	36,3	24,2	16,7
III	22,3	5,3	16,9	25,3	26,9	25,6
IV	24,8	5,7	20,8	26,4	22,3	24,8
V	26,2	0,6	6,2	15,6	23,1	54,5
VI	23,5	0,4	3,9	16,5	25,3	53,9
VII	22,5	1,0	6,5	20,8	31,2	40,5
VIII	23,9	0,8	10,2	21,6	25,6	41,8
IX	24,5	3,6	15,4	20,0	22,3	38,7
X	21,3	13,3	30,8	25,1	16,9	13,9
XI	27,2	16,8	30,1	28,7	14,0	10,0
XII	27,0	11,1	30,5	28,3	14,7	15,4

Таблица 17

Ежедневная средняя и экстремальная температура воздуха (°С) (1887—1975 гг.)

Число	Средняя суточная					Минимальная					Максимальная							
	наиболее высокая	год	\bar{t}	σ	наиболее низкая	год	наиболее высокая	год	\bar{t}	σ	наиболее низкая	год	наиболее высокая	год	\bar{t}	σ	наиболее низкая	год
1	2,1	1948	-17,1	8,3	-36,3	1909	0,5	1948	-21,5	8,9	-40,2	1931	4,2	1948	-13,3	7,8	-31,2	1956
2	-1,9	1948	-17,4	8,0	-40,6	1893	-2,6	1948	-22,2	8,4	-45,2	1931	1,0	1971	-12,8	7,8	-33,4	1931
3	-0,7	1966	-17,0	8,6	-44,6	1893	-0,8	1922	-21,3	8,4	-46,0	1893	-0,4	1971	-13,2	7,8	-34,8	1931
4	-2,1	1903	-18,4	9,0	-47,2	1893	-5,5	1965	-22,9	8,6	-48,8	1893	-0,9	1903	-15,0	7,6	-33,0	1901
5	-2,8	1914	-19,1	8,6	-41,5	1893	-5,0	1914	-24,3	9,2	-48,8	1893	-2,6	1903	-15,1	8,2	-36,4	1931
6	-1,8	1902	-19,0	9,0	-37,5	1901	-5,8	1902	-23,4	9,0	-41,4	1901	0,0	1902	-15,0	8,6	-34,6	1951
7	-1,8	1902	-18,7	7,9	-35,3	1896	-4,2	1902	-24,5	8,8	-41,3	1901	0,8	1902	-13,8	7,9	-28,7	1972
8	-0,7	1902	-18,6	8,3	-38,5	1900	-3,6	1902	-24,0	8,3	-41,5	1896	1,0	1902	-14,2	8,1	-33,0	1900
9	-2,0	1948	-18,5	6,9	-38,3	1893	-4,9	1948	-24,4	7,7	-40,2	1893	2,2	1975	-13,3	8,3	-34,5	1974
10	0,6	1975	-18,3	8,1	-38,4	1893	0,0	1975	-23,3	8,5	-43,3	1915	2,6	1975	-13,5	7,6	-33,0	1940
11	-3,7	1930	-19,1	8,7	-39,6	1940	-6,4	1930	-24,1	8,8	-42,5	1940	0,7	1948	-13,2	8,1	-33,3	1940
12	-1,6	1948	-18,5	9,1	-40,2	1940	-5,6	1930	-22,4	8,9	-43,6	1940	2,1	1948	-13,1	7,7	-38,2	1940
13	-3,8	1948	-18,3	9,4	-38,2	1894	-6,7	1903, 46	-22,6	9,1	-40,5	1894	1,8	1903	-13,1	8,9	-36,1	1940
14	-4,2	1921	-19,2	8,1	-37,1	1897	-4,5	1921	-24,3	8,0	-40,9	1897, 1901	1,7	1903	-13,0	7,8	-30,1	1927
15	-3,1	1910	-19,6	8,1	-38,3	1919	-6,3	1910	-24,7	8,1	-39,6	1919	-1,1	1903	-14,5	8,1	-33,4	1927
16	-5,0	1920	-20,0	7,3	-35,9	1927	-6,6	1965	-24,9	7,9	-40,1	1927	-2,3	1965	-15,3	7,1	-33,8	1927
17	-5,4	1970	-20,2	8,4	-37,3	1972	-7,3	1970	-25,0	8,0	-40,7	1941	-2,9	1948	-16,2	8,0	-34,6	1969
18	-3,7	1925	-19,5	8,4	-38,7	1972	-5,5	1925	-24,6	8,3	-42,1	1972	-1,5	1959	-16,2	8,8	-36,2	1972
19	-4,0	1975	-19,2	8,4	-37,2	1969	-5,7	1975	-23,6	9,0	-41,0	1895	-2,4	1975	-15,9	8,0	-34,4	1969
20	-4,6	1975	-19,8	7,9	-38,6	1969	-6,1	1975	-25,1	8,0	-41,3	1969	-1,2	1957	-15,3	8,4	-36,3	1969
21	-1,9	1975	-20,9	8,3	-39,8	1969	-7,0	1962	-25,4	8,5	-43,5	1969	-3,7	1959	-17,3	8,5	-36,8	1969
22	-4,9	1899	-20,4	7,7	-41,4	1907	-7,4	1971	-25,6	8,1	-43,8	1907	-3,3	1967	-16,5	7,3	-34,8	1969
23	-4,1	1902	-18,4	7,5	-41,3	1907	-9,5	1971	-24,1	7,8	-43,6	1907	-2,4	1952	-14,0	7,3	-33,7	1969
24	-3,4	1949	-17,9	7,9	-38,1	1928	-5,1	1948	-22,6	8,1	-43,1	1907	-0,1	1963	-13,4	8,3	-36,3	1928
25	-4,8	1916, 64	-19,0	7,7	-36,7	1969	-6,1	1968	-24,0	8,1	-40,1	1968	-1,2	1949	-14,5	7,6	-34,2	1969
26	-3,7	1959	-19,1	7,2	-35,8	1973	-6,9	1959	-24,1	7,4	-39,7	1973	-1,9	1959	-15,0	7,5	-32,3	1969
27	-3,4	1956	-19,4	8,0	-35,1	1920	-5,1	1956	-24,2	8,3	-41,0	1970	-1,6	1959	-15,4	7,2	-31,1	1969
28	-2,9	1912	-19,2	7,8	-36,0	1965	-5,2	1912	-24,3	8,3	-40,4	1969	-2,2	1971	-15,4	7,0	-30,9	1969
29	-0,4	1923	-18,8	7,0	-37,8	1945	-9,0	1959	-24,3	7,7	-41,3	1945	-3,5	1916, 59	-14,7	7,2	-34,5	1973
30	-1,4	1923	-19,4	7,8	-37,6	1945	-5,6	1923	-24,5	8,1	-41,5	1945	-2,0	1916	-15,4	7,3	-31,6	1973
31	-3,0	1904	-19,5	7,1	-37,8	1957	-9,2	1934	-24,3	7,2	-41,5	1957	-0,6	1904	-15,5	8,0	-34,7	1957
Среднее	2,1	1948	-19,0	8,1	-47,2	1893	-9,5	1971	-23,9	8,3	-48,8	1893	4,2	1948	-14,6	7,9	-38,2	1940

Январь

Число	Средняя суточная						Минимальная						Максимальная					
	наиболее высокая	год	t	σ	наиболее низкая	год	наиболее высокая	год	t	σ	наиболее низкая	год	наиболее высокая	год	t	σ	наиболее низкая	год
Июль																		
1	32,8	1900	19,8	4,4	9,8	1926	21,4	1969	13,1	3,6	3,2	1947	40,1	1900	25,5	5,8	12,1	1926
2	31,5	1900	19,6	4,1	8,6	1926	21,9	1969	13,0	3,6	2,1	1926	37,5	1900	25,2	5,2	12,6	1926
3	27,3	1888	19,8	3,8	10,2	1959	19,9	1969	12,5	3,2	5,8	1920	33,6	1969	25,3	4,9	11,8	1959
4	27,5	1921	20,0	4,2	9,5	1970	23,4	1943	13,2	3,7	3,6	1936	41,0	1914	25,5	5,9	13,9	1926
5	28,2	1901	19,5	4,3	9,7	1970	19,8	1900	13,1	3,2	6,0	1949	35,6	1943	25,6	5,7	11,0	1970
6	28,5	1901	19,5	4,4	10,4	1970	19,5	1963	12,9	3,7	5,0	1899, 41	35,6	1901	25,2	5,4	14,0	1970
7	27,9	1911	19,5	4,1	8,7	1899	18,5	1901	12,8	3,4	3,6	1944	36,0	1975	25,0	4,8	15,2	1949
8	28,8	1975	19,2	3,8	9,7	1949	21,9	1975	13,0	3,6	3,7	1899	34,9	1975	25,2	4,6	13,6	1949
9	27,6	1888	19,6	3,9	10,0	1949	18,1	1975	12,9	2,8	6,7	1914	32,6	1901	24,4	4,7	11,2	1949
10	30,0	1888	19,2	4,1	11,4	1931	18,8	1893	12,8	3,2	4,8	1933	34,5	1901	24,3	4,5	14,4	1931
11	29,5	1888	20,0	3,8	10,3	1945	19,5	1898	12,8	3,3	4,4	1945	35,0	1901	25,5	4,5	15,9	1942
12	29,3	1901	19,8	4,1	10,2	1945	20,2	1924	13,3	3,6	3,8	1931	37,4	1901	25,5	4,8	14,1	1945
13	29,0	1911	19,6	4,1	9,8	1899	20,3	1901	13,0	3,7	3,1	1899	35,2	1901	24,8	5,0	13,9	1926
14	30,3	1911	19,4	3,9	10,2	1945	21,4	1959	13,2	3,6	5,7	1914	33,0	1901	24,9	4,3	12,1	1926
15	28,0	1931	19,5	3,5	12,9	1914, 41	20,6	1900, 11	13,3	3,4	6,7	1926	34,9	1931	25,1	3,6	17,0	1941
16	29,0	1931	19,4	3,2	12,3	1945	17,9	1931	12,7	3,0	5,4	1897	35,9	1931	25,5	3,6	17,6	1945
17	28,7	1940	19,7	3,9	9,5	1897	19,5	1931	13,0	3,1	6,8	1934	39,2	1940	25,7	4,3	17,5	1914, 34
18	30,5	1940	19,6	4,1	9,1	1899	20,8	1940	12,9	3,4	6,0	1934	40,4	1940	25,1	5,2	12,1	1927
19	28,5	1940	19,5	3,8	10,2	1927	22,3	1953	13,0	3,6	3,4	1934	37,9	1940	24,9	4,8	12,0	1927
20	27,8	1940	19,3	3,8	11,0	1908	20,2	1965	12,8	3,4	4,9	1937	36,2	1940	25,1	4,5	16,8	1937
21	26,6	1918	19,5	3,8	11,3	1908	20,2	1948	14,3	3,4	4,7	1931	36,8	1965	25,0	5,0	14,7	1934
22	29,2	1948	19,7	3,7	10,9	1908	20,0	1948	13,3	3,2	5,3	1972	39,3	1948	25,1	4,3	16,5	1934
23	27,3	1918	19,5	3,7	10,4	1929	19,7	1948	13,1	2,9	6,4	1937, 38	32,6	1901	24,8	4,2	14,5	1957
24	26,1	1952	19,4	3,5	11,8	1891	20,0	1921	12,8	3,3	5,5	1929	32,7	1952	24,8	3,9	17,6	1934
25	26,9	1912	19,4	3,1	12,7	1968	18,7	1963	13,4	2,9	2,6	1937	34,1	1930	24,7	4,4	15,2	1934
26	27,3	1912	19,3	3,0	11,5	1968	19,0	1949	13,3	2,9	7,5	1959, 74	33,8	1951	24,8	3,6	15,8	1968
27	26,0	1921	19,2	3,5	11,2	1966	20,3	1916	13,6	2,8	7,1	1934	33,5	1926	24,8	4,3	15,5	1966
28	27,6	1952	18,9	4,1	9,9	1947	18,8	1921	13,2	3,0	5,4	1966	35,4	1948	24,5	4,9	14,9	1925
29	29,3	1952	19,3	4,0	12,2	1960	21,2	1949	12,9	3,3	3,5	1925	36,9	1952	25,0	4,7	13,6	1960
30	29,5	1952	19,3	4,3	10,8	1963	20,2	1892	13,2	3,1	5,7	1941	38,6	1927, 52	25,4	5,8	15,0	1960
31	28,8	1915	19,3	4,0	9,7	1963	19,9	1892, 52	13,2	3,3	5,9	1963	36,4	1900	25,2	5,4	13,6	1969
Среднее	32,8	1900	19,5	3,9	8,6	1926	23,4	1943	13,1	3,3	2,1	1926	41,0	1914	25,1	4,7	11,0	1970

