

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
КРАСНОЯРСКОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
КРАСНОЯРСКАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ

КЛИМАТ Красноярска

Под редакцией
канд. геогр. наук Ц. А. ШВЕР и А. С. ГЕРАСИМОВОЙ

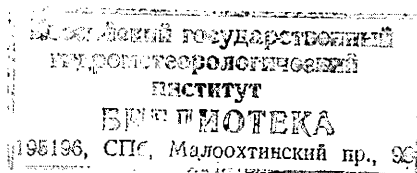


Ленинград Гидрометеониздат
1982

В книге отражены основные черты климата Красноярска и его окрестностей. Даны сведения о развитии метеорологических наблюдений в городе, уделено особое внимание микроклиматическим различиям в условиях большого города, влиянию р. Енисей и водохранилища на его климат, а также характеристикам климата, имеющим непосредственное прикладное значение. Отдельная глава книги посвящена биоклиматической характеристике и загрязнению воздуха. Рассматривается вопрос об изменении климата.

Книга рассчитана на строителей, работников медицины, транспорта, градостроительства, коммунальных предприятий, климатологов, метеорологов, специалистов различных научных, сельскохозяйственных и учебных организаций, а также читателей, интересующихся вопросами климата.

363530



К 1903040000-152 14-82(1).
069(02)-82

© Красноярское территориальное управление по гидрометеорологии и контролю природной среды (Красноярское УГКС), 1982 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Изучение климата городов имеет большое практическое значение, так как без учета климатических особенностей невозможно правильное планирование и ведение городского хозяйства, проектирование строительства. В предлагаемой книге по материалам большого ряда наблюдений Красноярской гидрометеорологической обсерватории дана характеристика основных элементов климата, отражающая общий климатический фон города. Красноярск — крупный промышленный город — в климатическом плане неоднороден. В нем выделяются районы, различающиеся в первую очередь по температурному режиму; внутри районов существуют свои микроклиматические особенности. В книге предпринята попытка мезоклиматического деления города. Такие исследования в Красноярске начали проводиться только в последнее время, в силу чего некоторые выводы носят предварительный характер и будут уточняться.

В качестве исходных материалов использованы: данные «Справочника по климату СССР» (вып. 21, части 1—5), в которые внесены коррективы в соответствии с результатами наблюдений последних лет; микроклиматические наблюдения в 1975—1977 гг. в девяти пунктах. Получен ряд новых характеристик климата Красноярска, не вошедших в Справочник, в частности данные о сочетании температуры и влажности, температуры и скорости ветра, средние и экстремальные значения метеорологических величин по сезонам года, отклонения средних месячных значений от нормы и др.

Описание климата Красноярска подготовлено сотрудниками отдела климата Красноярской гидрометеорологической обсерватории Н. С. Богдановой, Н. В. Буриной, Г. А. Кругловой, А. А. Никитюк, Н. П. Окишевой, Л. Н. Плохих, В. П. Слаек, Л. С. Слепцовой, Э. Н. Тороповой, Н. П. Шамнэ при участии и под руководством начальника отдела А. С. Герасимовой. Отдельные разделы подготовлены Н. А. Хурановой (9.3), Н. Н. Мик и Т. И. Тычкиной (10.1), Г. Б. Захаровой (12.2).

Редактирование раздела «Влияние р. Енисей и Красноярского водохранилища на климат города» выполнено Н. П. Бахтиным.

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

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Краткая история развития города и метеорологических наблюдений

Красноярск — самый большой город Восточной Сибири, ее важный промышленный и культурный центр. Современный Красноярск со своими 796 тыс. населения (на 17 января 1979 г.) занимает территорию, равную 34 115 га. Протяженность его с севера на юг равна 12 км, а с запада на восток 30 км.

Как и большинство сибирских городов, Красноярск вырос из острога. Название свое получил по цвету крутого берега — яра реки Кача, сложенного из красноватых горных пород — мергеля, песчаника и глины. Строительство острога было закончено 15 августа 1628 г.: «Город в момент основания представлял собой деревянную крепость размером сто на сто двадцать метров, обнесенную рвом, валом и деревянными стенами с двумя проезжими башнями и тремя сторожевыми башенками на столбах...» В течение почти столетия со дня основания Красноярск развивался очень медленно. Его население ко второй четверти XVIII в. не составляло и двух тысяч человек. В 1735 г. через Красноярск прошел Московский тракт, благодаря которому город превратился в один из важных пунктов транзитной торговли. К моменту присвоения Красноярску статуса губернского города (1822 г.) его население выросло до четырех тысяч человек. В связи с развитием золотопромышленности и постройкой Сибирской железной дороги (проложена через Красноярск в 1895 г.) город стал быстро расти. На рубеже XIX—XX вв. в Красноярске возникли крупные железнодорожные мастерские с большим числом рабочих-металлистов. За какие-нибудь 10—15 лет вокруг уже сложившейся городской застройки появилось около десятка рабочих слободок: Таракановка, Николаевка, Сахалин, Нахаловка, Покровка, Затон и др. Красноярск в те годы был крайне разбросанным, почти целиком деревянным. Только одна улица была вымощена. Канализация отсутствовала, весной и осенью город был в грязи, а летом в пыли (рис. 1). До Октябрьской революции 1917 г. Красноярск был местом политической ссылки (декабристов, потом социал-демократов). В городе много памятных мест, связанных с революционной борьбой трудящихся против царизма и капитализма, против иностранной интервенции и внутренней контрреволюции. Особо дорогими для всех трудящихся являются прежде всего места и здания,

связанные с пребыванием в Красноярске В.И. Ленина, который жил там в марте—апреле 1897 и в сентябре 1898 г.

В годы социалистического строительства в полной мере проявились выгоды экономико-географического положения Красноярска. Сибирская железная дорога, Енисей, а затем автомобильные и авиационные пути связали город со всеми концами огромного края, с различными районами всей страны. Быстро стало расти



Рис. 1. Старый Красноярск (фотография конца XIX в.)

и его население. Так, население Красноярска по отдельным этапам развития города составляло (по данным переписи):

1913 г.	86,6 тыс. человек	1959 г.	419,3 тыс. человек
1939 г.	190,0 тыс. „	1972 г.	687,7 тыс. „

Сегодняшний Красноярск состоит из двух частей — левобережной и правобережной. Эти части соединены мостом длиной более двух километров (сооружен в 1956—1961 гг.). Планировочную основу старой левобережной части города составляет мелкая прямоугольная сеть кварталов, членищих его на отрезки протяженностью не более 300 м. Здесь сосредоточены государственные и общественные учреждения (рис. 2). Эта часть города подвергается сейчас реконструкции, появилось уже много новых девятиэтажных зданий, на площадях создаются единые архитектурные ансамбли, благоустраиваются набережные Енисея и Качи. Главная композиционная ось правобережной части — проспект им. газеты «Красноярский рабочий». Примыкающие к нему районы застраиваются

многоэтажными жилыми домами. Меняют вид и окранны города. На бывших пустырях появилось уже немало новых жилых массивов (Зеленая Роща и Первомайский, Комсомольский и Студенческий городки и Академгородок). В районе станции Бугая появился еще один жилой массив. По размерам он не уступает ни Студенческому, ни Комсомольскому городкам. За годы советской власти на улицах и площадях Красноярска постепенно появилось каменное и асфальтовое покрытие. В настоящее время заасфальтированы не только центральные улицы, но и окранны



Рис. 2. Площадь Революции. Фото А. Я. Горелова.

города. С ростом территории города растет и внутригородской транспорт. Семь крупных административных районов города (рис. 3) связаны сетью автобусных, трамвайных и троллейбусных линий.

До революции весь жилой фонд составлял 432 тыс. м², причем это были преимущественно одно- и двухэтажные дома без элементарных удобств. За годы первых пятилеток он вырос почти вдвое, а к началу десятой пятилетки жилой фонд перешагнул 5 млн. м². В 1975 г. жилой фонд уже составил более 6 млн. м². Распределяется он следующим образом: в зданиях повышенной этажности (12 этажей и выше) 16,7 %, в четырех- и пятиэтажных зданиях 62,5 %, в двух- и трехэтажных зданиях 10,9 %, в одноэтажных 9,9 %. Теперь в нашем городе ежегодно строится до 300 тыс. м² жилой площади, или 13—14 квартир на тысячу человек.

Большинство старых сибирских городов, возникавших в гуще необъятных лесов, как это ни странно, было без зелени. Чудес-

ные березы, величавые сосны и другие деревья уничтожались при строительстве и только кое-где случайно оставались уцелевшие островки. Так было и в Красноярске. Озеленение города началось после гражданской войны и восстановления городского хозяйства. Около 300 лет главная (Воскресенская) улица старого города была без зелени. Теперь на проспекте Мира 14 скверов, и они вместе с уличными зелеными насаждениями заметно украсили главную магистраль левобережной части города. В Красноярске

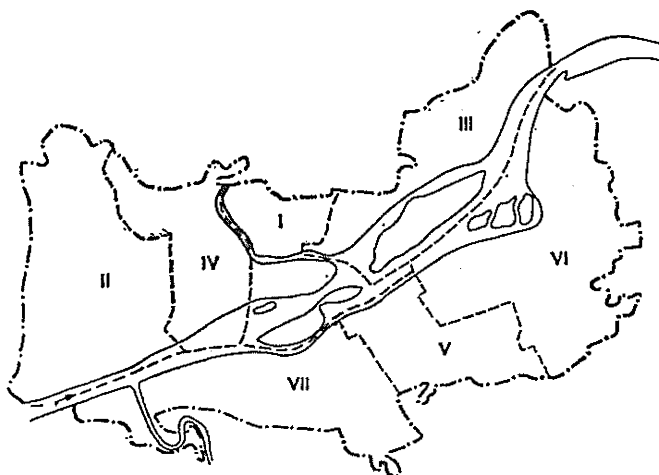


Рис. 3. Схема административных районов Красноярска.

Районы левобережья: I — Центральный, II — Октябрьский, III — Советский, IV — Железнодорожный; районы правобережья: V — Кировский, VI — Ленинский, VII — Свердловский.

имеется 5156 км уличных посадок и более 230 скверов, занимающих почти 592,3 га городской территории. По окончании строительства моста через Енисей начались работы по превращению острова Отдыха в парк. Около 100 лет этот остров с прекрасными деревьями, зелеными лугами и заводами, заросшими ивняком и кустами черемухи, служит красноярцам местом отдыха. Со временем остров (площадь его 125 га) превратится в благоустроенный парк культуры и отдыха со всеми удобствами и необходимыми парковыми сооружениями. В настоящее время в Красноярске на одного жителя приходится менее 10 м² зеленых насаждений (санитарная норма 15 м² на человека). Генеральным планом предусматривается дальнейшее озеленение новых микрорайонов, набережных, улиц и внутриквартальных площадей, создание скверов, парков, в том числе прибрежного парка в районе Слободы Весны с включением в него склонов Караульной горы, в районе Затона и на островах Енисея. В недалеком будущем остров Татышева должен превратиться в Центральный городской парк. Великолепное

пригородное окружение позволяет Красноярску стать одним из красивейших городов Сибири.

Первые сведения о климате Красноярска встречаются в отчетах русских землепроходцев. В XIX в. различные научные общества, отдельные ученые, а иногда и отдельные любители природы стали создавать пункты метеорологических наблюдений. Систематические наблюдения проводились по собственной, часто своеобразной программе. Первые такие наблюдения в Красноярске начали вести политические ссыльные и работники медицинской управы. В 1838 г. в городе открывается первая метеорологическая станция (Красноярск, город), где проводились наблюдения за температурой воздуха, направлением и скоростью ветра, осадками. Первым наблюдателем был сосланный декабрист М. Ф. Митьков. Он с 12 января 1835 г. по 12 января 1848 г. с пунктуальностью вел метеорологические наблюдения за температурой, осадками, облачностью, давлением и ветром. В 1864 г. наблюдения М. Ф. Митькова были напечатаны в «Своде наблюдений, выполненных в Главной физической и подчиненных ей обсерваториях» и оказались в поле зрения великого русского ученого А. И. Воейкова, который использовал их в 1871 г. для составления таблицы средних температур в Сибири и Восточной Азии.

В 1849 г. в Петербурге была создана Главная физическая обсерватория. Станция Красноярск, город вошла в опорную сеть этой обсерватории. С 1848 г. станция работала с частыми длительными перерывами. Регулярные наблюдения в Красноярске начались с 1898 г., вел их врач П. Н. Коновалов, член Красноярского подотдела Русского Географического общества (с 1899 по 1935 г.). В первое время станция находилась на территории военного лазарета (ныне улица Богграда). Барометр помещался в кабинете старшего врача, будка и дождемер во дворе лазарета, флюгер и гелиограф — на крыше дома. В 1910 г. станция была перенесена на Гостиную улицу (ныне пересечение улиц Урицкого и Диктатуры) в усадьбу доктора Коновалова, где она работала до 1935 г. П. Н. Коновалов не только вел наблюдения и отсылал их результаты в Иркутскую обсерваторию, но и отвечал на запросы различных учреждений, учитывал их в работе. Материалы наблюдений станции печатались в летописи Главной физической обсерватории и климатологических справочниках.

Для обслуживания плодово-ягодной станции в мае 1914 г. в 6 км от города при Красноярской сельскохозяйственной станции была открыта метеорологическая станция Красноярск, опытное поле (рис. 4). Станция расположена в лесостепной зоне на довольно пологом северо-восточном склоне одного из приенисейских холмов, тянущихся вдоль левого берега Енисея. Местность, прилегающая к станции, покрыта смешанным лесом, чередующимся с большими полями, занятыми под посевы и плодово-ягодные насаждения. С 1942 г. по настоящее время станция работает по программе II разряда, оснащена новейшей аппаратурой. Материалы ее наблюдений публиковались в Летописях Главной

физической обсерватории, ежемесячниках, ежегодниках, справочниках, а также широко применяются в международном обмене.

С целью обслуживания железнодорожного транспорта с 1 ноября 1926 г. по март 1935 г. метеорологические наблюдения велись на станции Красноярск, железная дорога. Располагалась она на левом берегу р. Енисей на открытом месте среди станционных путей. Материалы наблюдений публиковались в климатологических справочниках.

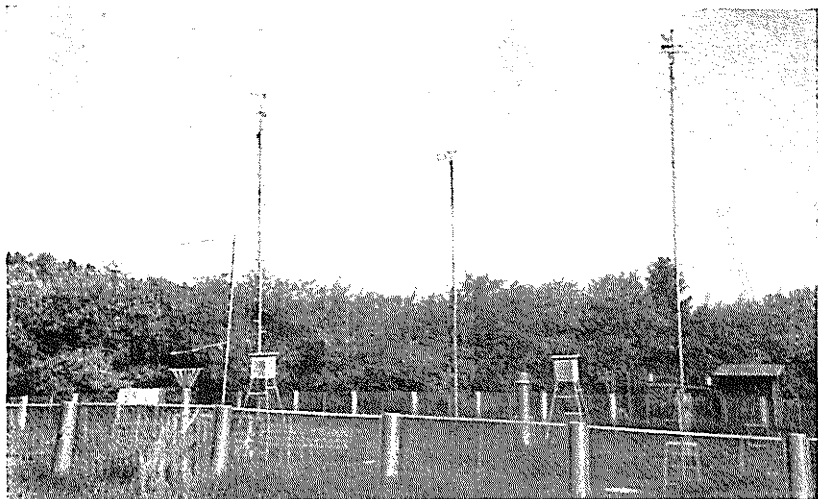


Рис. 4. Метеорологическая площадка станции Красноярск, оп. поле

Огромное значение для развития метеорологических наблюдений в крае, в частности в Красноярске, имел подписанный В. И. Лениным 21 июня 1921 г. декрет «Об организации метеорологической службы в РСФСР». С этого времени в Красноярском крае начинает развиваться централизованная, объединенная единой методикой, оснащенная однотипными приборами служба метеорологических наблюдений.

В мае 1925 г. при заповеднике «Столбы» в 7 км от города начала работу по программе II разряда метеорологическая станция, на которой четырехсрочные наблюдения ведутся по настоящее время. Вначале наблюдения вел один наблюдатель М. И. Алексеев. Метеорологическая площадка расположена на крутом юго-восточном склоне холма и со всех сторон окружена смешанным лесом высотой 15—20 м; оборудована новейшими метеорологическими приборами. Материалы наблюдений за период 1927—1942, 1946—1965 гг. печатались в справочниках, а за последние годы — в ежегодниках.

С развитием авиации и открытием регулярных полетов появилась необходимость в авиационных прогнозах погоды. 15 мая

1932 г. на северной окраине города под руководством В. К. Шумайловой начала работу метеостанция Красноярск, АМСГ. Начиная с мая 1934 г. и по 1 сентября 1937 г. станция работала с перерывами. В пределах аэропорта метеоплощадка несколько раз переносилась.

С февраля 1935 г. по 1937 г. на правом берегу Енисея, в поселке Торгашино (теперь в черте города — улица Тимошенко) работала метеорологическая станция Торгашино, а с января 1936 по март 1937 г. — учебная показательная станция Базаиха.

На острове Молокова с апреля 1939 г. по 30 апреля 1941 г. функционировала метеостанция Красноярск, гидропорт.

В 1950 г. на правом берегу Енисея в юго-восточной части города была открыта первая аэрологическая станция Красноярского Управления, которая работала по 28 марта 1961 г., а затем была переведена в поселок Емельяново.

С 1 октября 1939 г. функционирует Красноярское управление Гидрометслужбы, которое в 1978 г. переименовано в Красноярское территориальное управление по гидрометеорологии и контролю природной среды.

С 1975 по 1977 г. для выявления влияния водохранилища (незамерзающего участка реки Енисей) на климат города и изучения его микроклимата работали две станции (одна — на острове Отдыха, другая — на Лысой горе) и семь постов в разных районах города. В 1976—1977 гг. в разных типах городской застройки была проведена серия микроклиматических наблюдений.

1.2. Физико-географические особенности Красноярска

Красноярск расположен на обоих берегах р. Енисей в среднем его течении на стыке трех геоморфологических районов: 1) долины Енисея, 2) прилегающих к ней плато и 3) предгорий Восточного Саяна.

Долина Енисея занимает преобладающую часть города. Ширина правобережной и левобережной частей долины неодинакова. На правом берегу она изменяется от одного километра у ручья Лалетина до 6—8 км при впадении реки Березовки. Левобережная долина значительно (2—8 км) расширяется только при впадении реки Кача и в северной части, в районе с. Песчанка. Минимальные абсолютные высотные отметки дна долины приурочены к руслу реки и изменяются от 130—135 м над ур. м. у с. Песчанка до 142—143 м у ручья Лалетина. Максимальные высоты с абсолютными отметками 270—300 м (правый берег) и 160—250 м (левый берег) приурочены к водораздельным массивам. На юго-востоке (гора Лысая) высоты достигают 600—700 м над ур. м.