Таблица 18

Число дней со средней суточной температурой воздуха в различных пределах (1930—1960 гг.)

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

Таблица 19

Даты наступления средних суточных температур воздуха выше и ниже определенных пределов и число дней с температурой, превышающей эти пределы (1930—1975 гг.)

Температура, °C						
-15	-10	-5	0	5	10	15
7 III	21 III	28 III	11 IV	26 IV	12 V	1 VI
7 XII	19 XI	11 XI	25 X	7 X	20 IX	25 VIII
274	242	227	196	163	130	84

Таблица 20

Среднее число дней без заморозков ($t_{\text{мин}} > 0^{\circ}\text{C}$), с переходом температуры воздуха через 0°C ($t_{\text{мин}} \leq 0^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{макс}} > 0^{\circ}\text{C}$) и без оттепели ($t_{\text{макс}} \leq 0^{\circ}\text{C}$) (1936—1960 гг.)

Температура, °C	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
$t_{\text{мин}} > 0$	30,9	26,2	11,2	1,1	0,0	0,0	0,0	0,1	10,2	24,9	29,9	31,1
$t_{\text{мин}} \leq 0$	0,1	3,8	16,3	6,6	0,8	0,4	0,8	4,6	15,7	6,0	0,1	0,0
$t_{\text{макс}} > 0$												
$t_{\text{макс}} \leq 0$	0,0	0,0	3,4	22,3	30,2	30,6	27,5	26,3	4,1	0,1	0,0	0,0

Таблица 21

Даты наступления средних суточных температур воздуха ниже 0°С различной вероятности (1936—1970 гг.)

Дата		Вероятность наступления в указанные даты и более ранние (поздние), %							Самая поздняя дата
средняя	самая ранняя	5	10	25	50	75	90	95	
25 X	10 X (1940, 1964)	14 X	18 X	22 X	25 X	28 X	31 X	2 XI	13 XI (1938)
11 IV	23 III (1970)	30 III	3 IV	6 IV	11 IV	16 IV	19 IV	23 IV	6 V (1941, 1936, 1934)

Таблица 22

Число дней с высокой (>20°С) и низкой (<-20°С) средней суточной температурой воздуха различной обеспеченности в отдельные месяцы (1930—1974 гг.)

Месяц	Обеспеченность (%) указанного числа дней и более								
	2	6	10	14	18	22	26	30 (31)	
$t > 20^{\circ}\text{C}$									
VI	100	36	8	3					
VII	100	71	33	14					
$t < -20^{\circ}\text{C}$									
XI	100	68	26	10	4				
XII	100	91	66	37	16	4			
I	100	99	91	70	45	27	15		7
II	100	91	70	47	27	14	5		
III	100	68	20	5					

Таблица 23

Повторяемость (%) средних суточных температур выше и ниже указанных пределов в различные сезоны при различном направлении ветра (1946—1975 гг.)

Сезон	Температура, °С	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Зима	<-20	47	45	42	22	20	14	20	38
	>0	98	99	99	96	95	94	92	96
	>>0	2	1	1	4	5	6	8	4
Весна	<-20	0,3	0,3				0,1	0,1	0,1
	>0	23	16	14	13	16	18	18	25
	>>0	77	84	86	87	84	82	82	75
Лето	>20	3	4	6	11	9	9	9	4
	>>0						100		
	>0	100	100	100	100	100		100	100
Осень	>20	29	37	42	48	42	35	30	25
	>0	32	23	23	15	15	18	21	24
	>>0	68	77	77	85	85	82	79	76
	<-20	1	1	3	9	5	2	3	3
			0,4						

Таблица 24

Повторяемость (% от общего числа наблюдений за год) сочетаний различных температуры воздуха и скорости ветра [6]

Скорость, м/с	$t < -15^{\circ}\text{C}$	$t < -20^{\circ}\text{C}$	$t < -30^{\circ}\text{C}$	$t < -40^{\circ}\text{C}$
0—3	8,50	6,53	1,93	0,18
≥4	13,08	8,67	1,56	0,06
≥8	2,82	1,58	0,20	0,03
≥12	0,58	0,33	0,01	—
≥16	0,11	0,08	—	—
≥20	0,03	0,02	—	—

Таблица 25

Средняя температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$) в зависимости от направления ветра по сезонам и за год (1946—1965 гг.)

Сезон	С	ССВ	СВ	ВСВ	В	ВЮВ	ЮВ	ЮЮВ	Ю
Зима	-19,7	-18,8	-18,8	-18,7	-18,2	-15,2	-13,4	-11,4	-12,8
Весна	5,1	6,6	6,4	6,4	7,5	9,1	9,3	10,7	9,1
Лето	16,8	17,8	17,5	18,9	18,2	19,5	20,0	20,7	19,6
Осень	3,2	3,0	4,6	3,2	4,6	7,4	7,6	8,8	8,0
Год	-2,6	-1,8	-1,6	-1,4	-1,0	1,3	2,2	3,7	2,4

Сезон	ЮЮЗ	ЮЗ	ЗЮЗ	З	ЗСЗ	СЗ	ССЗ	Штиль	Средняя температура
Зима	-12,6	-11,5	-11,3	-13,7	-14,4	-17,9	-20,3	-19,9	-14,8
Весна	9,0	8,2	8,5	7,7	6,1	5,2	4,6	6,3	6,0
Лето	18,9	18,3	18,2	17,2	17,0	16,1	16,4	14,3	16,9
Осень	7,1	6,4	7,4	5,2	5,6	4,6	4,1	4,4	5,9
Год	2,2	2,2	2,5	0,7	0,2	-1,8	-2,9	-2,9	0,0

Таблица 26

Средняя месячная температура почвы (°С) (1933—1962 гг.). Почва — чернозем суглинистый

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
На поверхности почвы и в слое до 20 см													
Средняя месячная	—20	—18	—12	2	14	22	23	19	11	1	—9	—17	1
Средняя максимальная	—14	—11	—3	14	31	40	41	37	25	9	—4	—12	13
Абсолютный максимум	4	6	17	42	56	64	63	58	45	31	16	2	64
Средняя минимальная	—26	—25	—20	—5	2	9	11	9	3	—4	—13	—23	—7
Абсолютный минимум	—49	—52	—46	—30	—15	—4	0	—2	—10	—29	—43	—47	—52
На глубине, см													
5					11,2	18,7	21,0	18,3	11,4	2,1			
10					10,3	17,9	20,3	18,1	11,6	2,6			
15					9,4	17,0	19,7	17,9	11,7	3,0			
20					8,4	16,1	19,0	17,6	11,8	3,5			
По глубинам													
20	—7,8	—7,5	—5,2	1,0	9,2	15,3	18,3	16,7	11,5	4,0	—3,0	—6,8	3,8
40	—5,5	—5,6	—4,2	0,4	7,0	12,7	16,1	15,7	11,7	5,6	0,0	—4,1	4,2
50	—4,3	—4,6	—3,6	0,2	6,0	11,7	15,3	15,2	11,7	6,1	0,9	—2,6	4,3
60	—3,2	—3,7	—3,0	0,0	5,0	10,4	14,1	14,6	11,7	6,6	1,7	—1,7	4,4
80	—1,8	—2,5	—2,2	—0,4	3,5	8,9	12,7	13,7	11,4	7,2	2,9	—0,3	4,4
100	—0,9	—1,8	—1,6	—0,5	2,4	7,5	11,4	12,7	11,0	7,7	3,8	0,6	4,4
120	—0,1	—0,7	—1,0	—0,5	1,6	6,5	10,5	12,0	10,9	7,8	4,2	1,2	4,4
160	0,9	0,3	—0,1	—0,1	0,9	4,9	8,8	10,7	10,3	8,1	5,1	2,4	4,4
200	1,9	1,1	0,7	0,4	1,1	4,1	7,6	9,5	9,7	8,2	5,8	3,4	4,4
220	1,8	1,1	0,6	0,4	0,9	4,0	7,6	9,6	9,7	8,3	5,9	3,5	4,4
240	2,6	1,9	1,3	1,0	1,1	3,0	6,2	8,4	8,9	8,1	6,2	4,2	4,4
300	3,5	2,7	2,1	1,6	1,9	3,1	5,1	6,8	7,9	7,7	6,5	4,8	4,5
320	4,0	3,0	2,4	2,0	1,9	2,8	4,8	6,6	7,6	7,7	6,7	5,3	4,6

Таблица 27

Среднее, наибольшее и наименьшее число дней с температурой почвы $\leq 0^{\circ}\text{C}$
(под естественным покровом) (1933—1962 гг.)

Глубина, см	Число дней	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	Сумма за зиму
40	Среднее	0,0	12,5	30,1	31,0	28,2	31,0	17,8	0,0		148,8
	Наибольшее	0	24	31	31	29	31	30	0		163
	Наименьшее	0	0	20	31	28	31	2	0		123
50	Среднее	0,0	7,1	29,0	31,0	28,2	31,0	19,5	0,0		145,1
	Наибольшее	0	18	31	31	29	31	30	0		164
	Наименьшее	0	0	19	31	28	31	1	0		130
80	Среднее	•		19,2	30,9	28,2	31,0	23,1	•		133,2
	Наибольшее	15		31	31	29	31	30	4		162
	Наименьшее	0		0	28	28	31	7	0		110
100	Среднее	•		7,2	27,4	28,2	30,9	25,9	3,2	0,0	123,6
	Наибольшее	3		31	31	29	31	30	10	0	159
	Наименьшее	0		0	9	28	30	9	0	0	102
160	Среднее	•			•	8,6	18,0	18,8	14,0	•	60,2
	Наибольшее	6			6	28	31	30	31	6	131
	Наименьшее	0			0	0	0	0	0	0	0

5. Режим атмосферного увлажнения

Таблица 28

Средняя месячная влажность в различные часы суток (1936—1960 гг.)

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Абсолютная влажность (мбар)													
1	1,3	1,4	2,2	5,0	7,2	11,1	14,0	12,5	8,7	5,4	2,9	1,8	6,1
7	1,3	1,4	2,1	5,0	7,5	11,7	14,7	13,1	8,8	5,3	2,9	1,8	6,3
13	1,5	1,8	2,8	5,2	6,6	10,5	13,7	12,3	8,7	5,5	3,1	1,9	6,1
19	1,3	1,6	2,7	5,5	7,2	11,2	14,8	13,4	9,2	5,5	3,0	1,5	6,4
Относительная влажность (%)													
1	81	80	83	80	70	76	84	86	80	81	84	82	81
7	81	81	83	78	63	66	76	82	83	85	84	82	79
13	80	77	75	58	39	44	52	52	52	64	78	81	63
19	80	79	80	67	46	51	61	66	68	74	82	82	70
Дефицит влажности (мбар)													
1	0,3	0,3	0,4	1,4	3,5	3,9	2,9	2,3	2,4	1,4	0,5	0,3	1,6
7	0,2	0,3	0,3	1,5	4,9	6,5	5,1	3,2	2,0	1,0	0,4	0,3	2,1
13	0,3	0,5	0,8	5,1	12,6	15,9	14,7	12,6	9,5	3,8	0,8	0,4	6,4
19	0,3	0,3	0,6	3,3	9,8	12,6	10,4	7,5	5,0	2,2	0,6	0,3	4,4

Таблица 29

Суточный ход относительной влажности воздуха (%) (1936—1972 гг.)

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	82	82	84	79	69	74	84	86	80	81	84	82
2	82	82	84	80	71	77	85	88	81	82	84	82
3	82	82	84	81	72	78	86	89	82	83	84	82
4	82	82	84	82	73	78	86	89	84	84	84	82
5	82	82	84	82	72	75	85	89	84	84	84	82
6	82	82	84	80	67	70	79	86	83	85	84	82
7	82	82	84	76	61	64	72	80	80	84	84	82
8	82	81	82	71	55	58	66	73	74	82	84	82
9	82	81	81	66	49	53	60	67	67	78	83	82
10	81	80	79	62	45	49	56	61	60	73	82	81
11	81	79	77	60	42	46	53	57	56	70	81	81
12	80	78	75	58	40	43	50	54	52	66	79	81
13	80	77	74	56	38	42	49	53	50	64	78	80
14	80	76	73	55	37	42	48	52	49	63	78	80
15	80	76	73	55	37	42	48	52	49	63	78	80
16	81	77	73	55	37	42	49	53	50	65	80	81
17	81	78	75	57	38	43	51	55	54	69	81	81
18	81	80	78	60	41	46	55	60	60	72	81	82
19	81	81	80	66	45	50	60	67	66	74	82	82
20	81	81	81	70	50	56	67	74	70	75	82	81
21	81	81	82	73	56	62	73	78	73	77	82	82

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
22	81	82	83	75	60	67	77	81	75	78	82	81
23	81	82	83	76	63	70	80	83	76	80	83	81
24	82	82	84	78	66	73	82	85	78	81	83	81
Средняя за 24 ч. Суточная амплитуда	81	80	80	69	54	58	67	71	68	76	82	81
	2	6	11	27	36	36	38	37	35	22	6	2

Таблица 30

Температура и относительная влажность воздуха различной обеспеченности по сезонам (1936—1965 гг.)

Время суток	t°C, f%	Обеспеченность, %										
		5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
Весна												
День	t	18	17	13	10	8	6	4	2	0	-2	-5
	f	93	88	78	70	64	58	53	47	41	31	25
Ночь	t	9	7	5	3	2	1	0	-1	-3	-7	-11
	f	97	96	93	90	86	83	79	75	70	62	55
Лето												
День	t	32	29	27	25	24	22	21	20	18	15	13
	f	87	78	68	59	53	48	44	39	35	28	25
Ночь	t	21	20	18	17	16	15	14	12	11	9	7
	f	99	98	95	93	90	87	83	77	71	60	50
Осень												
День	t	17	14	11	9	7	5	4	2	0	-2	-4
	f	96	92	85	74	71	66	60	55	48	40	33
Ночь	t	10	8	6	4	3	1	0	-1	-2	-5	-7
	f	99	97	95	91	87	85	82	77	71	61	56
Зима												
День	t	-2	-4	-7	-9	-11	-13	-16	-18	-21	-25	-29
	f	95	92	88	85	83	80	78	75	73	67	63
Ночь	t	-3	-6	-9	-12	-14	-16	-18	-21	-24	-28	-32
	f	95	91	88	86	85	83	81	78	76	72	68

Таблица

Повторяемость (%) комплекса температуры и относительной влажности

Относительная влажность, %		Темпера										
от	до	25,9-24,0	23,9-22,0	21,9-20,0	19,9-18,0	17,9-16,0	15,9-14,0	13,9-12,0	11,9-10,0	9,9-8,0	7,9-6,0	5,9-4,0
100	96			0,2								0,3
95	91											0,5
90	86							0,2		0,3	0,8	1,0
85	81								0,2	0,2		1,3
80	76							0,2		0,3	0,2	0,5
75	71							0,2		0,7	0,5	1,3
70	66							0,5		0,2	0,8	1,5
65	61					0,2		0,2	0,8	0,3	1,2	1,0
60	56			0,2				0,2	0,3	0,8	0,8	0,8
55	51						0,7	0,5	0,8	0,8	1,3	0,8
50	46				0,2	0,3	0,2	1,3	1,2	1,0	1,5	1,0
45	41				0,3	0,8	0,7	0,7	0,8	1,2	1,2	0,8
40	36			0,3		1,0	0,8	0,7	0,7	0,8	1,2	0,2
35	31				0,2	0,7	0,8	0,2	0,8	0,3	0,3	0,7
30	26			0,2	0,3	1,0	1,3	0,3	0,8	0,2	0,3	0,2
25	21		0,2	0,5	0,3	0,5	0,8	0,8	0,8	0,5		0,2
20	16		0,2	0,3	0,3	0,5	0,5	0,2				0,2
15	11		0,2	0,3	0,2	0,5	0,3	0,2				0,2
10	6		0,2									
Повторяемость, %		0,2	0,6	1,4	2,0	5,3	5,8	6,2	6,3	7,5	10,0	12,2
Обеспеченность, %		0,2	0,8	2,2	4,2	9,5	15,3	21,5	27,8	35,3	45,3	57,5

Де

Относительная влажность, %		Темпера										
от	до	13,9-12,0	11,9-10,0	9,9-8,0	7,9-6,0	5,9-4,0	3,9-2,0	1,9-0,0	-0,1...-1,9	-2,0...-3,9	-4,0...-5,9	-6,0...-7,9
100	96				0,2	0,7	0,8	3,2	2,2	1,2	0,3	0,5
95	91		0,2	0,3	0,7	1,3	2,2	3,5	1,7	1,0	0,5	0,3
90	86			0,3	1,0	0,5	2,5	3,5	3,3	1,2	0,5	0,5
85	81			0,2	0,7	0,8	1,7	2,5	2,8	2,5	1,0	1,0
80	76			0,2	0,3	0,7	1,7	1,0	3,7	1,2	1,5	0,3
75	71			0,2		0,7	1,2	1,0	2,0	2,3	1,3	0,7
70	66				0,2	0,7	1,2	1,0	1,5	1,5	0,5	0,3
65	61				0,2	0,7	1,7	0,7	0,2	0,7	0,3	0,7
60	56		0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	1,0	0,8	0,7	0,2	0,2
55	51			0,2	0,3	0,2	0,2	0,5	0,5	0,3	0,3	0,2
50	46		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
45	41			0,5		0,2			0,5	0,2	0,2	0,2
40	36			0,2								
35	31		0,2		0,2							
30	26			0,2								
25	21			0,2								
Повторяемость, %		0,4	1,3	3,8	5,3	8,6	12,4	21,4	16,4	11,0	4,3	6,2
Обеспеченность, %		0,4	1,7	5,5	10,8	19,4	31,8	53,2	69,6	80,6	84,9	91,1

Но

воздуха весной. Апрель (1936—1965 гг.)