В долине выделяется пойма и девять надпойменных террас, не имеющих повсеместного распространения в городе [19]. Террасы объединяются в три комплекса: верхний (террасы I, II и

IV), средний (террасы V и VI) и нижний (террасы VII, VIII). Террасы III и IX отсутствуют. Поверхность всех террас в результате длительного и сильного размыва денудирована и не всегда имеет четко выраженный уступ. На правом берегу развиты надпойменные террасы I, II, VI и VII, на левом — I, II, IV и V. Террасы состоят из аллювиальных и наносных отложений.

Террасы левобережной части города ограничены плато, которое в северной окраине города называется Караульной горой (высота до 100 м). Гора состоит из слоев красных глин и белых известняков, относящихся к осадочным породам. С запада террасы левобережья ограничиваются лесистой Гремячинской Гривой, высота которой около 240 м над ур. м. Склоны Гривы усыпаны обломками порфиринов. Часть Гривы, примыкающая к городу, носит название Афонтовой горы. Сложена она рыхлой, супесчаной, палево-желтого цвета породой — лёссом.

Предгорья Восточного Саяна, Куйсумские горы, высотой от 400 до 700 м окаймляют долину на правом берегу.

Растительность в городе и его окрестностях различается: левобережье Енисея — типичная лесостепь, а правобережье — ярко выраженная горная тайга.

Лесостепи в окрестностях города расположены на террасах и южных склонах, обращенных к р. Базанха, Лалетина и других. Выделяют несколько типов степей. Каменистые степи покрывают вершины и склоны гор по р. Кача, к ним относятся Дрокинская Сопка и другие места. Здесь все растения развиваются на маломощных, щебенистых почвах. В их составе встречаются полынь морская, лапчатка бесстебельная, скерда каменная. Разнотравно-луговые степи характерны для предгорной части окрестностей.

Северные склоны и высокие террасы (VII и VIII) Енисея занимают березовые и сосновые леса. Березняки имеют различный травянистый покров. Однако береза в пригородной зоне угнетена и постепенно начинает вымирать. На террасах VII и VIII встречаются отдельными пятнами осинники. Растительность горной части окрестностей города — таежная и представлена сосной обыкновенной, пихтой сибирской, осинной, лиственницей и кедром.

Город опоясан лесными массивами. Общая площадь их составляет 5332 га, в том числе: Базайская лесная дача (максимальная высота 592 м над ур. м.) 2529 га, Городская лесная дача (максимальная высота 517 м над ур. м.) 2443 га и Есаульский бор (максимальные высоты 135—140 м) 360 га. Первые две расположены в предгорьях Восточного Саяна, занимая самую северную их часть. Резкая пересеченность рельефа при относительно небольших абсолютных высотах (200—500 м над ур. м.) и незначительных (не более 150—200 м) перепадов высот дает основание к отнесению лесов этих лесничеств к категории низкогорных. Преобладают относительно пологие склоны; и только для берегов характерны крутые уклоны (более 30°). Это относится прежде всего к склонам южной экспозиции. Есаульский бор составляет менее

7 % площади лесных массивов, опоясывающих город, он расположен на слегка приподнятом, почти ровном плато.

Преобладающее распространение в почвенном покрове занимает черноземный тип почв, который представлен четырьмя подтипами: обыкновенные, выщелоченные, оподзоленные и недоразвитые черноземы. Кроме черноземов, встречаются серые лесные, дерново-намытые, пойменные и лугово-черноземные почвы.

Основными водными объектами на территории Красноярска являются р. Енисей и его небольшие притоки (Базаиха, Кача и Березовка). Енисей — это крупнейшая в стране река. Длина ее от места слияния составляющих притоков до устья равна 3487 км, а площадь водосбора 2580 тыс. км². В черте Красноярска Енисей, протекая с запада на восток, имеет протяженность около 30 км. Преобладающая ширина 500—600 м (наибольшая 750 и наименьшая 300 м). Глубина в отдельных местах достигает 6 м. Ниже устья р. Кача русло реки разветвляется островами на протоки. Наиболее крупные острова — Отдыха, Молокова, Татышева, Атаманова. Выше города река перекрыта плотиной Красноярской ГЭС и сток ее полностью зарегулирован, что совершенно изменило его естественный гидрологический режим.

Базаиха, Кача, Березовка — малые реки, впадающие в Енисей в черте города, в хозяйственных целях используются ограниченно (за исключением р. Кача) и по основным своим характеристикам имеют естественный режим. В р. Кача происходит частичный сброс промышленных вод, в связи с чем термический режим реки нарушен, ледовые явления отсутствуют.

2. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ

Описание радиационного режима приводится по данным наблюдений метеорологической станции Солянка с 1954 по 1976 г., так как актинометрические наблюдения в Красноярске не проводились. Продолжительность солнечного сияния определялась по данным станции Красноярск, опытное поле за 1940—1974 гг. Используются сведения, помещенные в работах З. И. Пивоваровой [50, 51], и специальные исследования радиационного баланса на метеорологической станции Лысая гора (1975—1977 гг.), расположенной в юго-восточной части города.

Поступление солнечной радиации к земной поверхности определяется в первую очередь астрономическими факторами — временем восхода и захода солнца, его перемещением по небосводу в течение дня. При закрытости горизонта строениями и деревьями время восхода может быть более поздним, а время захода более ранним, чем по астрономическим данным.

Во всех таблицах и графиках используется среднее солнечное время. Оно не совпадает с истинным солнечным временем, определяемым по положению солнца на небосводе. Поэтому истинный полдень, когда солнце проходит через плоскость меридиана, приходится не на 12 ч, а на следующие моменты по среднему солнечному времени (на 15-е число каждого месяца) (табл. 1).

Таблица 1

Время истинного полдня

Месяц	I	II	III	IV	V	VI
Время, ч мин	12 09	12 14	12 09	12 00	11 56	12 00
Месяц	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Время, ч мин	12 06	12 05	11 55	11 46	11 45	11 55

На рис. 5 представлены суточный ход высоты солнца и закрытость горизонта. По графику (рис. 6) можно найти приблизительно продолжительность любого дня.

2.1. Солнечное сияние

Продолжительность солнечного сияния относится к одной из важных характеристик радиационного режима (табл. 2).

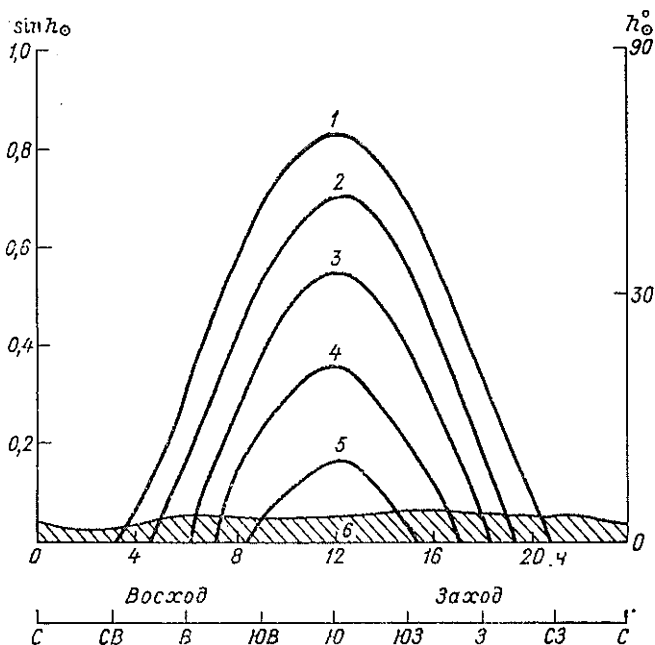


Рис. 5. Суточный ход высоты солнца и график закрытости горизонта.

1 — $\delta=23^{\circ}$ (17—26 июня); 2 — $\delta=12^{\circ}$ (22 апреля и 22 августа); 3 — $\delta=0^{\circ}$ (21 марта и 23 сентября); 4 — $\delta=-12^{\circ}$ (17 февраля и 25 октября); 5 — $\delta=-23^{\circ}$ (17—25 декабря); 6 — график закрытости горизонта.

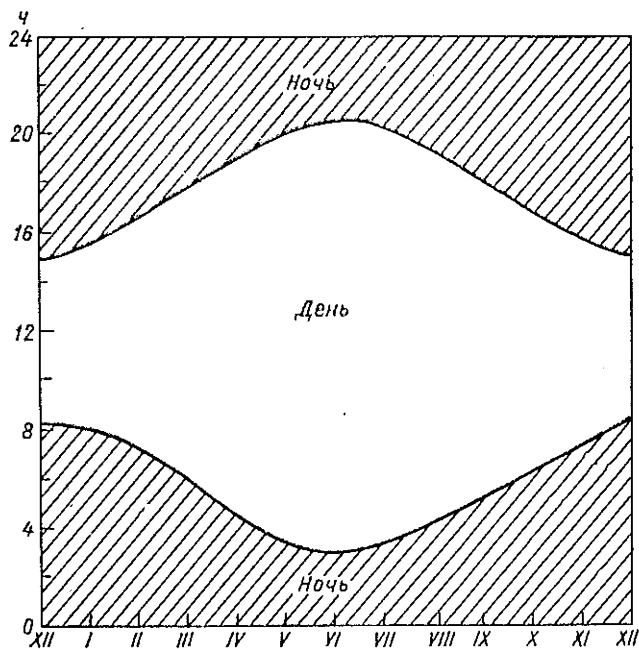


Рис. 6. Продолжительность (ч) дня и ночи.

Таблица 2

Продолжительность τ (ч) солнечного сияния

Месяц	τ расчет- ная	τ наблюдаемая					$\frac{\tau_{\text{набл}}}{\tau_{\text{расч}}}$ %	σ
		$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	год	$\tau_{\text{мин}}$	год		
I	238	58	102	1967	20	1960	25	22
II	267 (278)	90	161	1964	49	1960	37	27
III	366	162	235	1965	116	1951	46	32
IV	425	202	265	1955	144	1941	45	31
V	504	224	310	1963	185	1959	46	34
VI	525	278	356	1965	239	1972	55	32
VII	526	270	351	1942	203	1954	55	40
VIII	468	217	307	1966	150	1951	48	41
IX	384	154	237	1966	97	1940	42	43
X	325	96	161	1968	42	1972	33	30
XI	249	49	88	1967	30	1966	23	16
XII	219	33	82	1967	9	1949	19	15
Год	4496 (4508)	1833	2127	1965	1570	1972	40	135

Примечание. В скобках приведены данные для високосного года.

Средняя продолжительность солнечного сияния за год в Красноярске составляет 1833 ч. Фактическая продолжительность солнечного сияния в отдельные годы может значительно отклоняться от средней многолетней. Например, в 1965 г. число часов солнечного сияния увеличилось до 2127, а в 1972 г. — уменьшилось до 1570. В декабре наблюдаются минимальные значения продолжительности солнечного сияния. Наименьшие значения наблюдались в 1949 г. (9 ч при средней продолжительности солнечного сияния в этом месяце 33 ч). Минимум в декабре вызван наименьшей продолжительностью дня и наибольшей вероятностью пасмурного состояния неба.

Весной, в связи с увеличением продолжительности дня и уменьшением облачности, число часов солнечного сияния увеличивается. Отношение наблюдавшейся продолжительности солнечного сияния к возможной (расчетной) заметно возрастает. В июне наблюдается максимальное число часов солнечного сияния. Среднее его значение составляет 278 ч, максимальное 356 ч (1965 г.).

Максимальная продолжительность солнечного сияния в течение всего года наблюдается между 11 и 13 ч, в этом интервале она составляет в среднем за месяц 20—22 ч (табл. 3).

Чаще всего солнце непрерывно светит по 2—6 ч, и только в 3 % всех случаев в июне непрерывная продолжительность солнечного сияния составляет 16—18 ч в день (табл. 4).

Таблица 3

Суточный ход продолжительности солнечного сияния (число часов за месяц для каждого часового промежутка)

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
3-4					0,1	1,2	0,5						2
4-5				0,1	4,6	10,9	8,4	0,9					25
5-6			0,0	5,0	12,1	15,4	14,8	8,0	0,7				56
6-7		0,3	3,0	11,4	15,7	17,4	17,2	13,7	6,6	0,4			86
7-8		1,3	9,4	14,8	18,1	18,8	18,8	15,9	11,7	4,2	0,1		113
8-9	1,1	6,0	14,7	16,6	18,7	20,0	19,6	17,3	13,8	8,1	2,2	0,1	138
9-10	5,5	10,3	16,9	17,7	19,0	20,3	20,3	18,2	14,6	10,3	5,3	2,6	161
10-11	8,9	13,0	18,7	18,2	19,2	20,2	20,6	18,6	15,2	11,4	7,8	5,7	178
11-12	10,6	14,3	18,9	18,8	19,0	20,4	20,5	18,4	15,5	11,8	9,3	7,7	185
12-13	11,6	14,1	18,9	18,5	19,2	20,2	20,5	17,1	15,4	11,6	9,8	8,4	185
13-14	10,9	13,7	18,2	18,2	18,1	19,8	19,7	17,0	15,4	11,5	9,0	7,8	179
14-15	7,8	11,6	17,0	17,5	18,0	19,0	19,3	16,8	15,1	10,7	7,3	3,3	163
15-16	1,3	7,9	15,3	16,6	17,7	18,6	18,3	16,6	14,8	9,1	2,5		139
16-17		1,5	11,8	15,2	16,6	17,9	17,7	16,6	13,6	3,6	0,0		114
17-18			3,7	12,9	14,8	16,8	16,4	15,2	9,0	0,2			89
18-19			0,1	5,4	12,7	15,9	13,8	9,9	1,0				59
19-20				0,1	5,0	11,2	8,4	1,1					26
20-21					0,1	1,3	0,5						2

Число дней без солнца (табл. 5), т. е. дней, когда солнечные лучи в дневное время не достигают поверхности земли из-за облачности и тумана, характеризует условия освещенности. В среднем за год наблюдается 75 дней без солнца. Минимальное число дней без солнца летом в среднем не превышает четырех. С апреля по сентябрь отмечены годы, когда в течение месяца все дни были солнечные (1971, 1973). Зимой число дней без солнца увеличи-

Таблица 4

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

т ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
≤ 2	2	2	1	2	1	2	2	1	0	4	6	4
2,1-4,0	42	31	28	28	33	31	32	38	32	33	42	62
4,1-6,0	43	27	21	19	16	20	19	20	16	18	35	34
6,1-8,0	13	33	15	10	12	11	18	10	12	19	17	
8,1-10,0		7	24	10	12	9	9	7	12	25		
10,1-12,0			11	12	9	7	5	8	23	1		
12,1-14,0				19	10	7	7	16	5			
14,1-16,0					7	10	7	0				
16,1-18,0						3	1					

Таблица 5

Число дней n без солнца

Месяц	$\bar{n}$	σ	$n_{\text{макс}}$	Год	$n_{\text{мин}}$	Год
I	14	4,0	24	1960	3	1963
II	8	2,7	12	1972	2	1968
III	4	2,0	9	1974	0	1958
IV	2	1,4	6	1941	0	1970
V	2	1,1	4	1941	0	1971
VI	1	0,8	3	1972	0	1973
VII	1	1,4	5	1971	0	1973
VIII	2	1,5	5	1973	0	1971
IX	3	2,5	12	1955	0	1966
X	8	3,3	14	1952	1	1968
XI	13	3,4	20	1960	8	1965
XII	17	3,8	27	1949	8	1967
Год	75	13,0	96	1972	45	1963

вается в среднем до 22. Максимальное число таких дней в январе и декабре в отдельные годы (1949, 1960) достигало 24—27.

2.2. Радиационный баланс и его составляющие

В актинометрии используют две характеристики радиации: 1) интенсивность (плотность потока) и 2) сумма радиации за час, месяц или год. Интенсивность измеряют в калориях на квадратный сантиметр в минуту [кал/(см²·мин)], или в ваттах на квадратный метр (Вт/м²), а сумму — в калориях и килокалориях на квадратный сантиметр (кал/см², ккал/см²), килоджоулях и мегаджоулях на квадратный метр (кДж/м², МДж/м²). Для перехода единиц, включающих калорию, к единицам Международной системы (СИ) используют следующие соотношения:

$$1 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин}) = 698 \text{ Вт}/\text{м}^2 = 0,698 \text{ кВт}/\text{м}^2;$$

$$1 \text{ кал}/\text{см}^2 = 41,9 \cdot 10^4 \text{ Дж}/\text{м}^2 = 41,9 \text{ кДж}/\text{м}^2;$$

$$1 \text{ ккал}/\text{см}^2 = 4,19 \cdot 10^7 \text{ Дж}/\text{м}^2 = 41,9 \text{ МДж}/\text{м}^2.$$

Различают несколько видов радиации. Прямая солнечная радиация S' — это радиация, доходящая до места наблюдения в виде параллельных лучей, которые исходят непосредственно от солнца. Проходя через атмосферу, солнечная радиация частично рассеивается воздухом и взвешенными в нем твердыми и жидкими частичками (аэрозолем), особенно сильно она рассеивается облаками. Ту часть солнечной радиации, которая поступает к земной поверхности после рассеяния в атмосфере, называют рассеянной радиацией D . Общий приход солнечной радиации на горизонтальную поверхность состоит из прямой и рассеянной радиации и называется суммарной радиацией $Q = S' + D$. Средняя годовая

сумма Q в Красноярске равна 4021 МДж/м² (приложение, табл. 4).

В общем притоке тепла в течение года доли прямой и рассеянной радиации различны (табл. 6). Доля рассеянной радиации возрастает с уменьшением высоты солнца и увеличением облачности. Интересно отметить, что приход прямой радиации лишь в мае—августе несколько превышает приход рассеянной, во все остальные месяцы, особенно зимой, рассеянная радиация больше. В среднем за год доли прямой и рассеянной радиации в суммарной почти одинаковы. При отсутствии облаков максимум прямой и суммарной радиации приходится на полдень. Максимум рассеянной радиации при ясном небе в летние месяцы смещается на первую половину дня, поскольку к полудню возрастает количество водяного пара в атмосфере, заметно поглощающего радиацию. Суммы прямой и суммарной радиации при действительных условиях облачности значительно меньше, чем при ясном небе, особенно осенью и зимой. Суммы рассеянной радиации во все месяцы, кроме декабря и января, больше при пасмурном небе, так как облачность в большинстве случаев увеличивает рассеянную радиацию, особенно летом. С апреля по август приход прямой радиации при действительных условиях облачности до полудня больше, чем после него.

Таблица 6

Вклад (%) рассеянной радиации в суммарную

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
D/Q	67	62	55	52	50	42	45	46	51	58	70	75	50

В суточном ходе интенсивность суммарной радиации следует за изменением высоты солнца, поэтому максимальные значения наблюдаются в мае—июне в околополуденные часы и достигают 0,85 кВт/м². Минимальные значения в 12 ч 30 мин наблюдаются в декабре и составляют 0,17 кВт/м² (табл. 7).

Таблица 7

Интенсивность суммарной радиации (кВт/м²) при ясном небе в 1954—1963 гг.
Время 12 ч 30 мин

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Q	0,21	0,38	0,57	0,72	0,85	0,85	0,82	0,75	0,61	0,44	0,25	0,17

С марта по сентябрь в суточном ходе суммарной радиации при средних условиях облачности характерна асимметрия дополу-денных и послеполу-денных сумм, что объясняется увеличением облачности во второй половине дня.