тура, °C

3,9—2,0	1,9—0,0	-0,1...-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	-14,0...-15,9	Повторяемость, %	Обеспеченность, %
0,7	0,3	0,2		0,2						1,2	1,2
1,2	0,8	1,7	0,2							3,9	5,1
0,7	0,5	0,7	0,2	0,2						5,1	10,2
0,7	0,8	0,8	0,5	0,2						4,7	14,9
0,7	0,8	1,3	0,3	0,5						5,0	19,9
0,5	2,0	0,2	0,3	0,2						6,4	26,3
0,8	0,7	1,0	0,7	0,8	0,8	0,2	0,3	0,2		8,1	34,4
0,7	0,8	0,2	1,0	0,2	0,2	0,2				7,0	41,4
1,8	0,3	0,7	0,5	0,3	0,3		0,5		0,2	7,6	49,0
1,5	0,5	0,5	1,0	0,2	0,3	0,3		0,2		9,3	58,3
1,0	0,3	0,7	0,5	0,2		0,2	0,2	0,2		9,9	68,2
0,7	0,7	0,3	0,2	0,2		0,3				8,7	76,9
0,8	0,3	0,2	0,2							7,1	84,0
0,2			0,2							4,4	88,4
0,2										4,6	93,0
										3,2	96,2
										1,9	98,1
										1,7	99,8
										0,2	100
11,4	8,7	8,4	5,8	3,2	1,6	1,4	1,2	0,6	0,2		
68,9	77,6	86,0	91,8	95,0	96,6	98,0	99,2	99,8	100		

тура, °C

-8,0...-9,9	-10,0...-11,9	-12,0...-13,9	-14,0...-15,9	-16,0...-17,9	-18,0...-19,9	-20,0...-21,9	-22,0...-23,9	-24,0...-29,9	Повторяемость, %	Обеспеченность, %
0,3		0,2							9,6	9,6
0,2		0,2							11,9	21,5
0,8	0,3		0,2						14,4	35,9
0,5	0,3	0,2	0,2						14,4	50,3
0,3	0,5		0,3	0,2	0,2	0,2			13,1	63,4
0,2	0,2	0,2	0,2		0,5				11,5	74,9
0,3	0,3		0,3		0,3	0,2			8,6	83,5
	0,3			0,2	0,2				5,8	89,3
	0,2								4,4	93,7
								0,2	2,0	95,7
									1,4	97,1
									1,7	98,8
									0,2	99,0
									0,6	99,6
									0,2	99,8
									0,2	100
2,6	2,1	0,8	1,2	0,4	1,2	0,4		0,2		
93,7	95,8	96,6	97,8	98,2	99,4	99,8		100		

Таблица

Повторяемость (%) комплекса температуры и относительной

Относительная влажность, %		Темпера								
		4,0-5,9	6,0-7,9	8,0-9,9	10,0-11,9	12,0-13,9	14,0-15,9	16,0-17,9	18,0-19,9	20,0-21,9
от	до									
										Де
100	96	.	0,1		0,2	0,1	0,2			
95	91	.	.	0,1	0,2	0,6	0,3	0,3	0,1	.
90	86	.	.	0,3	0,2	0,5	0,4	0,6	0,4	.
85	81	.	.	.	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3
80	76	.	.	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,7	0,6
75	71	.	.	0,3	0,3	0,4	0,7	0,7	1,2	0,7
70	66	.	.	0,1	0,1	0,8	0,3	0,5	0,9	1,0
65	61	.	.	.	0,1	0,4	0,4	0,5	1,0	1,3
60	56	.	.	0,1	0,1	0,1	0,3	0,9	0,9	0,8
55	51	.	.	.	0,4	0,5	0,7	1,4	1,0	1,4
50	46	.	.	.	0,1	0,2	0,9	1,1	1,4	1,0
45	41	.	.	.	0,1	.	0,5	0,5	1,6	1,7
40	36	.	.	.	0,1	0,2	0,5	0,9	1,7	1,1
35	31	.	.	.	0,1	0,1	0,3	0,6	0,9	1,3
30	26	.	.	.	.	.	0,3	0,3	0,6	0,9
25	21	.	.	.	.	0,1	0,1	0,3	0,1	0,4
20	16	.	.	.	.	.	.	.	0,1	0,1
15	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Повторяемость, %		0,2	0,3	1,4	2,2	4,9	6,8	9,9	13,2	12,9
Обеспеченность, %		100	99,8	99,5	98,1	95,9	91,0	84,2	74,3	61,1

Относительная влажность, %		Темпера								
		1,0-1,9	2,0-3,9	4,0-5,9	6,0-7,9	8,0-9,9	10,0-11,9	12,0-13,9		
от	до									
										Но
100	96	.	.	.	0,5	0,7	1,1	1,7	2,4	
95	91	.	.	0,2	1,0	1,6	2,1	3,2	5,2	
90	86	.	.	0,2	0,3	1,3	2,1	2,2	3,4	
85	81	.	.	.	0,4	0,8	1,4	2,0	1,7	
80	76	.	.	0,2	0,1	0,8	1,1	1,1	1,5	
75	71	.	0,1	0,2	0,3	0,2	0,5	0,9	1,3	
70	66	.	.	.	.	0,2	0,4	1,1	1,1	
65	61	.	.	.	0,1	0,1	0,3	0,7	0,5	
60	56	.	.	.	0,1	0,1	0,2	0,4	0,4	
55	51	.	.	.	.	0,1	0,3	0,3	0,1	
50	46	.	.	.	.	.	.	.	0,2	
45	41	.	.	.	.	.	0,1	.	.	
40	36	.	.	.	.	.	.	.	0,1	
35	31	.	.	.	.	.	.	.	.
30	26	.	.	.	.	.	.	.	.
25	21	.	.	.	.	.	.	.	.
20	16	.	.	.	.	.	.	.	.
Повторяемость, %		0,1	0,5	1,0	3,0	6,0	9,6	13,7	18,0	
Обеспеченность, %		100	99,9	99,4	98,4	95,4	89,4	79,8	66,1	

влажности воздуха летом. Июнь—август (1936—1965 гг.)

тура, °С									
22,0—23,9	24,0—25,9	26,0—27,9	28,0—29,9	30,0—31,9	32,0—33,9	34,0—35,9	36,0—37,9	Повторяе- мость, %	Обеспе- ченность, %
0,1	.	.	.	.	.	.	.	0,7	0,7
0,5	0,2	.	.	.	.	.	.	1,6	2,3
0,4	0,3	.	.	.	.	.	.	2,2	4,8
1,3	0,6	0,1	.	.	.	.	.	3,5	7,1
1,6	0,7	0,4	.	.	.	.	.	3,6	10,7
1,4	1,6	0,6	0,3	.	.	.	.	5,2	15,9
2,1	1,8	0,7	0,3	0,1	.	.	.	4,4	20,3
2,0	1,6	1,3	0,8	0,4	.	.	.	5,7	26,0
1,8	2,0	1,4	1,2	0,3	.	.	.	6,1	32,1
1,4	1,6	1,7	1,1	1,1	0,1	.	.	9,6	41,7
0,9	1,1	0,9	1,4	1,0	0,5	.	.	10,6	62,1
0,3	0,5	0,6	0,8	0,7	0,3	.	.	11,4	73,5
0,2	0,1	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	.	10,4	83,9
.	.	0,2	.	0,1	.	.	.	8,1	92,0
14,3	12,4	8,2	6,4	4,3	1,5	0,8	0,3	4,6	96,6
48,2	33,9	21,5	13,3	6,9	2,6	1,1	0,3	2,5	99,1
.	.	.	.	.	.	.	0,1	0,7	99,8
.	.	.	.	.	.	.	0,2	0,2	100

тура, °С									
14,0—15,9	16,0—17,9	18,0—19,9	20,0—21,9	22,0—23,9	24,0—25,9	26,0—27,9	28,0—29,9	Повторяе- мость, %	Обеспе- ченность, %
2,5	1,1	.	.	.	.	.	.	10,3	10,3
3,8	3,5	0,5	.	.	.	.	.	21,3	31,6
3,5	2,6	0,7	0,2	.	.	.	.	16,5	48,1
2,6	2,4	0,4	0,2	.	.	.	.	12,0	60,1
2,1	1,5	0,8	0,3	.	.	.	.	9,7	69,8
1,1	1,7	1,0	0,2	.	.	.	.	7,7	77,5
0,5	0,7	0,8	0,5	0,2	.	.	.	5,7	83,2
0,5	0,9	1,0	0,3	0,1	.	.	.	4,6	87,8
0,5	0,5	0,8	0,7	.	.	.	.	3,8	91,6
0,5	0,5	0,4	0,4	.	.	.	.	2,7	94,3
0,5	0,4	0,4	0,2	0,1	.	.	.	2,1	96,4
.	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	.	.	1,3	97,7
.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	.	.	0,8	98,5
0,1	.	0,1	0,2	0,2	0,1	.	.	0,8	99,3
.	.	0,2	0,1	.	.	.	.	0,4	99,7
.	.	.	.	0,1	.	.	.	0,2	99,9
18,4	16,2	7,6	4,0	1,2	0,6	0,1	0,1	0,1	100
48,1	29,7	13,5	5,9	1,9	0,7	0,1	.	.	

Таблица

Повторяемость (%) комплекса температуры и относительной влажности

Относительная влажность, %		Темпера								
		19,9-18,0	17,9-16,0	15,9-14,0	13,9-12,0	11,9-10,0	9,9-8,0	7,9-6,0	5,9-4,0	3,9-2,0
от	до									
100	96						0,2	0,2	0,3	0,2
95	91						0,2	0,5	0,5	1,8
90	86				0,2	0,2	0,5	0,6	0,5	0,6
85	81					0,2	0,3	0,5	1,1	1,1
80	76				0,2	0,2	0,3	0,5	0,6	0,6
75	71					0,3	0,2	0,5	1,1	1,2
70	66		0,2	0,2		0,3	1,4	0,8	0,8	1,9
65	61					0,8	1,0	1,4	1,4	1,8
60	56	0,2		0,5	0,6	0,3	1,1	1,0	1,8	1,1
55	51			0,2	0,5	1,1	1,0	0,8	0,8	1,4
50	46		0,3	0,2	0,6	1,2	1,6	1,1	0,5	1,0
45	41	0,5	0,2	0,5	1,1	0,6	0,8	0,6	0,8	0,8
40	36	0,3	0,8	0,3	0,3	0,8	1,2	0,5	0,3	0,2
35	31	0,6	0,3	0,2	0,2	0,3	1,0	0,5	0,2	0,2
30	26	0,2	0,2	0,5	0,2		0,2	0,2	0,2	
25	21	0,2	0,3	0,6		0,5		0,2	0,2	
20	16	0,2					0,2			
15	11				0,2	0,2				
10	6				0,2					
Повторяемость, %		2,2	2,5	3,2	4,3	7,0	11,2	9,9	11,1	13,9
Обеспеченность, %		2,2	4,7	7,9	12,2	19,2	30,4	40,3	51,4	65,3

Относительная влажность, %		Темпера								
		15,9-14,0	13,9-12,0	11,9-10,0	9,9-8,0	7,9-6,0	5,9-4,0	3,9-2,0	1,9-0,0	-0,1...-1,9
от	до									
100	96				0,3	0,5	1,0	1,6	2,6	1,8
95	91		0,2		0,2	0,8	1,9	2,6	2,6	1,9
90	86			0,3	1,0	0,6	1,3	1,3	2,6	2,9
85	81				0,2	0,8	2,2	2,2	3,3	4,0
80	76			0,5	0,2	0,8	0,8	2,1	3,2	1,8
75	71	0,2		0,2	0,6	0,5	0,6	0,8	1,0	1,0
70	66				0,8	0,2	0,5	1,4	0,8	1,6
65	61			0,2	0,3	0,2	0,8	0,8	1,3	0,6
60	56		0,3	0,5	0,6	0,8	0,8	0,6	0,5	0,3
55	51			0,3	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,2
50	46			0,2	0,3	0,3	0,6	0,5	0,3	0,3
45	41				0,2		0,2	0,2		
40	36					0,2	0,2	0,2		
35	31					0,2	0,2	0,2		
30	26					0,2	0,2	0,2		
Повторяемость, %		0,2	0,5	2,2	4,4	6,2	11,6	14,3	18,2	16,4
Обеспеченность, %		0,2	0,7	2,9	7,3	13,5	25,1	39,4	57,6	74,0

воздуха осенью. Октябрь (1936—1965 гг.)

тура, °С										
1,9-0,0	-0,1...-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	-14,0...-15,9	Повторяе- мость, %	Обеспечен- ность, %

нь										
1,6	1,0	0,3		0,2					4,0	4,0
1,6	0,6	0,2	0,2						5,6	9,6
1,6	1,0	0,5	0,2	0,2					6,1	15,7
1,1	1,1	1,1	0,3						6,8	22,5
0,8	1,2	0,6	0,3	0,3					5,6	28,1
0,6	2,0	0,6	0,6	0,5		0,2			7,8	35,9
1,2	0,3	0,8	0,8	0,5				0,2	9,4	45,6
1,1	0,6	0,5	0,5	0,5	0,2				9,8	55,1
0,8	0,5	0,3	0,3	0,5	0,2				9,2	64,3
1,0	0,5	0,6				0,2			8,1	72,4
0,6	0,3	0,2							7,6	80,0
0,6			0,2						6,7	86,7
		0,2							4,9	91,6
									3,5	95,1
									1,7	96,8
									2,0	98,8
									0,4	99,2
									0,6	99,8
									0,2	100
12,6	9,1	5,9	3,4	2,7	0,4	0,4	-	0,2		
77,9	87,0	92,9	96,3	99,0	99,4	99,8		100		

тура, °С										
-2,0...-3,9	-4,0...-5,9	-6,0...-7,9	-8,0...-9,9	-10,0...-11,9	-12,0...-13,9	-14,0...-15,9	-16,0...-17,9	-18,0...-19,9	Повторяе- мость, %	Обеспечен- ность, %

ць										
0,3	0,6		0,2						8,9	8,9
1,8	0,5			0,3		0,2			13,5	22,4
1,9	1,6	0,6	0,6					0,2	14,9	37,3
2,4	1,3	0,6	0,6	0,3	0,2				18,1	55,4
1,1	0,8	0,2	0,8	0,2	0,2				12,7	68,1
1,2	1,1	1,0		0,2					8,4	76,5
1,2	0,5	0,2	0,2	0,3					7,7	84,2
0,8			0,3						5,3	89,5
0,2	0,2				0,2				4,2	93,7
		0,2							2,3	96,0
			0,2						2,4	98,4
									0,6	99,0
									0,4	99,4
									0,2	99,6
									0,4	100
10,9	6,6	3,3	2,9	1,3	0,6	0,2		0,2		
84,9	91,5	94,8	97,7	99,0	99,6	99,8		100		

Таблица 34

Суточный максимум осадков различной обеспеченности по месяцам (1914—1963 гг.)

Месяц	Средний максимум	Обеспеченность, %						Наблюденный максимум		Год
		63	20	10	5	2	1	мм	число	
I	2	1	4	5	7	9	11	9	20	1916
II	2	1	3	4	5	7	8	7	21	1960
III	3	2	4	5	7	10	13	12	22	1957
IV	7	5	11	16	20	24	27	24	23	1922
V	10	7	15	19	23	27	30	27	7	1943
VI	17	11	26	34	39	42	45	42	11	1938
VII	21	15	28	34	39	43	46	75	24	1945
VIII	15	11	21	26	31	38	44	56	3	1932
IX	11	8	15	18	22	26	30	32	8	1946
X	7	5	9	11	15	22	27	26	28	1931
XI	4	3	7	9	10	12	13	12	2	1960
XII	3	2	4	6	8	8	9	8	23, 20	1916, 1920

Таблица 35

Повторяемость (%) максимальных температур воздуха в определенных пределах в бездождные периоды (1963—1972 гг.)

Месяц	Пределы температуры, °C				
	<20	20,1—25,0	25,1—30,0	30,1—35,0	>35,0
IV	89	10	1		
V	47	26	20	7	
VI	15	22	34	22	7
VII	11	13	46	30	
VIII	25	30	34	11	
IX	60	24	14	2	
X	99	1			

Таблица 36

Средняя относительная влажность воздуха в (%) в 13 ч и повторяемость (%) дней с относительной влажностью в 13 ч 20% и менее и 21—30% в бездождные периоды (1936—1975 гг.)

Относительная влажность, %	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Средняя	54	39	41	48	52	51	62
≤20	4	10	7	1	2	4	1
21—30	7	16	16	7	3	6	4

Таблица 37

Повторяемость (%) дней с максимальной температурой выше 25°C при относительной влажности в различных пределах (1930—1974 гг.)

Месяц	Температура, °С		Относительная влажность, %									
	от	до	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
V	25,1	30,0	0,1	4,5	6,1	3,4	1,0	0,3	0,1	0,1	0,1	
	30,1	35,0	0,1	1,8	1,2			0,1				
VI	25,1	30,0	0,1	2,2	7,0	8,4	5,0	2,6	0,7	0,4	0,2	0,1
	30,1	35,0	0,1	3,0	5,7	2,1	0,7	0,2		0,1	0,1	
	35,1	40,0	0,1	1,1	0,5	0,1						
	40,1	45,0		0,1								
VII	25,1	30,0		0,1	4,2	10,3	11,0	6,5	3,2	1,2	0,7	0,2
	30,1	35,0		0,6	4,0	4,5	2,6	0,4	0,2	0,1		
	35,1	40,0		0,6	0,4	0,2						
	40,1	45,0		0,1								
VIII	25,1	30,0		0,4	2,8	6,7	6,4	4,4	1,7	0,6	0,4	
	30,1	35,0	0,1	0,5	1,2	1,6	0,6	0,1				
	35,1	40,0		0,1	0,2							
IX	25,1	30,0		1,0	3,7	1,9	1,0	0,3	0,1			
	30,1	35,0		0,4	0,1	0,1						

Таблица 40

Повторяемость (%) различного числа дней с метелью в отдельные месяцы
(1936—1975 гг.)

Дни	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
0	100	45	19	8	—	2	5	41	88
1		10	2	2	—	5	5	15	2
2		22	2	2	5	—	8	12	8
3		5	5	—	5	10	5	8	—
4		8	8	5	5	5	12	8	—
5		5	10	8	5	13	15	12	2
6		5	15	8	8	8	18	2	
7			10	1	12	12	8	2	
8			2	8	17	5	5		
9			5	10	10	10	5		
10			2	8	12	8	2		
11			2	10	10	10			
12			2	12	2	5	2		
13			8	8	5	—	8		
14			8	—	2	2			
15				5	—	5			
16				—	—				
17				5	2				
18							2		

6. Режим облачности и атмосферные явления

Таблица 41

Средняя месячная и годовая общая и нижняя облачность (баллы) в различные часы суток (1936—1964 гг.)

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

Таблица 42

Повторяемость (%) различных градаций нижней облачности при определенных градациях общей облачности (1936—1964 гг.)

Облачность, баллы		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
общая	нижняя												
0—2	0—2	30	36	35	32	30	27	25	28	26	21	22	26
3—7	0—2	10	10	10	9	11	13	13	11	11	6	7	8
	3—7	1	0	1	4	8	8	10	9	5	3	1	0
8—10	0—2	34	32	26	26	19	16	15	15	19	23	23	33
	3—7	1	1	3	4	7	10	10	9	7	4	3	2
	8—10	24	21	25	25	25	26	27	28	32	43	44	31

Таблица 43

Повторяемость (%) ясного, полужасного и пасмурного состояния неба по сезонам (1936—1964 гг.)