Годовой ход месячных сумм суммарной радиации за длительный ряд наблюдений аналогичен годовому ходу высоты солнца

и продолжительности дня, так как влияние облачности сглаживается, однако в отдельные годы месячные суммы из-за влияния облачности значительно отличаются от средних сумм. В годовом ходе максимум наблюдается в июне (654 МДж/м^2) и минимум в декабре (50 МДж/м^2).

Часть солнечной радиации отражается поверхностью земли, растительностью, зданиями — это отраженная радиация R , оставшаяся часть поглощается. Количество отраженной радиации зависит от свойств отражающей поверхности (цвета, увлажнения, структуры и т. п.). Отражательная способность поверхности характеризуется альбедо $A = R/Q$, т. е. отношением отраженной радиации к суммарной, поступающей на данную поверхность.

Альбедо в районе Красноярска изменяется в широких пределах — летом от 16 до 19 %, зимой от 68 до 79 %, так как отража-

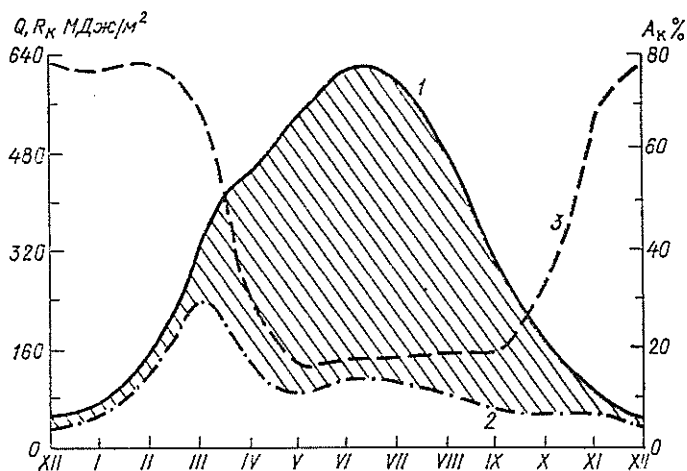


Рис. 7. Годовой ход суммарной Q (1), отраженной R_k (2) радиации и альбедо A_k (3).

тельные способности травяного покрова летом и снежного покрова зимой резко различны. В связи с этим в годовом ходе хорошо выражен максимум в зимний период и минимум в летний. Альбедо снежного покрова изменяется в широких пределах в зависимости от его влажности, цвета и шероховатости. Так, альбедо свежевыпавшего снега достигает 85—86 %, а альбедо тающего снега равно 40—50 %. В мае, когда подстилающей поверхностью является и зеленая, и прошлогодняя трава, наблюдаются минимальные значения альбедо (16 %), на февраль приходятся максимальные значения, равные 79 % (приложение, табл. 3).

Значение отраженной радиации зависит в основном от суммарного потока, но, кроме того, сказывается влияние характера подстилающей поверхности. В годовом ходе суммарной радиации отмечается один максимум, но альбедо меняется в течение года,

в результате этого кривая отраженной радиации приобретает сложный характер (рис. 7). Так, с января по март, когда снежный покров устойчив, отраженная радиация быстро возрастает с увеличением суммарной радиации, достигая максимума в марте (256 МДж/м^2). Затем в период таяния снега альbedo резко уменьшается, и отраженная радиация убывает, несмотря на рост суммарной радиации. С мая по июль альbedo изменяется очень мало, а суммарная радиация еще возрастает, несколько увеличивается и отраженная радиация. В июне наблюдается вторичный максимум (117 МДж/м^2), значительно меньший, чем первый.

С июля по декабрь отраженная радиация постепенно убывает вместе с уменьшением суммарной радиации, несмотря на значительный рост альbedo в этот период, минимума отраженная радиация достигает в декабре (38 МДж/м^2). В среднем за год отраженная радиация в районе Красноярска составляет 30 % суммарной.

От альbedo подстилающей поверхности существенно зависит и поглощенная радиация, которая определяется по формуле $B_k = Q(1 - A_k)$. Для радиационного режима определенной местности поглощенная радиация представляет особый интерес. На рис. 7 поглощенную радиацию определяет разность между кривыми суммарной и отраженной радиации (заштрихованная часть рисунка). Годовой ход поглощенной радиации повторяет годовой ход суммарной. Максимум также наблюдается в июне (536 МДж/м^2) и минимум (13 МДж/м^2) в декабре (приложение, табл. 4).

В весенние месяцы в связи со сходом снежного покрова и увеличением прихода суммарной радиации увеличивается и поглощенная радиация, особенно резкое увеличение (222 МДж/м^2) наблюдается от марта к апрелю. С июня начинается уменьшение поглощенной радиации, особенно резкое падение наблюдается в осенние месяцы. Так, в августе $B_k = 402 \text{ МДж/м}^2$, в октябре уже 121 МДж/м^2 . Суммы B_k в зимний период изменяются мало.

Разность между приходом и расходом лучистой энергии называют радиационным балансом и вычисляют по формуле

$$B = S' + D + E_a - R - E_z = Q_{\text{полг}} - E_{\text{эфф}}.$$

Когда баланс положителен, земная поверхность получает больше тепла от солнца, чем отдает излучением. Полученное тепло расходуется на нагревание почвы и воздуха, на испарение. Ночью, а в зимнее время часто и днем, радиационный баланс отрицателен. В это время поверхность земли охлаждается и забирает тепло у соприкасающегося с ней воздуха и верхних слоев почвы. Средняя годовая сумма радиационного баланса площадки, покрытой травой (зимой снегом), в Красноярске составляет 1433 МДж/м^2 (приложение, табл. 4).

Годовой ход радиационного баланса определяется ходом суммарной радиации, альbedo и эффективного излучения. В апреле—октябре альbedo остается почти постоянным, и поэтому ход баланса близок к ходу суммарной радиации. Максимальные месячные суммы наблюдаются в июне—июле. К осени вместе с суммар-

Таблица 8

Суточный ход радиационного баланса (кВт/м²)

Время	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ч мин												
0 30	-0,02	-0,03	-0,03	-0,03	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02
6 30	-0,03	-0,02	-0,02	0,03	0,11	0,14	0,12	0,07	0,01	-0,02	-0,02	-0,02
9 30	-0,01	0,00	0,07	0,22	0,34	0,35	0,36	0,29	0,20	0,08	0,00	-0,01
12 30	-0,01	0,01	0,12	0,28	0,39	0,42	0,40	0,34	0,25	0,11	0,01	-0,01
15 30	-0,03	-0,02	0,04	0,17	0,23	0,26	0,26	0,22	0,11	0,01	-0,02	-0,02
18 30	-0,02	-0,03	-0,04	-0,03	0,01	0,05	0,04	-0,01	-0,04	-0,03	-0,02	-0,02

Таблица 9

Зависимость интенсивности радиационного баланса (кВт/м²) от высоты солнца при безоблачном небе

Состояние подстилающей поверхности	A _к %	Высота солнца, град.											
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Без снега	16—33	-0,06	-0,03	0,02	0,07	0,15	0,18	0,25	0,31	0,38	0,43	0,52	0,56
Снежный покров	68—79	-0,04	-0,03	-0,01	-0,01	0,02	0,06	0,10					

ной радиацией уменьшается и баланс, и в первой декаде ноября его средние суточные суммы становятся отрицательными. Впрочем, суммы радиационного баланса за отдельные дни могут отличаться от средних не только по значению, но даже по знаку, и зимой имеется немало дней с положительным суточным балансом. Значение и знак баланса зависят от характера облачности, температуры земной поверхности и от ее альбедо.

Своеобразная взаимосвязь альбедо и радиационного баланса возникает при таянии снежного покрова. Таяние уменьшает альбедо снега на 10—20 %, это вызывает увеличение баланса и, следовательно, ускорение таяния, что сопровождается дальнейшим уменьшением альбедо и увеличением баланса. Этот эффект способствует быстрому освобождению земной поверхности от снега весной. В городе он усиливается из-за загрязнения снега. В суточном ходе радиационный баланс достигает максимума в полдень или в часы, близкие к полудню, например в июне в срок 12 ч 30 мин $B = 0,42$ кВт/м², минимальные значения (до $-0,04$ кВт/м²) наблюдаются в ночные часы (табл. 8). При этом летом дополуночная сумма баланса больше послеполуденной, а зимой наоборот. Эта асимметрия связана с такой же асимметрией дневного хода суммарной радиации. Ночью радиационный баланс равен $E_a - E_z$, т. е. эффективному излучению с обратным знаком. Поэтому он, за редким исключением, отрицателен.

Городское загрязнение воздуха увеличивает излучение атмосферы и тем самым уменьшает абсолютное значение ночного баланса при малооблачном небе. В пасмурную погоду ночью баланс приближается к нулю. Значения радиационного баланса ночью и перед восходом солнца устойчивы и составляют $-0,04$ кВт/м². При наличии снежного покрова абсолютные значения радиационного баланса в ночные часы меньше, чем при поверхности без снега. Переход баланса через нуль после восхода солнца и до захода солнца при наличии снежного покрова наблюдается при высоте солнца около 20°, а в бесснежный период утром при высоте солнца около 10° (табл. 9). Увеличение альбедо поверхности приводит к значительному уменьшению радиационного баланса при одной и той же высоте солнца. Это происходит из-за увеличения расходной части баланса в зимний период.

В реальных условиях влияние облачности на значение радиационного баланса может быть двояким. При открытом солнечном диске увеличение облачности приводит к увеличению приходной части баланса — рассеянной радиации — и к уменьшению расходной — эффективного излучения, поэтому радиационный баланс увеличивается. При закрытом облаками солнечном диске радиационный баланс резко уменьшается, так как из приходной части полностью исключается прямая радиация.

В реальных условиях облачности максимальные значения радиационного баланса наблюдаются в июне в срок 12 ч 30 мин, но они значительно меньше значений при ясном небе ($0,42$ кВт/м²). В этих же условиях значения радиационного баланса в ночное

время и в зимние месяцы меньше его значений при безоблачном небе на 0,01—0,02 кВт/м².

Поверхность земли, здания, деревья нагреваются поглощенной радиацией и в свою очередь испускают невидимое (инфракрасное) излучение E_3 , которое тем больше, чем выше их температура. Это излучение в отличие от коротковолнового — солнечного — называют длинноволновым, поскольку 99 % его энергии заключено в спектральном интервале 4—40 мкм.

Атмосфера и облака также испускают длинноволновое излучение E_a , часть которого падает на земную поверхность и поглощается ею. Приход излучения E_a почти компенсирует расход E_3 . Результирующая потеря тепла поверхностью земли вследствие излучения определяется их разностью — эффективным излучением $E_{эфф} = E_3 - E_a$. Годовая сумма $E_{эфф}$ в Красноярске составляет 1344 МДж/м² (табл. 10). Зимой E_3 уменьшается вместе с температурой поверхности почвы. Напротив, E_a возрастает в результате увеличения количества облачности, поскольку облака, особенно низкие, излучают значительно больше, чем безоблачное небо. В итоге $E_{эфф}$ в ноябре—феврале уменьшается до 67—75 МДж/м² в месяц.

Таблица 10

Годовой ход эффективного излучения (МДж/м²)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$E_{эфф}$	75	75	105	134	151	159	159	134	117	101	67	67	1344

При балансовых наблюдениях значения $E_{эфф}$ получают из срочных наблюдений, считая, что $E_{эфф} = -B_d$, а значения длинноволнового баланса B_d вычисляют как разность полного и коротковолнового баланса, отсюда

$$-E_{эфф} = B_d = B - (Q - R_k).$$

Основные изменения $E_{эфф}$ происходят за счет разности температур подстилающей поверхности и воздуха. Облачность также вносит некоторые изменения в $E_{эфф}$, но не столь значительные, как разность температур. На рис. 8 хорошо видна связь эффек-

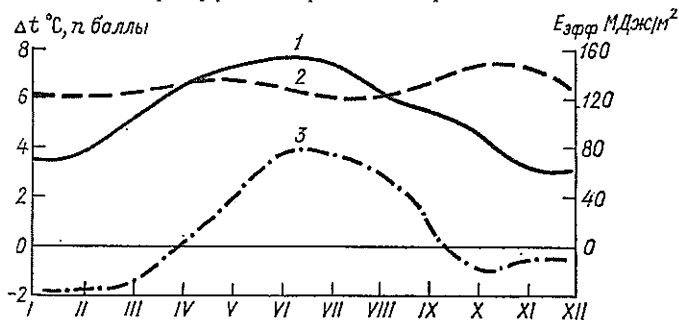


Рис. 8. Годовой ход эффективного излучения $E_{эфф}$ (1), облачности n (2) и разности температур подстилающей поверхности и воздуха Δt (3).

тивного излучения и разности температур. В годовом ходе максимум эффективного излучения наблюдается в июне и июле (159 МДж/м^2), а минимум в ноябре и декабре (67 МДж/м^2).

2.3. Приход радиации на вертикальные поверхности

Кроме прямой и рассеянной радиации, поступающей от солнца, стены домов получают радиацию, отраженную от земли.

Из табл. 11, 12 видно, что южные стены имеют наибольшую возможную дневную продолжительность солнечного облучения в марте и сентябре (11 ч 43 мин), а северные и восточные в июне (соответственно 7 ч 33 мин и 8 ч 49 мин). Наибольшая возможная месячная продолжительность солнечного облучения южных стен в марте составляет 363 ч и в сентябре 351 ч, а северных и восточных стен в июне соответственно 238 ч и 264 ч. Наибольшее действительное число часов солнечного сияния приходится на июнь и составляет для южных стен 193, восточных 144, западных 140, северных 90 (приложение, табл. 2).

Прямая радиация на южные стены поступает в течение всего года (табл. 12). Первый максимум наступает в марте, он равен $96,53 \text{ кВт/м}^2$ (приложение, табл. 5), первый минимум — в мае ($58,15 \text{ кВт/м}^2$). Второй максимум в августе по значению меньше первого ($74,43 \text{ кВт/м}^2$). Затем к декабрю поступление радиации уменьшается и достигает минимальных значений, меньших, чем в мае ($29,08 \text{ кВт/м}^2$). В теплую половину года суммы прямой солнечной радиации до полудня больше, чем после. В холодный период года соотношение до и послеполуденных сумм меняется — в лучших условиях облучения находятся западные стены. Условия облучения восточных и западных стен в летние месяцы лучше, чем южных. Так, в июне—июле на восточную стену поступает

Таблица 11

Возможная дневная продолжительность солнечного сияния (часы и минуты на 15-е число каждого месяца) для стен разной ориентации ($\varphi = 56^\circ \text{ с. ш.}$)¹

Ориентация	I	II	III	IV	V	VI
Ю	7 31	9 37	11 43	11 08	10 17	9 41
С				3 01	5 59	7 33
В, З	3 46	4 48	5 52	7 05	8 08	8 49
Ориентация	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ю	9 58	10 44	11 43	10 32	8 16	6 58
С	7 09	4 30	1 07			
В, З	8 34	7 37	6 25	5 16	4 08	3 29

¹ По З. И. Пивоваровой.

Таблица 12

Возможное время начала и конца облучения прямой солнечной радиацией (часы и минуты на 15-е число каждого месяца) стен разной ориентации и время восхода и захода солнца ($\varphi = 56^\circ$ с. ш.)¹

Месяц	Ориентация стен									
	южная		западная		северная				восточная	
	начало	конец	начало	конец	начало (утро)	конец (утро)	начало (вечер)	конец (вечер)	начало	конец
I	8 14	15 46	12 09	15 46					8 14	12 09
II	7 12	16 48	12 14	16 48					7 12	12 14
III	6 04	17 48	12 09	17 48					6 04	12 09
IV	4 55	17 34	12 00	17 34	4 55	6 26	17 34	19 05	4 55	12 00
V	3 52	17 08	11 56	17 08	3 52	6 52	17 08	20 08	3 52	11 56
VI	3 03	16 50	12 00	16 50	3 03	7 10	16 50	20 49	3 03	12 00
VII	3 18	16 59	12 06	16 59	3 18	7 01	16 59	20 34	3 18	12 06
VIII	4 23	17 22	12 05	17 22	4 23	6 38	17 22	19 37	4 23	12 05
IX	5 35	17 51	11 55	17 51	5 35	6 09	17 51	18 25	5 35	11 55
X	6 44	17 16	11 46	17 16					6 44	11 46
XI	7 52	16 08	11 45	16 08					7 52	11 45
XII	8 31	15 29	11 55	15 29					8 31	11 55

Примечания. 1. Указано истинное солнечное время. 2. В зимний период время начала и конца облучения солнечной радиацией южных стен совпадает с восходом и заходом солнца; в летний период время начала облучения солнечной радиацией южных стен совпадает с концом облучения северных стен, и наоборот. 3. Время начала облучения восточных стен совпадает с восходом солнца, конец облучения в 12 ч. Время конца облучения западных стен совпадает с заходом солнца, начало облучения в 12 ч.

¹ По З. И. Пивоваровой.

соответственно 74,43 кВт/м² и 67,45 кВт/м², это больше, чем на южную (62,80 и 61,64 кВт/м²). Прямая солнечная радиация на стены северной ориентации поступает с апреля по август, однако месячные суммы ее незначительны, поэтому можно считать, что северные стены облучаются в течение трех месяцев.

Для пересчета суточных сумм прямой радиации на наклонные поверхности используются коэффициенты (приложение, табл. 6).

2.4. Естественная освещенность

Основной характеристикой светового режима данного пункта является освещенность горизонтальной поверхности E , под которой понимается световой поток dF , падающий на единицу поверхности dS , т. е. $E = dF/dS$. За единицу освещенности принимается люкс (лк). Для больших значений освещенности используется килолюкс, равный 10^3 лк. Естественная суммарная освещенность E_Q любой поверхности при безоблачном небе или частичной облачности складывается из прямой освещенности E_S , создаваемой непосред-

ственно лучами солнца, и рассеянной освещенности E_D , поступающей от небесного свода и отраженной от земной поверхности: $E_Q = E_S + E_D$. Если небосвод покрыт сплошной облачностью, то $E_S = 0$ и $E_Q = E_D$, т. е. при пасмурной погоде суммарная освещенность равна рассеянной.

Для перехода от данных актинометрических наблюдений к значениям освещенности пользуются световым эквивалентом радиации, за который принято считать число люксов, приходящихся на 1 кал/см². Для расчета освещенности в районе Красноярска были приняты значения светового эквивалента, приведенные в [62] (табл. 13 и приложение, табл. 8).

Таблица 13

Средние месячные суммы суммарной E_Q и рассеянной E_D освещенности (клк)

Вид освещенности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
E_Q	11	26	60	77	101	110	109	85	51	29	14	7
E_D	8	18	35	45	49	49	52	40	25	20	11	6

Основные закономерности суточного и годового хода суммарной и рассеянной освещенности такие же, как у соответствующих видов радиации. В частности, средняя освещенность также имеет правильный годовой ход с максимумом в июне и минимумом в декабре (табл. 11).