Сезон	Общая облачность			Нижняя облачность		
	ясно	полужасно	пасмурно	ясно	полужасно	пасмурно
Зима	30	10	60	68	3	29
Весна	31	16	53	64	11	25
Лето	27	21	52	54	19	27
Осень	24	12	64	53	10	37
Год	28	14	58	62	9	29

Таблица 44

Повторяемость (%) основных форм облаков по сезонам (1966—1975 гг.)

Формы облаков	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Облака конвекции					
кучевые	0,6	14	24	10	10
кучево-дождевые и продукты их распада	0,4	8	25	6	6
высоко-кучевые	22	27	36	36	28
Фронтальные					
высоко-слоистые	21	12	7	16	15
слоисто-дождевые	10	6	6	9	8
Подынверсионные					
слоисто-кучевые	13	20	25	32	20
слоистые	7	3	2	4	5

Таблица 45

Повторяемость (%) ясного, полужасного и пасмурного состояния неба по общей и нижней облачности в различные часы суток (1936—1964 гг.)

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ясное небо по общей облачности (0—2 балла)												
1	36	45	45	47	45	38	39	49	39	31	27	29
7	25	25	25	29	32	33	29	27	24	14	16	24
13	20	28	33	23	17	15	10	11	14	10	16	18
19	38	48	38	29	27	23	22	25	26	29	29	33
Полужасное небо по общей облачности (3—7 баллов)												
1	9	7	8	10	16	20	22	15	14	7	7	8
7	10	10	10	11	15	17	20	15	13	10	8	6
13	15	12	13	15	25	25	28	27	20	12	10	11
19	11	10	12	15	19	23	23	22	19	8	7	9
Пасмурное небо по общей облачности (8—10 баллов)												
1	55	48	47	43	39	42	39	36	47	62	66	63
7	65	65	65	60	53	50	51	58	63	76	76	70
13	65	60	54	62	58	60	62	62	66	78	74	71
19	51	42	50	56	54	54	55	53	55	63	64	58
Ясное небо по нижней облачности (0—2 балла)												
1	75	79	75	77	72	65	65	70	67	59	56	67
7	65	68	63	70	69	68	67	61	59	46	45	61
13	76	83	73	56	41	36	27	28	42	39	50	69
19	78	83	74	66	57	56	52	56	56	55	57	71
Полужасное небо по нижней облачности (3—7 баллов)												
1	1	0	1	3	7	11	12	8	6	3	9	2
7	3	1	5	4	9	9	9	8	9	8	4	1
13	3	2	5	15	26	31	38	37	19	11	6	3
19	2	0	4	9	19	19	23	21	14	7	3	2
Пасмурное небо по нижней облачности (8—10 баллов)												
1	24	21	24	20	21	24	23	22	27	38	41	31
7	32	31	32	26	22	23	24	31	32	46	51	38
13	21	15	22	29	33	33	35	35	39	50	44	28
19	20	17	22	25	24	25	25	23	30	38	40	27

Таблица 46

Повторяемость (% от общего числа наблюдений) форм облаков нижнего яруса в различные сроки наблюдений по сезонам и за год (1966—1975 гг.)

Форма облаков	Время, ч							
	0	3	6	9	12	15	18	21
Зима								
Слоисто-кучевые	10	10	12	7	8	9	10	10
Слоистые	2	2	4	3	2	2	2	2
Слоисто-дождевые	6	7	7	5	4	5	6	6
Кучевые	0,1		0,1	2	2	1	0,1	0,1
Кучево-дождевые	2	2	2	4	5	4	2	2
Весна								
Слоисто-кучевые	15	18	14	10	10	14	16	13
Слоистые	0,5	1	1	0,6	0,4	0,4	0,2	0,5
Слоисто-дождевые	2	3	2	2	2	1	2	2
Кучевые	0,2	0,8	8	27	38	31	5	0,2
Кучево-дождевые	7	8	11	15	18	19	12	7
Лето								
Слоисто-кучевые	17	19	16	12	11	15	22	17
Слоистые	0,7	1	2	0,7	0,1	0,2	0,2	0,4
Слоисто-дождевые	1	2	2	1	1	0,8	0,5	1
Кучевые	0,7	3	12	31	62	54	16	0,4
Кучево-дождевые	14	12	13	19	26	29	23	15
Осень								
Слоисто-кучевые	19	21	21	20	21	27	20	19
Слоистые	1	1	2	1	0,8	0,6	1	0,8
Слоисто-дождевые	6	7	8	5	4	3	5	5
Кучевые	0	0,5	2	21	29	14	0,8	6
Кучево-дождевые	3	4	7	8	6	8	3	2
Год								
Слоисто-кучевые	14	15	15	11	11	14	16	14
Слоистые	1	2	3	1	1	1	1	1
Слоисто-дождевые	4	4	4	4	3	3	3	4
Кучевые	0,3	1	4	21	27	12	4	0,2
Кучево-дождевые	7	5	7	11	12	15	10	6

Таблица 47

Повторяемость (среднее число случаев) высоты нижней границы облаков
ниже 200 м при больших скоростях ветра
в зависимости от направления (1954—1975 гг.)

Направление	Скорость, м/с	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
С	8—11 12—15		0,1	0,05	0,1 0,05	0,3 0,1	0,3 0,05	0,4 0,05	0,6	1,0 0,05	0,1 0,05	0,2	0,3	3,4 0,3
СВ	8—11 12—15	0,2			0,5 0,5		0,2		0,2	0,1 0,2	0,6 0,1	0,05		1,8 0,8
В	8—11 12—15			0,1 0,2	0,3 0,1	0,2	0,1				0,4 0,2	0,4		1,5 0,5
ЮВ	8—11 12—15	0,05	0,1 0,05	0,6 0,4	0,2 0,05				0,1		0,5	1,1 0,05	0,6	3,2 0,5
Ю	8—11 12—15	0,1 0,1	0,3 0,05	0,7 0,3	0,3			0,1	0,3	0,1	0,6 0,4	2,0 0,2	0,9 0,6	5,4 1,6
ЮЗ	8—11 12—15	0,3 0,2	0,4 0,1	0,8	0,4 0,1	0,05			0,1		0,5 0,4	2,1	0,6 0,2	5,8 1,0
З	8—11 12—15	0,1		0,2 0,2	0,3 0,05	0,1	0,1	0,7	0,4 0,05	0,2	0,8 0,3	1,2 0,1	1,0 0,1	5,1 0,8
СЗ	8—11 12—15	0,1		0,05 0,1	0,4 0,3	0,1	0,3 0,1	0,5 0,1	0,6 0,5	0,7 0,1	0,4	0,2	0,05	3,4 1,3
Всего	8—11 12—15	1,1 0,3	1,2 0,3	2,6 1,2	2,5 1,1	0,7 0,2	1,0 0,1	1,8 0,1	2,3 0,5	2,1 0,3	3,7 1,4	7,2 0,4	3,4 0,9	29,6 6,8

Таблица 48

Повторяемость (%) различных градаций дальности видимости по сезонам (1966—1975 гг.)

Сезон, период	Дальность видимости, км			
	0—1	1—4	4—10	>10
Зима	2	8	22	68
Весна	1	2	8	89
Лето	0	1	7	92
Осень	1	3	12	84
Холодный	2	8	22	68
Теплый	1	2	9	88

Таблица 49

Повторяемость (%) ухудшения дальности видимости 4 км и менее в зависимости от наблюдававшихся атмосферных явлений (1966—1975 гг.)

Сезон, период	Атмосферные явления, ухудшающие видимость					
	туман	метель	дымка	мгла	осадки	низкая облачность
Зима	14	18	27	0	29	12
Весна	6	14	24	4	31	21
Лето	25	0	40	4	2	29
Осень	21	4	39	0	12	24
Холодный	14	18	27	0	29	12
Теплый	18	5	36	3	13	25

Таблица 50

Повторяемость (%) дальности видимости менее 1 км при различных скоростях ветра (1954—1958 гг.)

Скорость, м/с												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Штиль	29	23	41	56	60	—	—	60	77	50	23	43
1—2	32	17	11	14	30	—	25	10	8	11	23	14
3—5	21	39	12	13	10	—	50	30	9	34	8	13
6—11	5	12	9	6	—	100	25	—	3	3	18	5
>12	13	9	27	11	—	—	—	—	3	2	28	25

Таблица 51

Повторяемость (%) дальности видимости менее 1 км при различных направлениях ветра (1954—1958 гг.)

Направление												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
С	—	—	1	—	—	—	—	10	—	—	3	—
СВ	6	5	10	10	10	—	—	10	—	—	—	3
В	16	7	4	10	—	—	—	5	—	—	4	4
ЮВ	4	22	13	6	10	—	—	—	—	12	10	4
Ю	7	6	16	—	—	—	25	—	—	5	13	17
ЮЗ	28	15	8	4	—	—	—	—	4	20	30	17
З	6	15	3	11	20	—	—	—	15	13	14	3
СЗ	4	7	4	3	—	100	75	15	4	—	3	9

Таблица 52

Характеристика числа дней n с туманом по сезонам и за год, повторяемость (%) отклонений от средней по градациям (1946—1975 гг.)

Сезон	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	Год	Отклонение от средней по градациям, дни				
					0 ± 4	$\pm(5-9)$	$\pm(10-14)$	$\pm(15-19)$	$\pm(20-24)$
Зима	21	7,4	38	1944	42	38	18	2	—
Весна	2	1,9	7	1942	98	2	—	—	—
Лето	4	2,7	12	1938	95	5	—	—	—
Осень	4	2,3	9	1936	98	2	—	—	—
Год	31	9,2	55	1938	30	40	20	8	2

Таблица 53

Повторяемость (%) различного числа дней с туманом по месяцам (1936—1965 гг.)

Число дней	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	7			27	67	64	40	20	10	23	3	3
1—2	23	30	40	27	33	33	47	47	47	38	20	23
3—4	27	33	17	40		3	13	20	37	36	41	34
5—6	14	17	17	6				10	6	3	17	27
7—8	17	17	10								3	6
9—10	6	3	13					3			10	7
11—12	6		3								6	

Таблица 54

Число дней с пыльной бурей и среднее квадратическое отклонение в отдельные месяцы (1936—1975 гг.)

Месяц	\bar{n}	σ	Месяц	\bar{n}	σ
IV	0,4	0,88	VIII	0,9	1,39
V	3,1	2,51	IX	1,1	1,54
VI	2,7	2,76	X	0,2	0,46
VII	1,4	1,51			

Таблица 55

Число дней n с пыльной бурей за год различной обеспеченности (1936—1975 гг.)

\bar{n}	$n_{\text{макс}}$	Год	Обеспеченность, %											$n_{\text{мин}}$	Год
			5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95		
10	30	1951	25	21	16	12	10	8	6	5	4	3	2	2	1945, 1946, 1970

Таблица 56

Характеристика числа дней n с пыльной бурей за год, повторяемость (%) отклонений от средней многолетней по грациям (1936—1975 гг.)

$n_{\text{наиб}}$	Год	\bar{n}	σ	Отклонение от средней, дни													
				0±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	±9	±10	±11	±15	±20	
30	1951	9,8	7,14	15	8	12	8	13	5	13	10	5	2	2	5	2	

Таблица 57

Повторяемость P (%) различного числа дней n с пыльной бурей за год (1936—1975 гг.)

n дни . . .	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	19	20	21	25	30
P % . . .	11	13	2	11	5	8	8	5	5	5	5	2	2	2	5	2	2	5	2

Таблица 58

Повторяемость (%) пыльных бурь различной продолжительности τ (ч) (1936—1975 гг.)

τ	Продолжительность, ч						$\tau_{\text{макс}}$	Дата
	<1	1—5	5—10	10—15	15—20	>20		
2,9	37	42	18	3		0,2	28	27—28V 1955 г.

Таблица 59

Повторяемость (%) различного числа дней с пыльной бурей в отдельные месяцы (1936—1975 гг.)

Дни	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
0	83	12	21	40	56	51	83
1	5	15	20	26	20	18	15
2	5	22	20	10	15	22	2
3	5	18	15	10	5	5	
4		12	5	12		2	
5	2	8	8	2	2		
6		5			2		
7		2	5				
8		2				2	
9		2					
10			2				
11		2	2				

Таблица 60

Число дней с гололедно-изморозевыми отложениями на проводах гололедного станка (1953—1967 гг.)

Вид отложения	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Год
Гололед	0,3	2	1	0,2	0,3	0,6	0,6	0,07	5
Зернистая изморозь	0,4	0,9	1,0	0,4	0,8	1	0,4		5
Кристаллическая изморозь	0,7	5	11	13	10	8	0,2		48
Сложное отложение		0,4	0	0	0	0,2			0,6
Мокрый снег		0,1	0,1				0,1		0,3

Таблица 61

Максимальная по массе величина отложения на проводах гололедного станка (1953—1970 гг.)

Дата	Вид отложения	Продолжительность, ч		Большой диаметр, мм	Малый диаметр, мм	Масса, г/пог.м
		нарастания	обледенения			
20 XI—20 XI 1953 г.	Гололед	2	4	8	7	40
17 XI—19 XI 1962 г.	Гололед	8	34	24	19	40
22 XII—15 XII 1969 г.	Изморозь зернистая	37	98	28	18	96
29 XII—7 I 1966-67 г.	Изморозь кристаллическая	106	218	51	44	64
30 XI—3 XII 1969 г.	Сложное отложение	44	94	51	48	64

Таблица 62

Повторяемость (%) различной продолжительности τ обледенения проводов (1953—1970 гг.)

Процесс	τ ч					$\frac{\tau}{\tau}$ ч	Число случаев
	< 6	7—12	13—24	25—48	> 48		
Нарастание	56	33	8	3	1	348	36
Обледенение	18	34	33	9	6	825	36

Таблица 63

Повторяемость (%) температуры воздуха в начале обледенения
(1953—1970 гг.)

Вид отложения	Температура, °С						Число случаев
	5,0...0,1	0,0...-4,9	-5,0...-9,9	-10,0...-19,9	-20,0...-29,9	-30,0 и ниже	
Гололед	3	71	19	7			58
Зернистая изморозь		36	49	15			55
Кристаллическая изморозь		1	7	47	36	9	483

Таблица 64

Повторяемость (%) скоростей ветра при максимальной
величине отложения льда на проводах (1953—1970 гг.)

Вид отложения	Скорость, м/с			
	0-1	2-5	6-9	10-13
Гололед	14	48	29	9
Зернистая изморозь	15	74	9	2
Кристаллическая изморозь	28	67	4	1

8. Мезо- и микроклиматические особенности города и окрестностей

Таблица 65

Фенологический календарь (1951—1975 гг.)

Месяц	Фазы развития растений	Даты наступления фаз		
		средняя	наиболее ранняя	наиболее поздняя
Апрель	Начало движения сока у березы	14 IV	3 IV	28 IV
	Появление подснежников	1 V	13 IV	8 V
Май	Начало цветения			
	фиалок	9 V	24 IV	24 V
	клена остролистного	12 V	18 IV	31 V
	березы	13 V	28 IV	28 V
	крыжовника	20 V	8 V	30 V
	черемухи	21 V	4 V	9 VI
	яблони	25 V	6 V	8 VI
	акации желтой	28 V	10 V	10 VI
	сирени лиловой	29 V	12 V	14 VI
	Посадка картофеля	18 V	9 V	29 V
Июнь	Посев огурцов	28 V	23 V	3 VI
	Появление всходов			
	огурцов	8 VI	1 VI	14 VI
Июль	картофеля	15 VI	8 VI	23 VI
	Цветение			
	огурцов	16 VII	29 VI	24 VII
Август	картофеля	24 VII	16 VII	12 VIII
	Съемная спелость огурцов	1 VIII	22 VII	9 VIII
	Сентябрь	Увядание ботвы картофеля	5 IX	18 VIII	17 IX
Осеннее расцвечивание листьев				
у березы		15 IX	24 VIII	26 IX
у клена остролистного		18 IX	4 IX	2 X
у черемухи обыкновенной		17 IX	5 IX	25 IX
у акации желтой		23 IX	4 IX	6 X
Листопад у черемухи обыкновенной		30 IX	20 IX	20 X
Октябрь	Листопад			
	у березы	4 X	20 IX	22 X
	у акации желтой	4 X	20 IX	22 X
	у клена остролистного	5 X	24 IX	12 X

9. Загрязнение воздушного бассейна города

Таблица 66

Инсоляционные ресурсы климата Омска (55° с. ш.) (1952—1962 гг.)

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Всего за год
Полуденная высота солнца (град)	15,2	24,3	35,3	47,1	55,0	58,3	55,0	46,7	35,3	23,6	14,5	11,5	
Продолжительность дня (ч мин)	4 40	7 28	9 44	11 52	13 36	14 06	13 36	11 52	9 44	7 12	4 24	2 24	
ультрафиолетового (при высоте солнца 10° и более)	0	0	4 08	7 08	8 48	9 20	8 48	7 12	4 08	0	0	0	
биологического (при высоте солнца 30° и более)													
Продолжительность солнечного сияния (час/процент)	82/4	122/5	192/9	249/11	290/13	318/14	299/13	252/11	191/9	97/5	71/3	60/3	
Число дней без солнца (в скобках — %)	8 (2,2)	5 (1,4)	5 (1,4)	2 (0,6)	1 (0,3)	0,4 (0,1)	1 (0,3)	1 (0,3)	2 (0,6)	8 (2,2)	12 (3,3)	12 (3,3)	57 (16)
Продолжительность солнечного сияния в течение дня (час/процент) ультрафиолетового биологического	57/70 0/00	104/85 0/00	168/88 62/32	232/93 138/55	264/91 193/67	290/91 204/64	279/93 190/64	240/95 153/61	170/89 89/47	85/88 0/00	53/75 0/00	29/48 0/00	
Повторяемость непрерывной продолжительности солнечного сияния (%)													
до 4 ч	53	39	18	26	29	38	48	40	37	47	33	57	39
более 4 ч	47	61	82	74	71	62	52	60	63	53	67	43	61
Распределение солнечного сияния относительно полудня (%)													
в близополуденные четыре часа (с 10 до 14 ч)	70	53	43	34	31	27	29	33	38	47	62	74	38
до полудня	44	46	48	49	50	51	52	50	50	49	46	43	49
после полудня	56	54	52	51	50	49	48	50	50	51	54	57	51

Таблица 67

Режим ультрафиолетовой радиации в зоне 52,5—57,5° с. ш.
(по В. А. Белинскому [31])

Наименование	Величина
Репрезентативная широта	55° с. ш.
Название зоны	Зона УФ комфорта
Название подзоны (шифр)	Со следами УФД в середине зны (УФКД)
Месяцы биологической тьмы	Отсутствуют
Месяцы биологических сумерек	1 (д/я)
Месяцы УФ дефицита	1 (д/я)
Месяцы возможной гелиотерапии (ВГТ)	6 (ап—с)
Месяцы кабинной гелиотерапии (КГТ)	2 (ап, с)
Месяцы оптимальной гелиотерапии (ОГТ)	4 (ма—ав)
Месяцы избыточного УФ облучения	Отсутствуют
Годовые дозы суммарной УФ радиации ($\lambda < 400$ мкм) (кв·ч/м ²)	75—80
Годовые дозы суммарной УФ радиации ($\lambda < 315$ мкм) (кв·ч/м ²)	1,4—1,5
Годовые дозы суммарной эритемной радиации области В в зоне (эр·ч/м ²)	150—160
Годовые дозы прямой эритемной радиации области В в зоне (эр·ч/м ²)	16—24
Сезонные дозы суммарной эритемной радиации области В в зоне (эр·ч/м ²)	
зима	1—4
весна	35—45
лето	100—125
осень	15—22
Возможные месячные дозы суммарной эритемной радиации области В в зоне (эр·ч/м ²)	
декабрь	0,2—0,9
март	6—9
июнь	50—60
сентябрь	16—22
Месячные дозы суммарной эритемной радиации области В в зоне (эр·ч/м ²)	
декабрь	0,1—0,5
март	4—7
июнь	35—45
сентябрь	11—16
Длительность облучения для образования пороговой эритемы в июне—июле при открытом горизонте (мин)	
в полдень	20—22
в 10 ч утра	25—30