В дневном ходе максимум располагается вблизи полудня (около 13 ч). С апреля по ноябрь суммарная освещенность до полудня больше, чем при той же высоте солнца после полудня. Это вызвано дневным развитием облачности.

Суммарная освещенность при ясном небе в 1,5—2 раза больше средней при действительных условиях облачности. Рассеянная освещенность с переходом от ясного неба к полуясному и затем к пасмурному сначала увеличивается, а потом уменьшается. Свет значительно сильнее рассеивается на облачных частицах, чем в чистом воздухе, поэтому максимум рассеянной освещенности наступает при облачности 3—7 баллов. При сплошной плотной облачности большая часть света рассеивается вверх, а не к земле, и освещенность существенно уменьшается. Рассеянная освещенность летом около полудня при ясном небе примерно вдвое меньше средней при действительных условиях облачности, при пасмурном — меньше.

3. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Красноярск расположен в глубине материка Азии, вдали от водных поверхностей. По классификации Б. П. Алисова [6], в основу которой положено деление на климатические зоны по циркуляционным факторам, Красноярск находится в зоне умеренного климата с хорошо выраженной континентальностью. По формуле Ценкера $K = [(6/5) (A/\varphi)] \cdot 100 - 20$, где A — годовая амплитуда температуры, φ — широта места, континентальность климата Красноярска составляет 60 %. Годовая амплитуда температуры воздуха (по средним месячным значениям) в Красноярске составляет 38 °С. Наиболее часто в районы Красноярска поступают массы континентального полярного воздуха, реже — арктического. Тропический воздух до широты Красноярска доходит еще реже и преимущественно в теплое время года. В это время года массы сухого континентального воздуха поступают в Красноярск из Казахстана и районов Западной Сибири, в тылу юго-западных циклонов. В зимних условиях континентальный полярный воздух очень быстро трансформируется, охлаждаясь от подстилающей поверхности. В приземном слое он может быть холоднее арктического. В условиях холмистой местности холодный воздух застаивается в котловинах и может находиться там длительное время. Этому еще способствует образование температурных инверсий.

В тылу циклонов и при развитии антициклонов за арктическим фронтом в районы Красноярска поступает выхолаженный над континентом арктический воздух с Баренцева и Карского морей, а также с Таймыра и Западной Якутии. При этом на длительное время устанавливается сухая и очень холодная погода. Под влиянием сибирского антициклона, чаще его отрога или периферийной части, в Красноярске зимой продолжительное время стоит сухая малооблачная погода с сильными морозами. При большой активности циркуляционных процессов морской воздух из Атлантики, быстро движущийся через Северный Урал и Западную Сибирь, проникает в районы Красноярска, вызывая обильные снегопады и оттепели зимой, дождливую и прохладную погоду — летом, но чаще, пройдя огромное пространство суши, он трансформируется в массы континентального полярного воздуха. Оттепели могут наблюдаться и при других синоптических процессах. Так, если цик-

лон перемещается из Казахстана или республик Средней Азии и траектория его смещения проходит северо-западнее Красноярска, то в теплых секторах этих циклонов на южные и центральные районы края распространяется очень теплый и влажный воздух, приносящий оттепели. В самый холодный зимний месяц — январь — оттепели бывают очень редко, продолжительность их один-два дня. Чаще они наблюдаются в декабре и феврале.

В летний период также преобладает влияние континентального воздуха. Морской полярный воздух летом, как и зимой, редко попадает в южные и центральные районы края, чаще он трансформируется в континентальный. Арктический воздух летом большей частью также трансформируется. Весной и осенью, вторгаясь в эти широты, он вызывает заморозки. Континентальный воздух, сформировавшийся над районами Казахстана и Западной Сибири, смещаясь на центральные и южные районы края, прогревается и несет сухую и теплую погоду.

Очень жаркая и сухая погода устанавливается в Красноярске при выносе континентального тропического воздуха из районов Средней Азии в теплых секторах циклонов. В отдельные годы континентальный тропический воздух может проникать далеко на север, вплоть до побережья Северного Ледовитого океана. Высокая температура воздуха также наблюдается в стационарных гребнях и антициклонах. При ясной погоде и слабых ветрах воздух интенсивно прогревается и температура в Красноярске повышается до 30—32°C. Смещение циклонов с районов Черного и Каспийского морей, а также смещение частных циклонов, возникших над югом края или в непосредственной близости, т. е. над Тувой, Алтайским краем и Кемеровской областью, вызывает обильные (более 80 мм за сутки) летние дожди. Такими являются южные циклоны, образующиеся при определенных аэросиноптических условиях над Минусинской котловиной и в дальнейшем смещающиеся к северо-востоку (рис. 9).

Большое количество осадков выпадает при малоподвижных фронтах с волнами, ориентированных как широтно, так и меридионально, причем максимальное количество осадков выпадает вблизи вершины волны. Выпадение значительных осадков связано с прохождением фронта окклюзии через южные и центральные районы края. Дожливые периоды особенно продолжительны и интенсивны при малоподвижных фронтах окклюзии.

Для определения влияния циркуляционных процессов на климат Красноярска рассматривался ежедневный синоптический материал за 1950—1973 гг. Полученные многолетние данные дали возможность сделать некоторые выводы о повторяемости барических образований и траекториях их смещения. Согласно этим данным, в Красноярске в течение года преобладает (60 %) циклоническая форма циркуляции (табл. 14) с максимумом в октябре (68 %). Антициклоническое состояние атмосферы характерно для второй половины зимы и начала весны с максимальной повторяемостью (49 %) в марте (рис. 10).

Все барические образования, приходящиеся на район Красноярска, различаются по своим траекториям. В течение всего года (42 %) и в холодный период (47 %) преобладает северо-запад-

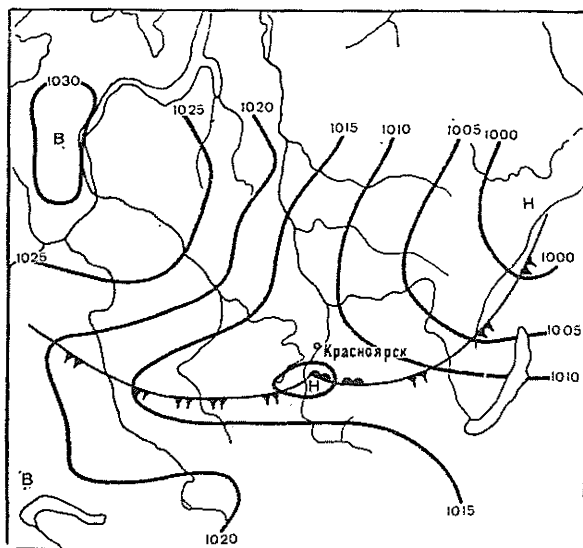


Рис. 9. Карта погоды за 3 ч 16 апреля 1957 г. (прохождение южного циклона).

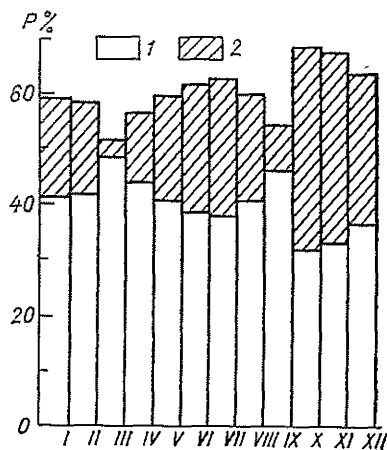


Рис. 10. Повторяемость (%) антициклонической циркуляции (1) и преобладание циклонической над антициклонической циркуляцией (2) по месяцам.

ное направление смещения всех барических образований. В теплый период большую повторяемость (40 %) имеет юго-западное направление; северо-западные траектории смещения составляют 35 %, западные 17 % общего числа случаев, 2—4 % приходится на северное и северо-восточное направление. Повторяемость других направлений представлена единичными случаями.

Таблица 14

Повторяемость барических образований за 1950—1973 гг. в районе г. Красноярска

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Число случаев циклонической формы циркуляции	438	395	380	404	441	444	462	445
% общего числа	8	8	7	8	8	8	9	9
Число случаев антициклонической формы циркуляции	306	283	364	316	303	276	282	299
% общего числа	9	8	10	9	9	8	8	8

Характеристика	IX	X	XI	XII	Холодный период (X—IV)	Теплый период (V—IX)	Всего
Число случаев циклонической формы циркуляции	389	508	483	473	3081	2181	5262
% общего числа	7	10	9	9	60	59	60
Число случаев антициклонической формы циркуляции	331	236	237	271	2013	1491	3504
% общего числа	9	7	7	8	40	41	40

Прохождение центральных частей циклонов и антициклонов над районом Красноярска наблюдается сравнительно редко. Обычно циклоны смещаются на территорию Красноярского края по траекториям, лежащим севернее Красноярска. За 24-летний период на территорию города сместился всего 181 циклон, из них 60 % приходилось на холодное время года, 40 % — на теплое.

В течение всего года в Красноярске преобладают циклоны, проходящие с юго-запада (63 %). Чаше циклоны этого направления повторяются в теплое время года (72 %). В холодный период повторяемость юго-западных циклонов составляет 57 %, северо-западных 17 %; в теплое время года циклоны северо-западного направления наблюдаются очень редко (3 %). Повторяемость циклонов западного направления в течение года составляет 23 % (табл. 15). Циклоны других направлений наблюдаются в единичных случаях (рис. 11 и 12).

В холодный период преобладают антициклоны западного и северо-западного направлений (33 %), юго-западные составляют 29 %. В теплый период увеличивается число западных антициклонов (41 %), юго-западные составляют 37 %, северо-западные 22 %. В течение всего года практически не наблюдаются выходы южных антициклонов (табл. 16).

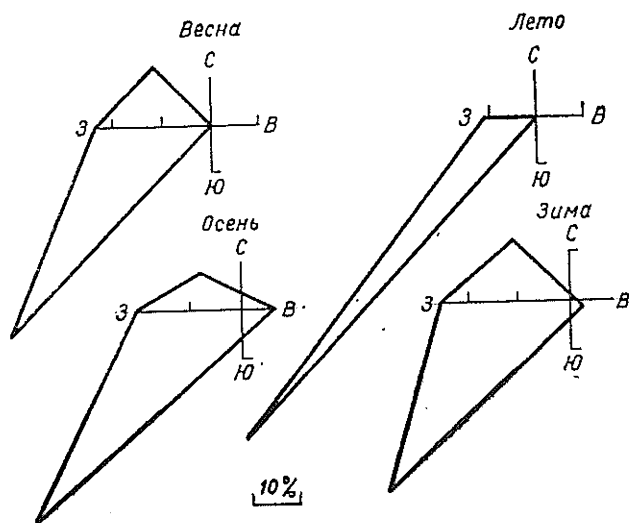


Рис. 11. Повторяемость (%) циклонов различных траекторий по сезонам.

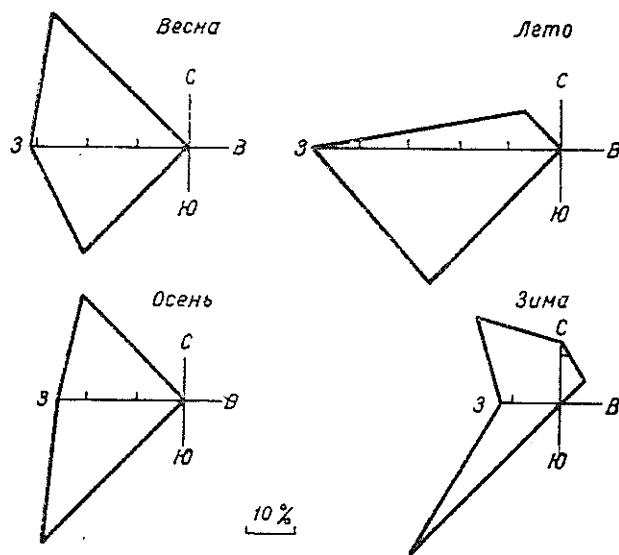


Рис. 12. Повторяемость (%) антициклонов различных траекторий по сезонам.

Наибольшая повторяемость (33 %) сильно морозной погоды в Красноярске наблюдается при северо-западных потоках в антициклонах и при вторжении холодных воздушных масс с северо-запада в тылу проходящих циклонов (26 %). При северных и северо-восточных потоках в антициклонах (по их восточной или южной периферии) наблюдается вторжение арктического воздуха с очень низкими температурами. Такие ультраполярные вторжения бывают не очень часто (13 %), но продолжительность морозной погоды при этом наибольшая (14—20 дней). Еще реже сильные морозы наблюдаются при западных и юго-западных потоках в антициклонах (12 %) и циклонах (11 %). Примерно в 5 % случаев морозная погода устанавливается при малоградиентном барическом поле повышенного давления.

Во всех случаях при антициклоническом типе погоды большую роль в понижении температуры играет радиационное выхолаживание. Над городом образуется слой инверсии большой вертикальной мощности. Инверсия является задерживающим слоем и способствует скоплению холодного воздуха в пониженных местах.

Суровая погода, определяемая низкими температурами в сочетании с ветром, наблюдается наиболее часто (30—32 %) в январе и феврале, несколько меньше в декабре (табл. 18). Наиболее часто (69—76 %) суровая погода наблюдается при северо-западных потоках в тылу холодных фронтов, в гребнях за холодным фронтом, но продолжительность периодов с такой погодой при этом невелика. Более продолжительные периоды (до восьми дней) с суровой погодой наблюдаются при северном и северо-восточном потоках.

Таблица 18
Повторяемость суровой погоды в зимнем сезоне по месяцам

Характеристика	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Сумма
Красноярск, 1966—1975 гг.						
Число случаев	10	21	29	27	3	90
%	11	24	32	30	3	100
Красноярск, оп. поле, 1965—1975 гг.						
Число случаев	3	10	11	10		34
%	9	29	32	30		100

Оттепели в зимнее время, когда максимальная температура воздуха днем выше нуля, в Красноярске наблюдаются почти ежегодно. Наиболее часто они бывают в марте, когда температура первоначально повышается за счет адвекции тепла, затем под действием солнечной радиации оттепели усиливаются (радиационно-адвективные). Продолжительность этих периодов с оттепелями

наибольшая (пять-шесть дней), причем температура повышается до 6—8°C.

В зимние месяцы (декабрь—февраль) наибольшее количество дней с оттепелью бывает в декабре и феврале. В январе они наблюдаются очень редко, продолжительность их не более двух дней, а температура редко превышает 2°C. Погода при оттепелях в большинстве случаев ветреная.

Наибольшее количество оттепелей (38 %) в Красноярске связано с выносом теплого воздуха в теплых секторах западных циклонов. Реже (33 %) оттепели обуславливаются южными и юго-западными потоками теплого воздуха в циклонах. Наименьшее количество оттепелей (29 %) наблюдается в теплых секторах северо-западных циклонов (табл. 19).

Таблица 19
Циркуляция атмосферы при оттепелях

Продолжительность оттепели, дни	Вынос теплого воздуха в теплых секторах северо-западных циклонов	Вынос теплого воздуха в теплых секторах западных циклонов	Вынос теплого воздуха в юго-западных и южных циклонах	Всего	%
1—2	27	41	36	104	65
3—5	18	13	12	43	27
>5	1	7	5	13	8
Всего	46	61	53	160	
%	29	38	33		100

Умеренно теплая погода со средней суточной температурой 15—20°C наблюдается в Красноярске с мая по сентябрь, но наиболее часто — в летние месяцы, и держится продолжительное время (8—10 дней). Более продолжительные периоды (до 14—17 дней) наблюдаются сравнительно редко и преимущественно при переносе воздушных масс с юго-запада. В июле периоды умеренно теплой погоды зачастую сменяются жаркой погодой, а в июне и августе — более прохладной. При умеренно теплой погоде сильные дожди выпадают редко, скорость ветра в большинстве случаев находится в пределах 3—7 м/с.

Наибольшая повторяемость умеренно теплой погоды (53 %) наблюдается при переносе воздушных масс с юго-запада и юга. При северном и северо-западном переносе повторяемость умеренно теплой погоды составляет 26 и 16 % случаев, умеренно теплая погода наблюдается и при западном переносе воздушных масс (табл. 20).

Жаркая погода, когда температура воздуха выше 20°C, в Красноярске наблюдается с июня по август при антициклонах. Наиболее часто самые продолжительные периоды (12—14 дней) жаркой погоды бывают в июле. Продолжительные периоды жар-

Таблица 20

Продолжительность умеренно теплой погоды в зависимости от циркуляции атмосферы

Продолжительность, дни	Северный и северо-западный перенос воздушных масс	Западный перенос воздушных масс	Южный и юго-западный перенос воздушных масс	Северо-восточный перенос воздушных масс	Юго-восточный перенос воздушных масс	Всего	%
1—2	86	50	140	12	2	290	66
3—6	23	17	70	4	2	116	26
>6	6	4	22		1	33	8
Всего	115	71	232	16		439	
%	26	16	53	4	1		100

кой погоды преимущественно наблюдаются при переносе теплых воздушных масс с юга и юго-запада на периферии антициклона. В жаркие дни максимумы температуры достигают 33—35°C. Довольно часто наблюдаются ливневые дожди с грозами, но количество осадков при этом незначительно. Грозы сопровождаются кратковременными усилениями ветра. Жаркая и душная погода бывает чаще в теплом секторе за день до прохождения холодного фронта.

Количество жарких дней из года в год колеблется. Наиболее жаркое лето было в 1953 г. (44 жарких дня). Наименьшее количество жарких дней (шесть) наблюдалось в 1960 г. Периоды жаркой погоды продолжительностью один-два дня наблюдаются наиболее часто (61 %), трех-шестидневные периоды наблюдаются реже (30 %), 9 % составляют периоды продолжительностью более шести дней. Часто (46 %) жаркая погода повторяется при переносе теплого воздуха с юга и юго-запада по периферии антициклона, значительно реже (22 %) жаркие дни бывают при северо-западном и западном переносах (16 %). В условиях размытого барического поля могут установиться жаркие дни, но они бывают сравнительно редко (8 %), так же как и при наличии восточного переноса воздушных масс в антициклоне (8 %).

Дождливая погода, когда за сутки выпадает осадков 5 мм и более, в Красноярске встречается в 23 % дней, причем продолжительность осадков один-два дня составляет 58 %, три-четыре дня 22 % и более четырех дней 20 %.

Суточная продолжительность дождей чаще всего не превышает 5 ч (85 % случаев), но может быть и более 10 ч (от 1 до 7 % случаев). Продолжительные дожди в июне встречаются редко, интенсивность их велика. Однако в целом средняя суточная интенсивность дождей в городе небольшая. Все осадки имеют интенсивность менее 3 мм/ч (повторяемость 100 %). В теплый период в 60 % осадки выпадают (на холодных фронтах) при температуре

воздуха от 15 до 25 °С и обычно понижают температуру. Продолжительные дожди до 10—12 дней в Красноярске в теплый период (с мая по сентябрь) наиболее часто (27 %) выпадают при южных и юго-западных потоках в циклонах. При северо-западных потоках в циклонах дожди наблюдаются в 26 % случаев, при западных — в 15 %. Нередко (16 %) дожди в Красноярске наблюдаются при возникновении над югом края волновых возмущений и частичных циклонов на холодном фронте.

Внутримассовые осадки при наличии малоградиентного приземного барического поля составляют 14 %. Продолжительность дождливого периода при этом невелика — от одного до пяти дней.

Весенние и осенние заморозки в Красноярске наблюдаются довольно часто, особенно в апреле. В мае заморозки бывают реже, их число заметно уменьшается к концу месяца. В сравнительно редкие годы заморозки могут захватывать теплый период. За последние 24 года самый поздний заморозок наблюдался 8 июня 1973 г.

Весенние и осенние заморозки связаны с суточным ходом температуры воздуха, но можно выделить несколько синоптических процессов, вызывающих похолодания (табл. 21).

Таблица 21

Повторяемость заморозков при различной циркуляции атмосферы

Продолжительность заморозков, дни	Северные и северо-западные потоки холодного воздуха в тылу проходящих циклонов	Западные и юго-западные потоки холодного воздуха в тылу проходящих циклонов	Северо-западные, западные потоки холодного воздуха в антициклонах	Северные, северо-восточные потоки холодного воздуха в антициклонах	Всего	%
Весенние заморозки						
1—2	34	40	18	2	94	57
3—5	21	13	7	2	43	26
>5	14	6	6	2	28	17
Всего	69	59	31	6	165	
%	42	36	19	3		100
Осенние заморозки						
1—2	19	42	23	1	85	58
3—5	9	21	7	1	38	26
>5	12	7	1	3	23	16
Всего	40	70	31	5	146	
%	27	48	21	4		100

3.2. Атмосферное давление

Атмосферное давление в Красноярске имеет ярко выраженный годовой ход: максимум приходится на зимние месяцы (декабрь—февраль), а минимум — на летние (июнь—июль). Плавное повы-

шение атмосферного давления происходит от июля к январю, затем оно сменяется плавным понижением от зимы к весне. В среднем в июле давление на уровне станции равно 984,7 гПа, в январе 1004,1 гПа. Максимум давления наблюдается в январе при интенсивной деятельности азиатского антициклона (1051,3 гПа), однако в холодный период в отдельные годы возможно понижение давления до 961,0 гПа (январь 1971 г.). Это наблюдаемый абсолютный минимум (табл. 22).

Таблица 22
Атмосферное давление воздуха (гПа)

Месяц	$\bar{p}$	$p_{\text{макс}}$	$p_{\text{мин}}$	Месяц	$\bar{p}$	$p_{\text{макс}}$	$p_{\text{мин}}$
I	1004,1	1051,3	961,0	VII	984,7	1012,9	965,0
II	1003,9	1045,6	965,4	VIII	987,5	1020,3	967,5
III	1000,5	1043,8	962,6	IX	993,6	1027,9	966,1
IV	995,8	1037,0	964,9	X	997,3	1041,1	962,2
V	991,3	1032,1	965,1	XI	1000,7	1050,8	963,9
VI	986,7	1017,2	964,7	XII	1003,6	1049,0	965,3
				Год	995,8	1051,3	961,0

Примечание. В таблице средние значения вычислены за 1936—1962, 1966—1975 гг., а экстремальные — за 1890—1962, 1966—1979 гг.

Месячная амплитуда экстремальных значений давления зимой 85—90 гПа. В летнее время (июль—август) изменения давления небольшие, но в отдельные годы они могут достигать 20—25 гПа. В теплый период (июль 1968 г.) наблюдался минимум давления (965,0 гПа), близкий к абсолютному, но в то же время летом возможен и рост давления (до 1020,3 гПа в августе 1899 г.).

Средняя суточная амплитуда давления в связи с континентальным характером климата значительна в течение всего года. В большинстве месяцев она составляет 5—6 гПа, наибольшая 9,4 гПа (ноябрь). Зимой минимальное давление приходится в среднем на ночные и предутренние часы, максимум — на послеполуденные. В теплое время года минимальное давление воздуха наблюдается в полуденные и послеполуденные, максимальное — в утренние часы.

3.3. Ветер

С распределением атмосферного давления и его сезонными изменениями непосредственно связан режим ветра. На скорость ветра у земли влияет турбулентное перемешивание воздуха, которое возрастает летом в дневные часы, в результате скорость ветра увеличивается. В ночное время летом, а зимой большую часть суток наблюдается инверсия температуры и резкое уменьшение турбулентного перемешивания, что приводит к некоторому уменьшению скорости ветра и появлению второго минимума скорости, приуро-

ченного к зимним месяцам. Для Красноярска характерна однородность режима ветра в течение всего года, что объясняется условиями орографии. В городе, где направление долины Енисея совпадает с преобладающим направлением ветра, повторяемость юго-западных ветров очень велика в течение всего года (30—53 %), в январе повторяемость этих ветров вместе с западными составляет 80 %. С мая по август повторяемость юго-западных и запад-

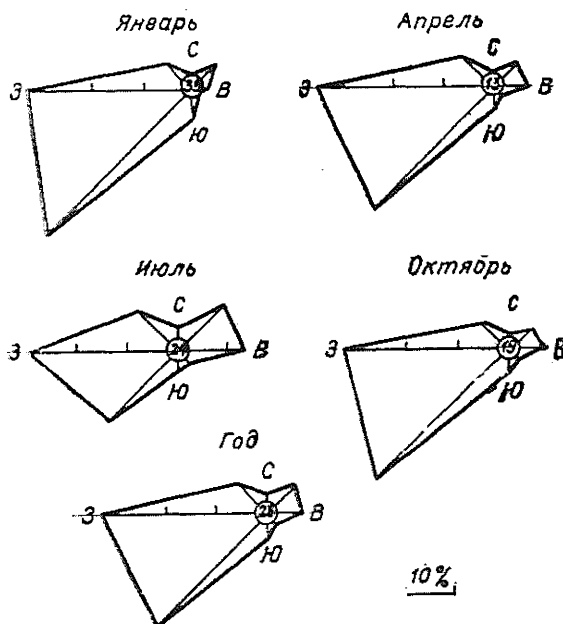


Рис. 13. Повторяемость (%) различных направлений ветра и штилей (цифры в кружке).

Станция Красноярск.

ных ветров составляет 40—45 %. Зимой повторяемость ветров северных, восточных и юго-восточных направлений небольшая (1—3 %). Наименьшей же изменчивостью в течение года отличаются ветры северного, юго-восточного и южного направлений. Так, их повторяемость колеблется от 1 % (ноябрь) до 7 % (май).

Летом уменьшаются температурные контрасты между северными и южными широтами и активизируется антициклоническая деятельность над арктическими морями (табл. 23 и 24). Весной и осенью происходит перестройка барического поля. При переходе от зимы к лету несколько увеличивается повторяемость ветров северной четверти, хотя преобладающими по-прежнему остаются юго-западные и западные ветры (рис. 13).

В большом городе ветер отклоняется от своего естественного направления, так как при сомкнутой застройке он дует вдоль

Таблица 23

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

Направление ветра	Зима				Весна				Лето				Осень				Год			
	$\bar{v}$	P	$v_{\text{макс}}$	P	$\bar{v}$	P	$v_{\text{макс}}$	P	$\bar{v}$	P	$v_{\text{макс}}$	P	$\bar{v}$	P	$v_{\text{макс}}$	P	$\bar{v}$	P	$v_{\text{макс}}$	P
С	2	3	9	6	3	4	12	9	3	5	10	9	2	3	9	7	2	4	12	7
СВ	3	7	12	8	3	6	12	9	3	11	12	10	2	6	10	8	3	8	12	7
В	3	5	15	9	4	6	12	9	3	12	10	9	3	8	10	8	3	7	15	9
ЮВ	3	1	17	11	3	2	10	7	3	3	9	8	3	2	12	10	3	2	17	10
Ю	6	4	24	15	5	6	17	12	3	5	16	13	4	6	18	15	5	5	24	15
ЮЗ	7	37	34	21	6	31	22	16	4	22	20	17	5	34	24	20	6	32	34	20
З	5	35	28	18	6	35	28	20	4	30	24	20	5	33	21	18	5	33	28	17
СЗ	3	8	20	12	5	10	24	18	3	12	17	14	4	8	17	14	4	9	24	15
Штиль	—	28	—	—	—	13	—	—	—	22	—	—	—	21	—	—	—	23	—	—

Примечание. Таблицы, относящиеся к этому разделу, составлены за 1938—1962 и 1966—1975 гг.

Таблица 24

Средняя продолжительность штилей по сезонам

Характеристика	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Число часов	56	10	18	14	98
%	57	10	19	14	100

длинных и прямых уличных магистралей. Поднимающийся вверх более теплый воздух заменяется внизу более холодным, притекающим с окраин; возникает система воздушных течений циклонического характера. Иногда при безоблачной тихой погоде мелкие местные завихрения, вызванные термическими различиями, могут образоваться на улицах и даже во дворах.

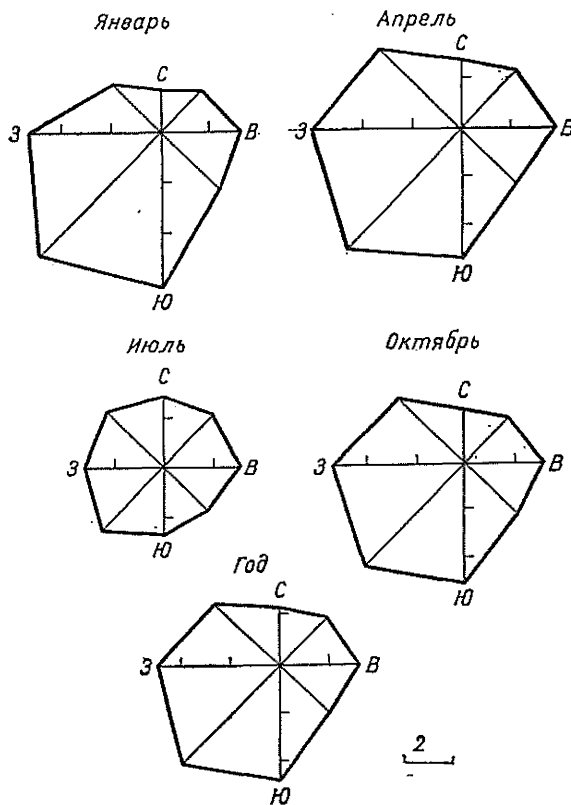


Рис. 14. Средние скорости (м/с) ветра по направлениям.

Распределение скоростей ветра по направлениям аналогично распределению повторяемости направлений по румбам, а именно: наибольшая средняя скорость наблюдается при южном и юго-западном направлении ветра. Однако средние скорости ветра по направлениям распределяются более равномерно. Если в июле роза ветров вытянута в северном и южном направлениях, то распределение скоростей ветра равномернее, что объясняется увеличением скорости ветра восточного и западного направлений (рис. 14).

Скорость ветра определяется структурой барического поля. Наименьшая скорость наблюдается в безградиентных барических

полях. В годовом ходе минимум скорости ветра приходится на лето, когда преобладают процессы трансформации воздушных масс, ослабевает циклоническая деятельность. Минимальных значений скорость ветра достигает в июле и августе (2,5—2,7 м/с). В эти месяцы наиболее часто (10—11 %) наблюдаются слабые ветры — скорость 0—1 м/с. Наибольшие скорости приходятся на месяцы с усиленной циклонической деятельностью, преимущественно на апрель, май, октябрь и ноябрь. Их среднее значение составляет для северо-восточных районов города 4—5 м/с, несколько меньше оно в северо-западной части города (2—3 м/с). В период

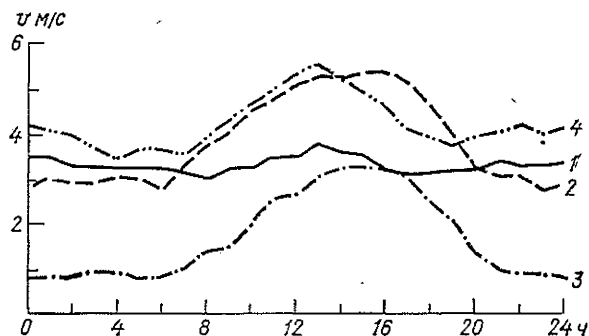


Рис. 15. Суточный ход скорости ветра.

1 — январь, 2 — апрель, 3 — июль, 4 — октябрь.

прохождения циклонов скорость ветра достигает 8—11 м/с, отдельные порывы бывают до 30 м/с.

Наряду с годовым ходом скорости ветра наблюдается и отчетливо выраженный суточный ход (табл. 25, рис. 15). В суточном ходе скорости ветра максимум наблюдается днем (13—16 ч), что связано с развитием термической конвекции, создающей значи-

Таблица 25

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

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
22	4,1	3,6	3,7	4,3	3,9	2,8	2,2	2,2	2,3	3,4	4,8	3,6	3,4
1	4,1	3,2	3,4	4,1	3,4	2,6	1,8	2,0	2,3	3,4	4,6	3,5	3,2
4	3,9	3,1	3,4	3,9	3,2	2,5	1,6	1,9	2,3	3,2	4,3	3,5	3,1
7	3,9	3,3	3,3	3,7	3,3	2,7	1,8	1,8	2,4	3,2	4,6	3,4	3,1
10	3,8	3,2	3,8	4,8	4,8	3,5	2,5	2,7	3,0	4,1	4,7	3,3	3,7
13	4,2	4,0	4,8	6,0	5,9	4,3	3,3	3,6	4,0	5,0	5,5	3,6	4,5
16	4,4	4,3	5,2	6,7	6,4	4,3	3,5	3,8	4,1	4,9	5,1	3,6	4,7
19	3,7	3,5	4,2	5,6	5,7	4,2	3,5	3,4	3,0	3,8	5,0	3,3	4,1
Среднее	4,0	3,5	4,0	4,9	4,6	3,4	2,5	2,7	2,9	3,9	4,8	3,5	3,7

тельный вертикальный обмен воздуха. Минимум отмечается в утреннее и ночное время. Ночное излучение, увеличивая устойчивость воздуха в нижних слоях, способствует уменьшению скорости ветра. По этой причине суточный ход ветра выражен наиболее резко в теплое время года и при ясной погоде, в холодную же часть года он менее заметен и особенно слабо выражен в декабре и январе. Различие между скоростями ветра в 1 и 7 ч небольшое и составляет 0,2 м/с, в апреле различие увеличивается до 0,4 м/с.

Средняя месячная скорость ветра в отдельные годы в среднем отклоняется от многолетней на 0,4—0,7 м/с, причем более значительно в холодное время года.

Сильные ветры, т. е. ветры со скоростью 15 м/с и более, в Красноярске наблюдаются в течение всего года (табл. 26). В среднем за год бывает более 30 дней с такими ветрами. Чаще они бывают в зимнее время и переходные сезоны (в январе в среднем 3,8 дня, наибольшее число 11 дней, в мае 5 дней, наибольшее число 10 дней) и реже — в июле, августе (в среднем 0,7 дня, наибольшее число 4 дня). В отдельные годы число дней с такими скоростями ветра может превышать 60 (62 дня в 1961 г.). Число дней с сильным ветром отклоняется от многолетнего числа в среднем на 7,4—8,7.

Таблица 26

Среднее число дней с сильным ветром (≥ 15 м/с)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Число дней . .	3,8	1,9	3,5	3,1	5,0	2,3	0,7	0,8	1,7	3,7	3,5	3,1	33

Наряду с сильными ветрами меньшую опасность представляют шквалы (внезапное кратковременное усиление ветра до 15 м/с и более). Шквалы сопровождаются грозowymi облаками, грозами, иногда выпадением крупного града. Вероятностные значения максимальных скоростей ветра, возможных один раз в определенно заданное число лет, приведены в табл. 27. Скорости ветра

Таблица 27

Расчетные скорости ветра (м/с) различной обеспеченности

Обеспеченность, один раз в . .	1 год	5 лет	10 лет	15 лет	20 лет
Скорость ветра, м/с	25	31	33	34	35

в порывах могут превосходить среднюю. Так, при малых скоростях ветра возможны кратковременные порывы до 36 м/с. Наибольшие скорости ветра наблюдаются при преобладающих юго-западном и западном направлениях (табл. 28). При северном и северо-восточном ветрах повторяемость больших скоростей наименьшая.

Таблица 28

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

Сезон	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Зима	0	0	0	0	2	56	40	2
Весна	0	0	0	0	2	37	54	7
Лето	0	0	0	0	2	36	52	10
Осень	0	0	0	0	0	48	46	6
Год	0	0	0	0	2	48	45	5

Ветры разной скорости имеют и различную непрерывную продолжительность (приложение, табл. 11). Наиболее продолжительны ветры при скорости до 4 м/с. В каждом месяце бывают периоды, когда такие ветры дуют непрерывно в течение двух-трех суток, их максимальная непрерывная продолжительность в августе 1973 г. составила 712 ч. Непрерывная продолжительность ветра скоростью более 5 м/с заметно меньше. Ветер с такой скоростью наблюдается непрерывно в течение полутора-двух суток, летом меньше, обычно до 2 ч, а в отдельные годы до 10 ч. Скорости ветра более 8 м/с в течение почти всего года, за исключением июля и августа, имеют непрерывную продолжительность 5—10 ч.

4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

4.1. Температура воздуха

Термический режим исследуемого района формируют в основном радиационные и циркуляционные факторы, а также характер подстилающей поверхности. Кроме макромасштабных факторов на термический режим оказывают влияние местные условия — мезо- и микрорельеф, растительность, почва, близость водоемов, застройка территории. Под их воздействием температура воздуха существенно меняется на расстоянии нескольких километров, а иногда и сотен метров. Влияние орографии на температурный режим наиболее заметно в зимнее время, когда под действием сибирского максимума на длительное время устанавливается малооблачная погода, что способствует радиационному выхолаживанию воздуха. Над котловинами образуются мощные инверсии, способствующие скоплению холодного воздуха на их дне.

Климат Красноярска резко континентальный. Континентальность выражена большой годовой (38°C , по средним месячным значениям) и суточной ($12\text{—}14^{\circ}\text{C}$) амплитудой колебаний температуры воздуха. Средняя годовая температура воздуха в Красноярске положительная и составляет $0,5\text{—}0,6^{\circ}\text{C}$. В годовом ходе самая низкая средняя температура приходится на январь. Она составляет от $-16,8$ до $-18,3^{\circ}\text{C}$ и распределяется по городу в зависимости от рельефа местности (приложение, табл. 14). В отдельные годы она значительно ниже, например, в январе 1940 г. в городе средняя месячная температура воздуха была от $-28,7^{\circ}\text{C}$ (Красноярск, оп. поле) до $-30,6^{\circ}\text{C}$ (Красноярск), что на $2,4\text{—}4,3^{\circ}\text{C}$ ниже, чем на Диксоне, а в январе 1964 г. она была ниже на $8,6^{\circ}\text{C}$.