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ВВЕДЕНИЕ	4
1.1. Некоторые особенности развития города	4
1.2. Краткая история развития метеорологических наблюдений	8
1.3. Физико-географические особенности города и его окрестностей	10
1.4. Гидрологическая характеристика рек Иртыша и Оми	13
2. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ	19
2.1. Атмосферное давление	26
2.2. Ветер	29
3. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ	42
3.1. Солнечное сияние, прямая и рассеянная (суммарная) радиация	43
3.2. Освещенность и радиация на вертикальные поверхности	50
4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ	54
4.1. Температура воздуха	—
4.2. Температура почвы	60
5. РЕЖИМ АТМОСФЕРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ	66
5.1. Влажность воздуха	—
5.2. Атмосферные осадки	73
5.3. Испарение с почвы и водной поверхности	90
5.4. Снежный покров	91
5.5. Метели и их продолжительность	98
6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ	104
6.1. Характеристика облачности	—
6.2. Дальность видимости	111
6.3. Дымка и туманы	116
6.4. Грозы и град	121
6.5. Пыльные бури	126
6.6. Гололедно-изморозевые отложения	128
7. КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СЕЗОНОВ	135
7.1. Общая характеристика	—
7.2. Зима	138
7.3. Весна	142
7.4. Лето	145
7.5. Осень	148

8. МЕЗО- И МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОДА И ОКРЕСТНОСТЕЙ	151
9. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДА	165
10. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КЛИМАТА	170
11. ИЗМЕНЕНИЯ И КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА	179
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	187
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	189
ПРИЛОЖЕНИЕ	193
ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ	—
2. Особенности атмосферной циркуляции	—
1. Повторяемость (%) междусуточной изменчивости атмосферного давления (1966—1975 гг.)	—
2. Повторяемость (%) направлений ветра и штилей в различные часы суток (1936—1960 гг.)	—
3. Суточный ход скорости ветра (м/с) (1954—1958 гг.)	195
4. Вероятность (%) от общего числа случаев) скоростей ветра по градациям (1943—1960 гг.)	197
5. Повторяемость (%) различных сочетаний температуры воздуха 0°С и ниже и скорости ветра (1936—1965 гг.)	198
6. Повторяемость P (%) скоростей ветра, направлений ветра и средняя скорость ветра v по направлениям (1959—1966 гг.)	200
3. Радиационный режим	202
7. Месячные и годовые суммы (ккал/см ²) различных видов радиации (1953—1976 гг.)	202
8. Интенсивность радиации при ясном небе [кал/(мин·см ²)] в различные часы суток (1955—1976 гг.)	203
9. Время (ч мин) начала и конца облучения прямой солнечной радиацией южных стен на 15-е число каждого месяца и время восхода и захода солнца	205
10. Суммарная (Q) и прямая (S) радиация (ккал/см ²) различно ориентированных вертикальных поверхностей	206
11. Продолжительность (ч) солнечного сияния для стен разной ориентации	207
12. Возможная месячная продолжительность (ч) солнечного сияния для стен разной ориентации	—
13. Высота (числитель) и азимут (знаменатель) солнца на 15-е число каждого месяца (град)	—
4. Термический режим	208
14. Средняя температура воздуха (°С) (1930—1960 гг.)	—
15. Суточный ход температуры воздуха (°С) (1933—1944, 1947—1960 гг.)	209
16. Повторяемость (%) суточных колебаний температуры воздуха по месяцам (1936—1960 гг.)	210
17. Ежедневная средняя и экстремальная температура воздуха (°С) (1887—1975 гг.)	211
18. Число дней со средней суточной температурой воздуха в различных пределах (1930—1960 гг.)	213

19. Даты наступления средних суточных температур воздуха выше и ниже определенных пределов и число дней с температурой, превышающей эти пределы (1930—1975 гг.) 213
20. Среднее число дней без заморозков ($t_{\text{мин}} > 0^{\circ}\text{C}$), с переходом температуры воздуха через 0°C ($t_{\text{мин}} \leq 0^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{макс}} > 0^{\circ}\text{C}$) и без оттепели ($t_{\text{макс}} \leq 0^{\circ}\text{C}$) (1936—1960 гг.) —
21. Даты наступления средних суточных температур воздуха ниже 0°C различной вероятности (1936—1970 гг.) 214
22. Число дней с высокой ($> 20^{\circ}\text{C}$) и низкой ($< -20^{\circ}\text{C}$) средней суточной температурой воздуха различной обеспеченности в отдельные месяцы (1930—1974 гг.) 214
23. Повторяемость (%) средних суточных температур выше и ниже указанных пределов в различные сезоны при различном направлении ветра (1946—1975 гг.) —
24. Повторяемость (% от общего числа наблюдений за год) сочетаний различных температуры воздуха и скорости ветра [6] 215
25. Средняя температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$) в зависимости от направления ветра по сезонам и за год (1946—1965 гг.) —
26. Средняя месячная температура почвы ($^{\circ}\text{C}$) (1933—1962 гг.). Почва — чернозем суглинистый 216
27. Среднее, наибольшее и наименьшее число дней с температурой почвы $\leq 0^{\circ}\text{C}$ (под естественным покровом) (1933—1962 гг.) 217
5. Режим атмосферного увлажнения 218
28. Средняя месячная влажность в различные часы суток (1936—1960 гг.) —
29. Суточный ход относительной влажности воздуха (%) (1936—1972 гг.) —
30. Температура и относительная влажность воздуха различной обеспеченности по сезонам (1936—1965 гг.) 219
31. Повторяемость (%) комплекса температуры и относительной влажности воздуха весной. Апрель (1936—1965 гг.) 220
32. Повторяемость (%) комплекса температуры и относительной влажности воздуха летом. Июнь—август (1936—1965 гг.) 222
33. Повторяемость (%) комплекса температуры и относительной влажности воздуха осенью. Октябрь (1936—1965 гг.) 224
34. Суточный максимум осадков различной обеспеченности по месяцам (1914—1963 гг.) 226
35. Повторяемость (%) максимальных температур воздуха в определенных пределах в бездождные периоды (1963—1972 гг.) —
- 13 ч и повторяемость (%) дней с относительной влажностью в 13 ч 20% и менее и $21-30\%$ в бездождные периоды (1936—1975 гг.) —
36. Средняя относительная влажность воздуха (в %) в периоды (1936—1975 гг.) —
37. Повторяемость (%) дней с максимальной температурой выше 25°C при относительной влажности в различных пределах (1930—1974 гг.) 227
38. Высота, плотность и запас воды в снеге (1936—1975 гг.) 228

39. Повторяемость (%) различных высот снежного покрова по декадам по постоянной рейке (1891—1964 гг.)	228
40. Повторяемость (%) различного числа дней с метелью в отдельные месяцы (1936—1975 гг.)	229
6. Режим облачности и атмосферные явления	230
41. Средняя месячная и годовая общая и нижняя облачность (баллы) в различные часы суток (1936—1964 гг.)	230
42. Повторяемость (%) различных градаций нижней облачности при определенных градациях общей облачности (1936—1964 гг.)	230
43. Повторяемость (%) ясного, полужасного и пасмурного состояния неба по сезонам (1936—1964 гг.)	—
44. Повторяемость (%) основных форм облаков по сезонам (1966—1975 гг.)	231
45. Повторяемость (%) ясного, полужасного и пасмурного состояния неба по общей и нижней облачности в различные часы суток (1936—1964 гг.)	—
46. Повторяемость (%) от общего числа наблюдений форм облаков нижнего яруса в различные сроки наблюдений по сезонам и за год (1966—1975 гг.)	232
47. Повторяемость (среднее число случаев) высоты нижней границы облаков ниже 200 м при больших скоростях ветра в зависимости от направления (1954—1975 гг.)	233
48. Повторяемость (%) различных градаций дальности видимости по сезонам (1966—1975 гг.)	234
49. Повторяемость (%) ухудшения дальности видимости 4 км и менее в зависимости от наблюдавшихся атмосферных явлений (1966—1975 гг.)	—
50. Повторяемость (%) дальности видимости менее 1 км при различных скоростях ветра (1954—1958 гг.)	—
51. Повторяемость (%) дальности видимости менее 1 км при различных направлениях ветра (1954—1958 гг.)	—
52. Характеристика числа дней n с туманом по сезонам и за год, повторяемость (%) отклонений от средней по градациям (1946—1975 гг.)	235
53. Повторяемость (%) различного числа дней с туманом по месяцам (1936—1965 гг.)	—
54. Число дней с пыльной бурей и среднее квадратическое отклонение в отдельные месяцы (1936—1975 гг.)	—
55. Число дней n с пыльной бурей за год различной обеспеченности (1936—1975 гг.)	—
56. Характеристика числа дней n с пыльной бурей за год, повторяемость (%) отклонений от средней многолетней по градациям (1936—1975 гг.)	236
57. Повторяемость P (%) различного числа дней n с пыльной бурей за год (1936—1975 гг.)	—
58. Повторяемость (%) пыльных бурь различной продолжительности t (ч) (1936—1975 гг.)	—
59. Повторяемость (%) различного числа дней с пыльной бурей в отдельные месяцы (1936—1975 гг.)	—
60. Число дней с гололедно-изморозевыми отложениями на проводах гололедного станка (1953—1967 гг.)	237
61. Максимальная по массе величина отложения на проводах гололедного станка (1953—1970 гг.)	—
62. Повторяемость (%) различной продолжительности t (ч) обледенения проводов (1953—1970 гг.)	—

63. Повторяемость (%) температуры воздуха в начале обледенения (1953—1970 гг.)	238
64. Повторяемость (%) скоростей ветра при максимальной величине отложения льда на проводах (1953—1970 гг.)	—
8. Мезо- и микроклиматические особенности города и окрестностей	239
65. Фенологический календарь (1951—1975 гг.)	—
9. Загрязнение воздушного бассейна города	240
66. Инсоляционные ресурсы климата Омска (55° с. ш.) (1952—1962 гг.)	240
67. Режим ультрафиолетовой радиации в зоне 52,5—57,5° с. ш. (по В. А. Белинскому) [31]	241