Хотя январь является самым холодным месяцем в году, однако в зависимости от режима циркуляции в отдельные годы, а иногда и несколько лет подряд средняя месячная температура января бывает выше, чем февраля. Так, например, в 1952 г. средняя месячная температура февраля была на 6°C , а в 1964 г. — на 11°C ниже январской. Повышение температуры в январе связано с интенсивной циклонической деятельностью — преимущественно с юго-западным выносом теплых воздушных масс, которые приносят тепло и влагу. Понижение температур в феврале по сравнению с январскими вызвано преобладанием северо-западных, северных, а особенно северо-восточных вторжений холодных арктических масс, а также продолжительной антициклонической деятельностью, что

способствует радиационному выхолаживанию в ночные часы. Многолетняя средняя месячная температура февраля выше январской на 1,5—2,5°C.

Увеличение интенсивности солнечной радиации, постепенное разрушение инверсионного слоя в марте способствуют повышению температуры воздуха на 6—8°C по сравнению с февральской. После схода снежного покрова температура воздуха интенсивно повышается. Переход температуры через 5°C наблюдается в конце апреля. В мае продолжается интенсивный рост температуры воздуха, но внезапные вторжения арктического воздуха могут вызвать заморозки (приложение, табл. 20).

Самым жарким месяцем является июль. В июле в среднем в течение 26 дней средняя суточная температура выше 15°C, из них в течение 10 дней — выше 20°C. В этом же месяце осуществляется устойчивый переход суточной температуры через 20°C. С августа начинается понижение температуры воздуха, и в начале последней декады октября она переходит через 0°C к отрицательным значениям (табл. 29).

Таблица 29

Средняя месячная $\bar{t}$, декадная t_1, t_2, t_3 и годовая температура воздуха (°C)

Месяц	$\bar{t}$	σ	t_1	t_2	t_3
I	-18,3	4,6	-18,1	-18,4	-18,5
II	-15,9	4,8	-17,6	-16,0	-13,7
III	-7,9	2,7	-11,2	-7,9	-4,8
IV	1,7	1,9	-1,3	1,7	4,6
V	9,1	1,5	7,0	9,1	11,1
VI	16,4	1,3	14,0	16,6	18,8
VII	19,4	1,3	19,5	19,6	19,2
VIII	16,2	1,2	17,9	16,2	14,7
IX	9,6	1,7	12,2	9,6	6,9
X	1,6	1,9	4,3	1,6	-1,3
XI	-9,1	3,9	-5,1	-9,1	-13,1
XII	-16,6	5,3	-15,6	-16,6	-17,5
Год	0,5	2,7	0,5	0,5	0,5

Необходимым дополнением к средним значениям являются повторяемости различных значений средней месячной температуры воздуха (табл. 30), а также средние отклонения Δt (табл. 31). Зимой в 14 % лет встречаются годы со средней месячной температурой в пределах -25... -30°C. В 60—75 % лет в июне—августе температура изменяется от 15 до 20°C.

Отклонения средней месячной температуры от многолетней средней в отдельные годы чаще бывают в холодное время года (октябрь—март), причем отрицательные отклонения больше положительных. В летний период отклонения средних месячных температур воздуха от нормы небольшие.

Таблица 30

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

Температура, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
от	до													
-30,0	-25,1	9	1										4	
-25,0	-20,1	15	16										16	
-20,0	-15,1	47	35										35	
-15,0	-10,1	26	39	24								5	35	
-10,0	-5,1	3	9	54								29	35	
-5,0	-0,1			22	20						16	49	10	20
0,0	5,0				73					1	82	17		80
5,1	10,0				7	65				59	2			
10,1	15,0					35	21			39				
15,1	20,0						75	66	34	1				
20,1	25,0						4	34	2					

Таблица 31

Средние и наибольшие отклонения (Δt) месячной температуры воздуха от многолетних

Месяц	$\pm \Delta \bar{t}$	$\Delta t_{\text{макс}}$	Год	$-\Delta t_{\text{макс}}$	Год
I	3,6	7,2	1971	-12,2	1940
II	4,0	7,8	1946	-10,2	1969
III	2,3	5,9	1968	-4,5	1970
IV	1,6	2,7	1938	-4,2	1958
V	1,2	4,6	1945	-2,5	1972 и др.
VI	1,2	2,2	1939	-2,3	
VII	1,1	3,6	1969	-2,7	1961
VIII	0,9	2,4	1943	-2,7	1954
IX	1,4	3,3	1966	-2,7	1951
X	1,4	3,4	1945	-4,0	1968
XI	3,2	7,0	1973	-5,2	1961
XII	4,4	9,0	1957	-8,8	1952
				-11,6	1949

Самая холодная декада — третья декада января, самые теплые — вторая и третья декады июля. Наиболее быстро растет температура в марте, апреле — в третьей декаде она выше, чем в первой, соответственно на 6,4 и 5,9 °C.

За весь период наблюдений самое высокое значение температуры было в июле (40 °C), а самое низкое — в январе (-55 °C).

Средняя минимальная температура января ниже средней минимальной февраля на 1,0—2,7 °C. За счет увеличения продолжительности дня и высоты солнца над горизонтом средняя максимальная (дневная) температура в феврале выше дневной январской на 2,3—3,2 °C. В переходные сезоны температура воздуха

в начале и конце месяца выше или ниже средней месячной. Длительность периодов с изменением средней суточной температуры от 0 до 10 °С во время ее повышения весной и от 10 до 0 °С при ее понижении осенью почти одинакова (табл. 32).

Характеристикой температуры воздуха является число дней с температурой ниже —20 °С различной обеспеченности (рис. 16).

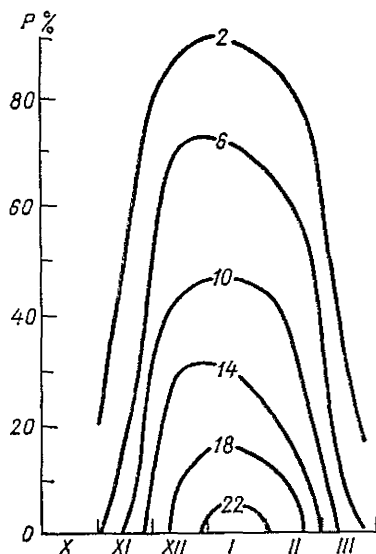


Рис. 16. Число дней с температурой воздуха ниже —20 °С различной обеспеченности (%) менее указанных пределов в отдельные месяцы.

Таблица 32

Длительность периодов (дни) со средней суточной температурой от 0 до 10 °С весной и от 10 до 0 °С осенью

Район города	Станция	Период	Весна	Осень	Разность
Центр	Красноярск, город	1884—1935 гг.	42	37	5
	Красноярск, ж.-д. ст.	1927—1935 гг.	38	39	1
	Красноярск, гидропорт	1937—1954 гг.	34	34	0
Западный	Красноярск, оп. поле	1936—1974 гг.	37	39	2
Северо-восточный	Красноярск	1938—1961, 1967—1974 гг.	38	38	0
Юго-западный	Столбы	1927—1942, 1946—1960 гг.	39	40	1

Абсолютные максимумы и минимумы показывают, как велики пределы колебания температуры воздуха (рис. 17). О колебаниях температуры воздуха в течение месяца и наиболее часто встречающихся их амплитудах можно судить по средним месячным из абсолютных амплитуд колебаний температуры воздуха (разность между средними месячными из абсолютных максимумов и минимумов), а абсолютная амплитуда (разность между абсолютными максимумом и минимумом) показывает, в каких пределах может

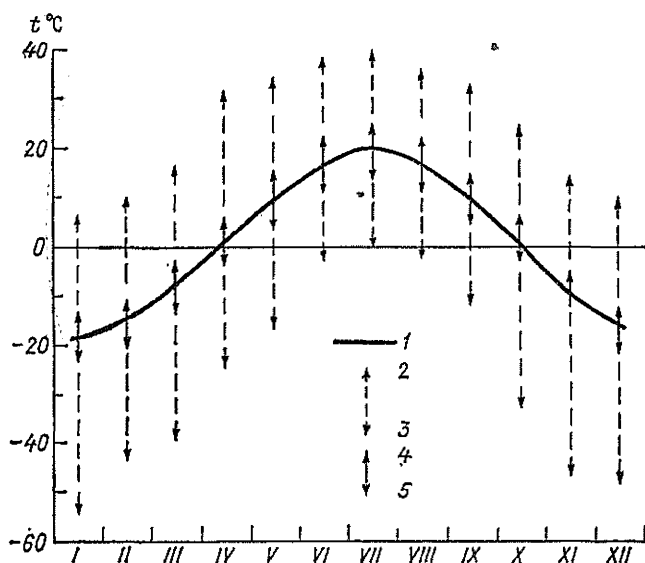


Рис. 17. Годовой ход температуры воздуха в Красноярске.

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

колебаться температура воздуха в Красноярске за месяц (табл. 33).

Средние и абсолютные месячные амплитуды колебаний температуры воздуха имеют хорошо выраженный сезонный ход. В летние

Таблица 33

Амплитуда колебаний средних из абсолютных и абсолютных температур воздуха

Амплитуда колебаний	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя	36	36	38	31	34	29	25	28	29	32	34	38
Абсолютная	61	54	56	58	52	41	40	38	45	58	61	59

месяцы они уменьшаются и наименьших значений достигают в июле, с октября начинают увеличиваться и достигают наибольших значений в декабре и январе. В годовом ходе средняя суточная амплитуда колебаний температуры воздуха наименьшие значения имеет с октября по февраль ($2-4^{\circ}\text{C}$), начиная с марта вследствие дневного прогрева она возрастает до $6-7^{\circ}\text{C}$. Наибольшего значения она достигает в июне—июле (8°C), в августе и сентябре снова уменьшается до $6-7^{\circ}\text{C}$ за счет отдачи в ночные

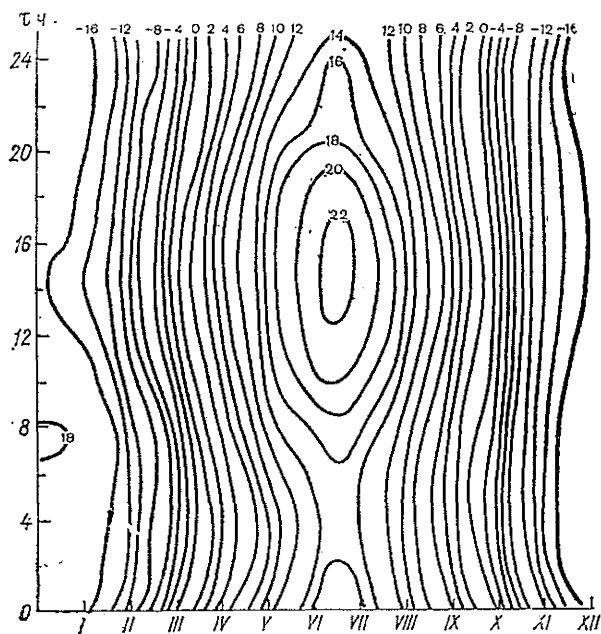


Рис. 18. Изоплеты средней ежечасной температуры воздуха.

часы тепла из почвы, вследствие чего сглаживается ход эффективного излучения (рис. 18). Самых низких значений суточная амплитуда колебаний температуры воздуха достигает в ноябре ($2,2^{\circ}\text{C}$) и декабре ($1,6^{\circ}\text{C}$), когда преобладает облачная погода (табл. 34). Большие суточные амплитуды, т. е. резкие колебания температуры ($15-23^{\circ}\text{C}$), наиболее часто встречаются в мае (32 % дней), наиболее редко они наблюдаются в ноябре (3 % дней). В холодный период часто наблюдаются дни с суточной амплитудой колебаний $3-8^{\circ}\text{C}$, в теплый период $8-13^{\circ}\text{C}$.

Междусуточная изменчивость вычисляется по средним суточным данным, влияние суточного хода сглаживается, и она отражает только колебания, вызванные адвекцией тепла и холода. В Красноярске наибольшая (10—41 %) повторяемость междусуточной изменчивости температуры воздуха в течение всего года

Таблица 34

Суточный ход температуры воздуха (°C)

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

Таблица 35

Повторяемость (%) междусуточной изменчивости температуры воздуха в определенных пределах

Температура, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
≤ -20,0				0,1								0,1	
-19,9	-18,0	0,1	0,1									0,1	0,1
-17,9	-16,0	0,3	0,1	0,1	0,1							0,3	
-15,9	-14,0	0,3	0,6	0,3							0,4	0,4	0,4
-13,9	-12,0	0,9	1,0	0,4	0,3						0,1	0,7	1,5
-11,9	-10,0	2,3	1,3	0,5	0,5	0,9	0,2		0,1		0,8	2,1	1,8
-9,9	-8,0	3,4	2,8	2,3	1,3	1,7	0,8	0,1	0,3	1,0	1,7	3,7	4,8
-7,9	-6,0	6,6	5,4	3,8	3,4	4,5	2,8	0,6	1,3	2,1	3,4	5,9	7,4
-5,9	-4,0	9,0	8,9	6,0	5,1	5,9	6,3	3,5	4,7	6,5	8,8	9,3	8,4
-3,9	-2,0	11,6	11,5	11,6	11,5	12,0	10,4	10,5	11,9	12,3	14,2	13,2	9,9
-1,9	-0,1	15,0	15,9	18,2	18,7	15,2	21,6	30,0	32,6	28,0	21,7	14,7	14,1
0,0	1,9	18,2	16,4	22,2	28,5	25,7	30,7	41,3	36,1	30,4	23,1	17,0	18,8
2,0	3,9	13,2	14,4	16,6	19,6	19,5	18,3	12,0	10,8	14,5	14,3	13,6	11,9
4,0	5,9	8,4	10,2	10,0	7,6	9,7	6,8	1,9	2,1	3,9	6,8	9,5	8,1
6,0	7,9	4,0	5,8	5,0	2,3	3,2	2,1	0,1	0,1	1,2	3,7	4,7	5,8
8,0	9,9	2,2	2,3	1,7	0,7	1,3				0,1	0,6	2,1	2,8
10,0	11,9	2,5	1,0	1,0	0,3	0,3					0,3	1,6	1,2
12,0	13,9	1,3	1,3	0,1		0,1					0,1	0,9	1,8
14,0	15,9	0,5	0,4		0,1							0,1	0,5
16,0	17,9	0,1	0,4	0,1									0,3
18,0	19,9	0,1	0,1										0,4
≥ 20,0			0,1										
Средняя между- суточная измен- чивость		4,1	4,0	3,3	2,6	3,0	2,4	1,6	1,7	2,1	2,9	4,0	4,4

приходится на пределы $\pm 2-4^{\circ}\text{C}$. В зимний период наибольшую (13—18 %) повторяемость составляет промежуток $0-2^{\circ}\text{C}$, в летний период (наиболее часто в июле, 41 %) составляет также градация $0-2^{\circ}\text{C}$. В отдельных случаях в зимние месяцы изменчивость температуры достигает $\pm 18-20^{\circ}\text{C}$ (0,1 %), в летние месяцы $\pm 6-8^{\circ}\text{C}$ (0,1—2,8 %), еще реже (0,1—0,2 %) она равна $10-12^{\circ}\text{C}$ (табл. 35).

Суммы положительных температур характеризуют термические условия вегетационного периода, которые необходимо учитывать при планировании работ по благоустройству и озеленению города и т. д. Распределение сумм температур по территории города колеблется под влиянием рельефа, экспозиции склонов и других местных особенностей. На возвышенных открытых участках суммы положительных температур меньше, чем на равнине. В долинах реки, лощинах, оврагах они значительно увеличиваются по сравнению с открытым ровным местом. Например, на станции Столбы, расположенной в окрестностях города на высоте 692 м, сумма положительных температур выше 15°C в среднем равна 853°C , а в центре города, расположенном в долине реки (высота 156 м), она составляет 1433°C . Накапливаемая положительная сумма температур за период с температурами выше 0°C в разных районах города составляет в среднем $1800-2400^{\circ}\text{C}$, а за период с температурой выше 5°C (вегетационный период) она равна $1600-2400^{\circ}\text{C}$. Колебания положительных сумм температур, как и колебания средних температур, в отдельные годы меняются в зависимости от режима циркуляции теплого периода. Так, например, сумма положительных температур за период с температурами выше 10°C в среднем по городу составляет $1200-2200^{\circ}\text{C}$, а в наиболее холодные годы она уменьшается до 650°C , в 95 % лет равна 900°C и больше, в 5 % лет достигает 1500°C и больше. В наиболее теплые годы сумма положительных температур может быть до 2500°C .

4.2. Температура почвы

Температурный режим почвы определяется радиационным и тепловым балансом ее поверхности и зависит от температуры воздуха, механического состава почвы, ее влажности, наличия растительного и снежного покровов.

Годовой ход температуры почвы аналогичен годовому ходу температуры воздуха (табл. 36). Отрицательные значения температуры на поверхности почвы отмечаются с ноября по март, положительные — с апреля по октябрь. Средняя годовая температура поверхности почвы равна 2°C , это на $1,5^{\circ}\text{C}$ выше температуры воздуха. Зимой средняя месячная температура поверхности почвы мало отличается от средней температуры воздуха (разница составляет менее 1°C). Самые низкие температуры на поверхности почвы наблюдаются в январе, на глубинах 20, 40 и 80 см — в феврале. На глубинах 160 и 320 см минимум приходится на март—

май. Средняя месячная температура поверхности почвы днем повышается до -10°C , ночью понижается до -24°C . Абсолютный минимум температуры поверхности почвы может понижаться до -55°C .

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

Месяц	$\bar{t}$	$\bar{t}_{\text{макс}}$	$T_{\text{макс}}$	$\bar{t}_{\text{мин}}$	$T_{\text{мин}}$	$\bar{t}$ на глубине, см						
						5	10	20	40	80	160	320
I	-18	-14	4	-24	-55			-7,5	-6,0	-3,0	0,3	2,5
II	-16	-10	9	-22	-48			-9,0	-7,4	-4,7	-1,1	1,6
III	-9	0	22	-17	-42			-5,9	-5,2	-4,1	-1,8	0,9
IV	2	13	44	-6	-31			-0,2	-0,9	-1,4	-1,2	0,5
V	12	27	52	1	-19	9,4	8,2	6,1	3,6	0,8	0,4	0,4
VI	21	38	59	9	-4	17,6	16,3	13,5	10,2	5,8	1,0	0,5
VII	24	41	61	12	1	21,2	20,1	17,6	14,6	10,5	5,0	1,2
VIII	19	34	54	10	-2	17,9	17,5	15,8	14,4	12,3	8,3	3,5
IX	10	22	44	3	-13	9,9	10,2	9,7	9,9	9,9	8,3	5,1
X	0	8	30	-4	-36	1,0	1,5	3,2	4,3	5,6	6,4	5,3
XI	-10	-6	11	-16	-47			-1,2	0,2	2,0	3,9	4,7
XII	-17	-13	7	-23	-52			-5,1	-3,3	-0,6	1,9	3,6
Год	2	12	61	-6	-55			3,0	2,9	2,8	2,6	2,5

С температурой поверхности почвы, поглощающей и излучающей тепло, связан тепловой режим нижележащих слоев. Средняя годовая температура почвы на всех глубинах начиная с 20 см примерно одинакова и равна 3°C . С глубиной температура почвы повышается. Температуры ниже 0°C отмечаются на глубине 20 см с ноября, на глубине 40 и 80 см — с декабря по апрель, а на глубине 160 см — с февраля по май. На глубине 320 см средние месячные температуры положительны в течение всего года. В годы с малоснежными холодными зимами слой с температурой ниже 0°C может сохраняться до половины лета. Средняя глубина проникновения температуры 0°C в суглинистой почве увеличивается от 66 см в ноябре до 276 см в марте (табл. 37).

Таблица 37
Глубина проникновения z (см) температуры 0°C в почву (под естественным покровом)

Месяц	$\bar{z}$	$z_{\text{макс}}$	Год	$z_{\text{мин}}$	Год
X	.	35	1949	0	
XI	66	130	1952	24	1936
XII	124	181	1945	54	1933
I	191	273	1938	120	1931
II	244	307	1930	149	1962
III	276	>320	1930	177	1962
IV	275	>320	1930	147	1975
V	262	>320	1930	120	1975
VI	228	>320	1969	160	1961

В холодный период года после установления отрицательных температур в воздухе большое влияние на тепловое состояние почвы, ее промерзание оказывает наличие снежного покрова, а также его мощность. Первый заморозок на поверхности почвы наблюдается на шесть дней раньше, чем в воздухе (13 сентября), а в годы с поздней осенью — на десять. Самый ранний заморозок на поверхности почвы был отмечен 18 августа 1945 г. (табл. 38). Устойчивое промерзание происходит в последних числах октября, а самое раннее — в конце первой декады этого месяца (табл. 39).

Таблица 38

Даты последнего и первого заморозков и продолжительность τ (дни) безморозного периода на поверхности почвы и на различных глубинах

Глубина, см	Дата заморозка						τ	τ _{макс}	τ _{мин}
	последнего			первого					
	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя			
Поверхность почвы	1 VI	11 V	23 VI	13 IX	18 VIII	25 IX	103	111	94
40	29 IV	10 IV	14 V	21 XI	2 XI	20 XII	205	254	172
80	14 V	27 IV	26 V	11 XII	14 XI	12 I	210	260	172

Таблица 39

Даты устойчивого промерзания и весеннего оттаивания почвы

Процесс	Средняя дата	Самая ранняя дата	Год	Самая поздняя дата	Год
Промерзание	29 X	10 X	1961	13 XI	1973
Оттаивание					
до 10 см	15 IV	29 III	1966	2 V	1965
до 30 см	30 IV	18 IV	1961	13 V	1969
полное	15 VI	26 V	1975	7 VII	1969

В марте отмечается максимальная глубина промерзания почвы. Средняя из максимальных глубин промерзания составляет 175 см, а в отдельные малоснежные зимы — до 253 см (табл. 40, 41).

С изменением продолжительности полуденной высоты солнца радиационный и тепловой баланс поверхности почвы постоянно изменяется. Эти изменения вызывают и изменения температуры почвы. Наиболее резкое повышение температуры почвы до глубины 160 см происходит весной (в апреле—мае). В июне—августе почва сильно прогревается и максимальная температура оголенной

Таблица 40
Глубина промерзания почвы (см) по мерзлотомеру Данилина

Характери- стика	X	XI	XII	I	II	III	IV	Из максимальных за зиму		
								средняя	наиболь- шая	наимень- шая
Глубина	9	46	83	117	141	170	154	175	253	128

Таблица 41
Обеспеченность (%) наибольшей глубины промерзания почвы за зиму
в отдельные годы

Наибольшая глубина промерзания почвы за зиму, см	Год	Обеспеченность, %							Наименьшая глубина промерзания почвы за зиму, см	Год
		5	10	25	50	75	90	95		
253	1956-57	230	209	182	160	138	129	128	126	1964-65

поверхности почвы в среднем на 6—9°C выше, чем максимальная температура воздуха, а в отдельные жаркие дни разности достигают 18—21°C.

Значительное понижение температуры почвы наблюдается осенью (в сентябре—октябре). Дополнительные оценки термического режима почвы приведены в приложении (табл. 27, 28).

5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ

5.1. Влажность воздуха

Как один из элементов увлажнения влажность воздуха имеет три основных показателя: упругость водяного пара, относительная влажность и недостаток насыщения воздуха водяным паром.

Упругость водяного пара — это его парциальное давление, измеряемое в миллибарах (мбар), миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.) или в гектопаскалях (гПа). Абсолютная влажность — масса водяного пара (в граммах), находящегося в данный момент в 1 м^3 воздуха, т. е. г/м^3 . Численные значения абсолютной влажности и упругости близки, если упругость измеряется в миллиметрах ртутного столба. Относительная влажность — отношение (в процентах) количества содержащихся в воздухе водяных паров к предельному их количеству, возможному при данной температуре воздуха. Недостаток насыщения (дефицит влажности) — разность между давлением паров, насыщающих пространство, и фактической упругостью водяного пара, находящегося в воздухе.

Влажность воздуха имеет четко выраженный годовой и суточный ход. Упругость водяного пара зависит от температуры воздуха. Чем выше температура, тем большее количество водяного пара может находиться в данном объеме воздуха. Упругость водяного пара в течение года меняется аналогично ходу температуры воздуха: наибольшие значения наблюдаются летом (в июле), наименьшие — в холодные зимние месяцы (рис. 19). Годовая амплитуда средней месячной упругости водяного пара составляет 15 гПа. Суточный ход упругости водяного пара в зимние месяцы повторяет суточный ход температуры воздуха, максимум наступает в дневные часы, минимум — перед восходом солнца.

Относительная влажность воздуха является показателем насыщения воздуха водяным паром. Годовой ход относительной влажности воздуха противоположен годовому ходу упругости водяного пара. Наиболее низкая относительная влажность воздуха (53—62 %) наблюдается в апреле — июне, что обусловлено быстрым прогреванием приземных слоев воздуха и небольшим количеством выпадающих осадков. Самое низкое месячное ее значение составляло 44 % (май 1960 г.). К августу ее значение повышается, достигая 76 %. Затем следует небольшой спад, а с переходом к устойчивым отрицательным температурам в ноябре — декабре снова наблюдается увеличение относительной влажности

до 72 %. Изменение относительной влажности воздуха в течение суток можно проследить по данным срочных наблюдений (табл. 42).

С ноября по февраль значение относительной влажности почти не изменяется, 71—72 % (приложение, табл. 29). Амплитуда колебаний обычно не превышает 20 %, однако в отдельные дни она может превышать 40 %. Наиболее высокая относительная влажность в 13 ч наблюдается с ноября по февраль. С февраля дневная относительная влажность воздуха понижается и более интенсивное ее понижение отмечается от марта к апрелю (соответ-

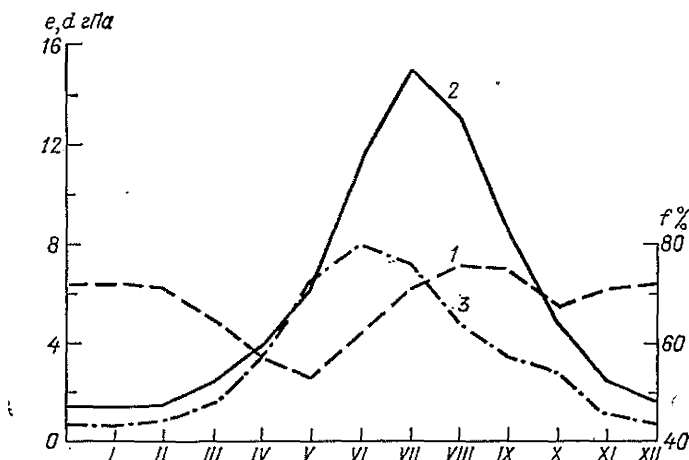


Рис. 19. Годовой ход влажности воздуха.

1 — относительная влажность воздуха; 2 — упругость водяного пара; 3 — дефицит влажности.

Таблица 42

Относительная влажность воздуха (%) по сезонам и за год

Сезон	e гПа	Срок наблюдений, ч				За сутки	f _{мин}	Число дней с относительной влажностью		
		1	7	13	19			в один из сроков наблюдений		в 13 ч
								≤30 %	≤50 %	
Зима	1,9	75	76	68	72	73	22	2	24	31
Весна	5,6	68	67	44	51	77	7	19	29	4
Лето	13,1	81	77	51	59	67	13	9	51	7
Осень	7,0	80	80	58	70	72	15	2	22	8
Год	6,2	76	76	58	65	69	7	32	126	50

ственно 56 и 47 %) и от апреля к маю. Апрель и май отличаются большой засушливостью, вследствие чего и относительная влажность в 13 ч в эти месяцы наименьшая (приложение, табл. 30). Дни, когда относительная влажность опускается ниже 30 %, считаются сухими. В марте, июле и августе в среднем наблюдается один-два таких дня, в мае — до 12. Относительная влажность 80 % и более служит характеристикой влажных дней. Среднее число таких дней с марта по июнь — один-два, в декабре таких дней 9 (максимум). В отдельные годы число сухих и влажных дней может значительно отклоняться от среднего значения. Наибольшее число дней с относительной влажностью 30 % и менее было в мае 1953 г. (21 день), когда частые прохождения антициклонов обусловили теплую сухую погоду, а в мае 1949 г. таких дней было пять. Сухих дней мало в сентябре и с ноября по февраль (табл. 43). Максимальное число влажных дней отмечено в декабре 1943 г. (21).

Таблица 43

Число дней n с относительной влажностью воздуха ≤ 30 и 50 % в любой из сроков наблюдений и ≥ 80 % в 13 ч

Месяц	$f \leq 30 \%$		$f \leq 50 \%$		$f \geq 80 \%$	
	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$
I	0,05	1	3	8	8	16
II	0,4	7	3	9	5	13
III	1	2	10	19	2	5
IV	7	12	21	26	2	5
V	12	21	8	29	2	11
VI	6	13	21	26	1	4
VII	2	7	17	27	3	9
VIII	1	7	13	23	3	10
IX	0,4	2	11	22	3	6
X	2	5	11	19	5	10
XI	0,3	3	5	18	7	14
XII	0,2	3	3	8	9	21
Год	32	51	126	173	50	72

Годовой ход дефицита влажности соответствует распределению относительной влажности. Наибольших значений дефицит влажности достигает в июне—июле, когда в среднем за месяц он удерживается на одном уровне и равен 9 гПа. В отдельные годы средний месячный дефицит влажности значительно отклоняется от нормы, особенно в летние месяцы ($\sigma = 1,1 \dots 1,4$ гПа). За весь период наблюдений максимальное значение (12,0 гПа) дефицита влажности было отмечено в июле 1969 г. Начиная с ноября дефицит влажности резко понижается, и во все зимние месяцы он невелик, в среднем не превышает 1,5 гПа. В июне дефицит влажности довольно высок (8 гПа). Суточный ход дефицита

влажности хорошо выражен с апреля по сентябрь, при этом наибольшие значения отмечаются днем, в послеполуденное время, наименьшие — ночью, перед восходом солнца (табл. 44). Данные по испарению и испаряемости (максимально возможному испарению), полученные на основании расчетных методов А. Р. Константинова, характеризуют фактическое и возможное испарение с поверхности почвы и снежного покрова. В сумме за год с поверхности почвы и снега может испариться 362 мм воды, а при неограниченном ее запасе максимально возможное испарение равно 639 мм (табл. 45). Наибольшее испарение с водной поверхности наблюдалось в июне 1953 г. (149 мм), наименьшее — в 1972 г.: в июне и июле оно составило 52—61 мм, а в августе 1975 г. было еще меньше (48 мм). В сентябре испарение по годам изменяется в меньших пределах. Так, при среднем испарении 45 мм максимум составил 73 мм (1956 г.) минимум — 30 мм (1968 г.)

Таблица 44

Средний месячный и годовой дефицит влажности в различные часы суток (гПа)

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1	0,6	0,6	1,2	2,4	4,2	4,3	3,3	2,4	2,1	2,3	1,0	0,7	2,1
7	0,6	0,6	0,9	2,2	4,5	5,2	4,4	2,6	1,9	2,0	1,0	0,7	2,2
13	0,8	1,1	2,3	5,2	9,9	12,6	12,7	9,3	6,5	4,0	1,4	0,8	5,5
19	0,6	0,8	1,7	3,8	8,0	9,8	8,7	5,1	3,3	2,8	1,1	0,7	3,9

Таблица 45

Испарение и испаряемость (мм) с различных поверхностей

Поверхность	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Испарение													
Почва													
и снег	0	2	7	36	59	72	80	62	29	13	1	1	362
Вода					73	93	87	68	45	14			
Испаряемость													
Почва													
и снег	3	6	14	62	100	130	126	92	57	30	13	6	639

5.2. Атмосферные осадки

Атмосферные осадки характеризуют толщину слоя воды (в миллиметрах), выпадающей на поверхность земли из облаков в виде дождя, снега, града, снежной крупы. Осадки могут образо-

ываться на поверхности земли и различных предметов непосредственно из воздуха (роса, иней, изморозь). Это так называемые горизонтальные осадки. Осадки делят на три вида: обложные, моросящие и ливневые, они могут быть твердыми (снег, крупа) и жидкими (дождь).

Обложные осадки выпадают из сплошного облачного покрова, образуемого слоисто-дождевыми и высокостристыми облаками. Они, как правило, продолжительны и охватывают большую площадь. Моросящие осадки выпадают из слоистых облаков в виде очень мелких капелек, мельчайших снежинок или ледяных игл. 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, охватывают небольшую площадь, интенсивность их быстро меняется. Не следует думать, что при ливневых дождях обязательно выпадает большое количество осадков, но наиболее интенсивные дожди носят ливневый характер.

При систематизации результатов наблюдений по Красноярску использованы данные в основном с 1914 по 1975 г., а для некоторых таблиц с 1932 г. При расчетах используются данные о среднем количестве измеренных осадков, а также учитываются поправки на смачивание осадкомерного ведра и выдувание (табл. 46).

Таблица 46

Среднее месячное и годовое количество осадков (мм)

Среднее количество осадков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
По осадкомеру (без введения поправок)	6	4	6	13	32	44	68	61
С учетом поправок на смачивание	7	5	7	14	35	48	71	65
С учетом поправок на выдувание и смачивание	10	6	9	18	37	49	72	66

Среднее количество осадков	IX	X	XI	XII	XI—III	IV—X	Год
По осадкомеру (без введения поправок)	39	19	14	10	40	276	316
С учетом поправок на смачивание	43	21	15	11	45	297	342
С учетом поправок на выдувание и смачивание	44	25	21	15	61	311	372

В зависимости от вида атмосферных осадков год условно разделен на два периода: 1) период с выпадением преимущественно твердых осадков — холодный (ноябрь—март) и 2) период с преобладанием жидких осадков — теплый (апрель—октябрь). Максимум осадков (до 72 %) выпадает в теплый период. В течение года пятая часть осадков (около 20 %) выпадает в твердом виде. В переходные месяцы (март, апрель, октябрь, ноябрь) выпадают смешанные осадки в виде снега с дождем, мокрого снега, ледяного дождя, все вместе они составляют 9 % годового количества осадков (табл. 47).

Таблица 47

Твердые, жидкие и смешанные осадки (% от общего количества, 1-я строка) и среднее число дней с разными осадками (2-я строка)

Вид осадков	I	II	III	IV	V	VI
Твердые	98 10,8	99 9,0	87 8,6	34 4,8	6 1,6	• •
Жидкие	• •		2 •	23 2,3	72 9,0	99 13,3
Смешанные	2 •	1 •	11 •	43 2,6	22 2,2	1 •

Вид осадков	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Твердые			2 0,6	31 7,0	82 13,5	99 13,0	19 69
Жидкие	100 13,8	100 15,9	92 13,0	32 4,4	3 •		72 72
Смешанные		• •	6 1,0	37 3,2	15 0,7	1 •	9 11

Примечание. Точка (•) означает, что твердые, жидкие и смешанные осадки составляют $\leq 0,5$ %.

Годовое количество осадков в пределах Красноярска 316 мм. Из них с октября по март выпадает до 60 мм. Наименьшее месячное количество (4—6 мм) наблюдается в феврале—марте. С апреля количество осадков постепенно увеличивается, достигая максимума в июле (68 мм). Распределение осадков по месяцам в отдельные годы может значительно отличаться от многолетнего (табл. 48). Разность годовых сумм осадков в отдельные годы может достигать 300 мм. Так, в 1945 г. выпало 260 мм осадков, а в 1966 г. 590 мм. Изменчивость месячного количества осадков в отдельные годы теплого периода особенно велика. Так, в июле 1952 г. выпало 171 мм осадков, а в июле 1957 г. всего 17 мм. Большую изменчивость осадков из года в год можно характеризовать суммами осадков различной обеспеченности (табл. 49). Например, в фев-

рале при средней многолетней сумме осадков 9 мм в 1966 г. выпало 42 мм, т. е. количество, возможное 1 раз в 100 лет (1 %-ная обеспеченность); 1 раз в 20 лет (5 %) обеспеченная сумма составит 26 мм и больше. Наименьшая наблюдаемая месячная сумма осадков (0,4 мм) в феврале отмечалась в 1949 г.

Число дней с измеренными осадками (0,1 мм и более) в холодный период года составляет в среднем от 9 до 15, в теплый период 10—16 в каждом месяце (рис. 20, приложение, табл. 31). Продолжительность выпадения осадков больше в холодное время года (до 200 ч), в теплый период она составляет до 80 ч (табл. 50). Наибольшая продолжительность выпадения осадков за 1941—1960 гг. была зарегистрирована в ноябре 1960 г. (315 ч) и в де-

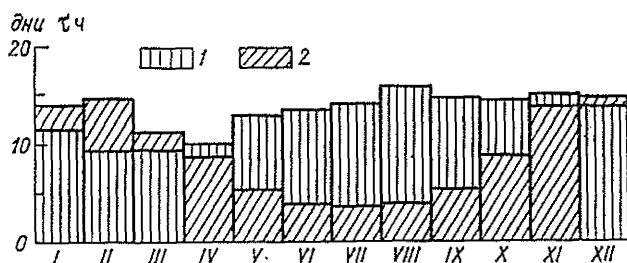


Рис. 20. Годовой ход числа дней с осадками (1) и их продолжительность τ в день с осадками (2).

кабре 1951 г. (316 ч). Летом (в июне—августе) наибольшая продолжительность (около 300 ч) наблюдалась в 1955 г. Наибольшая повторяемость продолжительности осадков приходится на града-ции менее 6 ч, повторяемость обложных осадков такой продолжи-тельности составляет 57 % и ливневых 81 % (табл. 51).

Таблица 48

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

Месяц	Δx меньше нормы, мм				Δx больше нормы, мм				
	0—20	21—40	41—60	61—80	0—20	21—40	41—60	61—80	81—100
I	55				43	2			
II	58				38	4			
III	65				33	2			
IV	61				33	4	2		
V	43	8			34	11	4		
VI	34	21	2		25	6	10	2	
VII	20	16	11	2	27	10	8	2	4
VIII	28	21	8		23	5	5	5	5
IX	43	11			28	16	2		
X	44	8			34	10	4		
XI	56	4			28	8	2	2	
XII	64				28	6	2		

Таблица 49

Месячные и годовые суммы осадков (мм) различной обеспеченности

Месяц	Сумма осадков		Год	Обеспеченность, %													Наимень- шая сумма	Год
	средняя	наиболь- шая		1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	99		
I	10,8	35,3	1966	37	24	20	16	13	11	9	8	6	5	4	2	1,6	1,6	1942
II	9,0	41,6	1966	42	26	20	14	11	8	7	6	4	3	2	0,9	0,4	0,4	1949
III	10,4	36,7	1971	43	25	21	16	14	11	9	7	6	5	3	2	0,1	0,1	1916
IV	21,7	68,0	1960	70	48	39	30	26	21	18	15	12	9	5	3	1	1,1	1918
V	39,7	84,2	1943	86	71	63	54	48	42	38	34	30	24	18	12	2,5	3,9	1960
VI	56,9	139,5	1967	140	112	91	75	66	58	51	44	40	35	28	23	14	15,0	1958
VII	78,7	170,6	1953	174	145	138	108	96	86	77	68	58	49	36	28	16	16,9	1957
VIII	70,9	157,4	1923	172	136	118	96	85	75	66	57	49	42	32	24	12	13,5	1973
IX	44,6	88,3	1955	92	75	68	59	53	48	43	39	35	30	24	20	14	14,7	1920
X	33,5	78,1	1938	82	63	55	45	40	35	31	27	23	18	13	9	3	3,3	1947
XI	26,2	90,9	1927	95	56	45	35	30	25	23	19	16	13	9	7	3	3,8	1921
XII	17,1	59,4	1964	61	44	35	26	20	16	13	10	8	7	5	4	3	3,3	1920
Год	419,5	592,2	1966	595	545	510	470	440	420	405	395	370	350	320	300	255	260,3	1945

Примечание. В таблице средние, наибольшие, наименьшие суммы осадков и их обеспеченность за 1914—1975 гг. даются без поправок.

Таблица 50

Средняя и максимальная продолжительность τ (ч) осадков

Месяц	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	τ в день с осадками	Месяц	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	τ в день с осадками
I	156	286	13,9	VII	49	113	3,5
II	132	254	14,5	VIII	60	100	3,8
III	102	193	11,1	IX	78	158	5,3
IV	89	178	8,9	X	127	242	8,8
V	70	118	5,4	XI	204	315	13,7
VI	48	75	3,6	XII	202	316	14,6
				Год	1317	1839	89

Таблица 51

Повторяемость осадков различной продолжительности

Обложные		Ливневые	
Продолжи- тельность, ч	Повторяе- мость, %	Продолжи- тельность, ч	Повторяе- мость, %
<6	57	<6	81
6—12	22	6—12	14
12,1—18	9	12,1—18	3
18,1—24	4	18,1—24	2
24,1—30	3	24,1—30	0,3
30,1—36	2	30,1—36	0,1
36,1—42	1	36,1—42	
42,1—48	0,8	42,1—48	
48,1—54	0,5	48,1—54	
54,1—60	0,2	54,1—60	
>60	0,5	>60	

Все сказанное ранее относится к осадкам, выпадающим на горизонтальную поверхность. Дождь при ветре обильно смачивает наклонные и вертикальные поверхности — стены, ограждающие конструкции. Поэтому особый интерес представляет интенсивность и продолжительность жидких осадков, попадающих на вертикальные поверхности, когда наиболее вероятно отсыревание наружных стен зданий, образование водяной пленки, стекание воды по стенам и промачивание их на нижних этажах, в результате чего создается контраст увлажнения между нижними и верхними этажами. Отсыревание наружной стены здания чаще наблюдается при малоинтенсивных или продолжительных дождях с сильными ветрами — при так называемых «косых дождях» [67]. Такие дожди вызывают ухудшение санитарно-гигиенических и тепловых условий внутри помещения. Систематическое воздей-

ствие косых дождей на стены зданий приводит к последовательному чередованию увлажнения и высыхания, в результате на стенах образуются трещины. Количество осадков (месячное), приходящихся на вертикальную поверхность (X_v), рассчитывается по формуле, предложенной Ц. А. Швер [68] (табл. 52)

$$X_v = (1,4P_1 + 2,4P_2 + 3,0P_3) X_r,$$

где X_r — количество осадков (месячное), приходящихся на горизонтальную поверхность; P_1, P_2, P_3 — повторяемость скоростей ветра (за месяц) по градациям 6—9, 10—14, 15 м/с и выше соответственно (в долях единицы).

Таблица 52

Среднее количество осадков (мм), поступающих на стены зданий при косых дождях

Месяц . . .	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV—X
Осадки мм	8	12	9	6	7	9	14	65
%	62	38	20	9	11	23	74	24

Примечание. Здесь даны проценты от общего количества осадков.

В среднем за теплый период в центре Красноярска на долю косых дождей приходится 65 мм осадков, или 24 % общего их количества, поступающего на горизонтальную поверхность.

Косвенно об интенсивности осадков можно судить по их суточному максимуму. Максимальная интенсивность осадков в теплый период года в течение непродолжительного времени равнялась 5,1 мм/мин и была 4 июля 1961 г. (табл. 53), когда наблюдались обильные осадки (30 мм и более).

Таблица 53

Характеристика максимальной интенсивности обильных осадков за май—сентябрь

$t_{\text{наб}}$	Дата	$\bar{t}$	σ	Обеспеченность, %		
				5	50	95
5,1	4 VII 1961 г.	0,32	0,65	3,10	1,15	0,05

Из табл. 54 видно, что за июнь—август суточный максимум 17—30 мм в среднем бывает 1 раз в 5 лет (или в 20 % лет), 23—36 мм — 1 раз в 10 лет (10 %), 30—45 мм — 1 раз в 20 лет (5 %). Наибольшая интенсивность осадков наблюдается в июле (табл. 55).

Таблица 54

Суточный максимум осадков (мм) различной обеспеченности

Месяц	Средний максимум	Обеспеченность, %						Наблюдавшийся максимум		
		63	20	10	5	2	1	мм	число	год
I	3	2	4	6	8	12	13	13	18	1923
II	2	1	4	5	6	8	10	9	24	1904
III	3	2	4	6	9	11	13	12	15	1902
IV	5	4	8	11	15	19	22	21	13	1925
V	11	8	15	18	25	39	50	45	31	1934
VI	13	10	17	23	30	42	50	45	25	1918
VII	21	16	29	36	45	63	73	67	12	1912
VIII	20	14	30	36	41	46	49	47	7	1926
IX	12	8	16	21	28	39	47	32	4	1931
X	7	4	11	16	20	25	27	22	17	1917
XI	6	4	8	11	16	25	32	32	11	1927
XII	4	3	6	7	7	8	8	8	22	1910
Год	30	25	37	43	50	63	73	67	12 VII	1912

Таблица 55

Средняя интенсивность осадков $\bar{i}$ (мм/мин)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI
$\bar{i}$	0,002	0,002	0,002	0,005	0,010	0,020

Характеристика	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{i}$	0,028	0,022	0,011	0,005	0,003	0,002

В зимние месяцы количество осадков гораздо меньше (40 мм), чем в летние, что объясняется меньшим влагосодержанием воздуха из-за низкой температуры в зимний период. Следовательно, и интенсивность выпадения осадков зимой меньше. Представляют интерес данные об интенсивности осадков в течение 1 мин. Из табл. 56 видно, что интенсивность осадков 2,1 мм/мин в течение 1 мин бывает 1 раз в 5 лет (20 % лет), 3,2 мм/мин — 1 раз в 10 лет (10 %), 4,15 мм/мин — 1 раз в 20 лет (5 %).

Осадки с количеством более 8 мм за 12 ч принято называть значительными. Осадки, выпадающие за сутки слоем 30 мм и более относят к обильным. В зависимости от характера выпадения значительные осадки можно разделить на обложные, ливне-

Таблица 56

Средняя наибольшая интенсивность осадков за одну минуту
и различная ее обеспеченность

$\bar{t}$	σ	C_s	Наблюдаемая максимальная интенсивность	Дата	Обеспеченность, %				
					1	2	5	10	20
0,98	1,18	2,40	5,80	4 VII 1960 г.	5,85	5,15	4,15	3,20	2,10

Примечание. C_s — коэффициент асимметрии.

вые и обложные с ливнями. Значительные осадки ливневого типа выпадают чаще (46 %) днем (табл. 57). Ночью отмечается до 38 % случаев со значительными ливневыми осадками. Обложные значительные осадки в городе бывают реже. Повторяемость значительных осадков в жидком виде 96 %, в твердом — до 7 %.

Таблица 57

Повторяемость (%) значительных осадков по их видам и фазовому состоянию

Часть суток	Вид осадков			Фазовое состояние		
	обложные	ливневые	обложные+ ливневые	жидкие	твердые	смешанные
День . . .	23	46	31	96	1	3
Ночь . . .	26	38	36	90	3	7

Обильные осадки в городе встречаются не ежегодно. Максимум повторяемости числа дней с обильными осадками приходится на теплое время года (апрель—сентябрь). Среднее количество выпадающих обильных осадков равно 50 мм (табл. 58).

Таблица 58

Характеристика количества обильных осадков x за апрель—сентябрь

Наибольшее количество, мм	Год	$\bar{x}$, мм	σ	Обеспеченность, %											
				5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	
69	1969	50	22,9	67	56	45	40	38	36	35	34	33	32	31	

Обеспеченность количества обильных осадков рассчитывалась по общему числу случаев с осадками 30 мм и более за сутки.

Каждые 20 лет в городе могут выпадать обильные осадки слоем в 67 мм (5 %-я обеспеченность) и почти ежегодно — слоем 31—32 мм (95 и 90 %-я обеспеченность).

Суточный слой обильных осадков может быть получен в результате выпадения одного или нескольких дождей. Обычно обильные осадки в городе продолжаются не более суток, причем начинаются и заканчиваются они в различное время суток.

Наиболее часто обильные осадки выпадают в июне—августе (до 45 % всех случаев приходится на июль, 30—35 % — на август, до 27 % — на июнь и только 6 % — на май и сентябрь).

Осадки слоем 70 мм и более за сутки считаются особо обильными и опасными. За время наблюдений такие осадки в городе отмечались два раза.

В теплый период года осадки выпадают неравномерно. Периоды с дождями разделяются периодами бездождья. За бездождный период принят такой период, когда в течение 10 дней и более осадки не выпадали совсем или их суточное количество не превышало 1 мм. Длительные периоды без дождя наблюдаются при антициклональной погоде. За год в Красноярске может наблюдаться от одного очень длительного бездождного периода продолжительностью в 37 дней (май—июнь 1960 г.), до восьми периодов продолжительностью от 10 до 20 дней (1940 г.). Следует отметить, что бездождные периоды продолжительностью 10—20 дней повторяются в 90 % случаев, продолжительностью 21—30 дней бывают значительно реже (9 %) и продолжительностью 31—40 дней — особенно редко (всего 4 % случаев). Наиболее длительный период без дождя имел продолжительность 39 дней — с 1 апреля по 9 мая 1970 г. (табл. 59). Чаще всего бездождные периоды отмечаются весной (апрель, 27 %) и осенью (сентябрь—октябрь, 30 %). Редки они в июле—августе (9 %).

Таблица 59

Повторяемость (%) бездождных периодов различной продолжительности за апрель—октябрь

Средняя повторяемость	Продолжительность, дни			Максимум	Дата
	10—20	21—30	31—40		
15	87	9	4	39	1 IV—9 V 1970 г.

Роса и иней. Роса и иней образуются в результате конденсации водяных паров непосредственно из воздуха при его соприкосновении с холодными предметами. Эти осадки являются дополнительным источником увлажнения поверхностного слоя почвы. При температуре выше 0°C получаются капли росы, при отрицательной температуре влага замерзает в виде тонких

кристалликов инея. Наиболее обильные роса и иней бывают на траве, листьях кустов и деревьев, крышах. Обильная роса может дать слой осадков до 0,5 мм. Роса в Красноярске наблюдается в основном с мая по октябрь, в среднем 55 дней за сезон (табл. 60). Иней в Красноярске бывает во все месяцы, причем

Таблица 60

Число дней с росой								
Месяц . .	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Сумма
Число дней	0	3	12	17	14	9	0,3	55

в период с 1938 по 1976 г. в июле он наблюдался два раза — в 1952 и 1953 гг. В среднем за год отмечается 82 дня с инеем (табл. 61).

Таблица 61

Число дней с инеем													
Месяц . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Число дней	6	7	11	13	7	1	0	1	7	12	9	8	82

В отдельные годы возможны значительные отклонения количества дней с росой и инеем от средних значений. Так, в 1973 г. было 75 дней с росой и 111 дней с инеем.

5.3. Снежный покров

Снежный покров в Красноярске появляется 16 октября, самая ранняя дата его появления 4 сентября, самая поздняя 9 ноября (табл. 62). Снежный покров очень редко устанавливается сразу. Обычно первый снежный покров лежит недолго и при очередном потеплении сходит. Средняя многолетняя дата образования устойчивого снежного покрова 4 ноября, т. е. почти через 20 дней после его появления. Самое раннее образование устойчивого снежного покрова отмечено 7 октября 1970 г. Дата образования снежного покрова изменчива; например, в 1948 г. устойчивый снежный покров образовался только 2 декабря. В редких случаях, всего в 5 % лет, снежный покров образуется 22 октября. С этой же вероятностью его может не быть до 26 ноября. В 75 % лет устойчивый снежный покров бывает 10 ноября.

С установлением снежного покрова высота его постепенно увеличивается. В конце октября она уже составляет 6—12 см, в конце декабря — около 30 см, а в первой и второй декадах марта высота снежного покрова достигает среднего максимального значения 40 см (табл. 63). Наибольшей из наблюдаемых является высота снежного покрова 69 см (зима 1965-66 г.), она была отме-

Таблица 62

**Даты появления и схода снежного покрова, образования и разрушения
устойчивого снежного покрова различной обеспеченности**

Процесс	Сред- няя дата	Самая поздняя дата	Обеспеченность в указанные даты и более поздние, %							Самая ранняя дата
			95	90	75	50	25	10	5	
Появление снежного покрова	16 X	9 XI 1954	4 XI	29 X	21 X	14 X	6 X	30 IX	27 IX	4 IX 1967
Образова- ние устой- чивого снежного покрова	4 XI	2 XII 1948	26 XI	20 XI	10 XI	2 XI	28 X	24 X	22 X	7 X 1970
Разрушение устойчивого снежного покрова	4 IV	9 V 1936	5 V	26 IV	12 IV	3 IV	26 III	19 III	15 III	12 III 1968
Сход снеж- ного покров- а	28 IV	20 V 1955	17 V	12 V	4 V	28 IV	20 IV	11 IV	4 IV	и др. 31 III 1945

чена по снегосъемке в поле (табл. 64). При средней из наибольших декадных высот снежного покрова, за зиму, равной 40 см, в 95 % зим она бывает 22 см и более, а в 5 % зим 67 см и более. Высота снежного покрова в отдельные годы заметно колеблется (табл. 65).

С третьей декады марта высота снежного покрова начинает уменьшаться. Средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова приходится на 4 апреля, но возможны колебания. За 1891—1976 гг. самая ранняя дата разрушения устойчивого снежного покрова — 12 марта 1959 и 1968 гг., самая поздняя — 9 мая 1936 г. В 90 % лет снежный покров разрушается 26 апреля, а в 10 % лет — 19 марта (табл. 62).

В отдельные годы временные возвраты холодов весной сопровождаются снегопадами и образованием кратковременного снежного покрова. Так, 14—15 мая 1974 г. в городе отмечался сильный снегопад. За сутки выпал слой снега высотой до 20 см. Во второй декаде мая выпадение снега, тем более такого интенсивного, явление редкое. Столь интенсивный снегопад наблюдался впервые за все время метеорологических наблюдений в городе. Средняя дата схода снежного покрова приходится на 28 апреля, а в отдельные годы возможны отклонения до 30 дней.

Плотность снега непостоянна. В начале зимы она составляет 0,15 г/см³. В конце декабря плотность постепенно увеличивается и достигает наибольших значений (0,24 г/см³) в первой декаде февраля, когда снег начинает уплотняться. Высота и плотность

Высота снежного покрова z , плот

Характеристика	IX			X			XI			XII			I		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Высота по посто

Защищен- ный участок	•	•	1	3	6	12	16	19	23	26	29	30	31	33
Открытый участок	•	•	1	1	2	5	6	5	5	6	5	4	4	4

Высота по снегу

Поле			•	•	•	•	6	9	10	11	10	11	11	12	11
Поляна в лесу			•	•	•	•	8	13	17	19	21	22	24	25	26

Плотность,

Поле			•	•	•	•	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,22	0,22	0,21
Поляна в лесу					•	•	0,15	0,14	0,16	0,16	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18

Запас

Поле			•	•	•	•	9	13	16	18	19	24	24	25	25
Поляна в лесу					•	•	12	16	27	28	32	37	39	41	46

Примечание. В таблице точка (•) означает, что в соответствующую де

снежного покрова определяют запас воды в снеге, который в декады с наибольшей высотой снежного покрова составляет от 52 до 55 мм (табл. 63).

Таблица 64

Наибольшая высота снежного покрова (см) по снегосьемкам различной обеспеченности

Участок	Средняя из наибольших высот	Обеспеченность, %							Наблюдаемая максимальная высота
		95	90	75	50	25	10	5	
Открытый	21	10	12	15	19	24	28	32	36 (1966-67 г. и др.)
Защищенный	40	22	25	31	40	49	60	67	69 (1965-66 г.)

ность снега и запас воды в снеге

II			III			IV			V			Наибольшая за зиму		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	$\bar{z}$	$z_{\text{макс}}$	$z_{\text{мин}}$

явной рейке, см

35	36	37	37	34	26	15	6					40	69	12
4	5	5	4	2	1	1	1	•	•			21	36	4

съемке, см

12	11	11	11	7	5	•	•	•				19	29	7
29	29	29	29	28	23	9	•	•	•			35	57	20

г/см³

0,24	0,23	0,21	0,22	0,23	•	•	•					0,17		
0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,22	•	•					0,18		

воды, мм

25	25	24	24	14	•	•	•					32		
52	52	52	53	55	42	•	•					61		

каду снежный покров наблюдался менее чем в 50 % зим.

Таблица 65

Повторяемость (%) зим с различной наибольшей декадной высотой снежного покрова

Место установки рейки	Высота снежного покрова, см					
	1—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60
Защищенное	56	6	13	26	42	13
Открытое		44				

6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

6.1. Облачность

Облачность ограничивает приток солнечной радиации в дневные часы и уменьшает выхолаживание земной поверхности в ночное время. Образование и распад определенных форм облачности позволяют судить об атмосферных процессах в данном районе.

На метеорологических станциях за облачностью ведутся визуальные наблюдения, и она оценивается по десятибалльной шкале (0—2 балла — ясное небо, 3—7 — полужасное, 8—10 — пасмурное). В последние годы появились инструментальные наблюдения по метеорологическим радиолокаторам, следящим за облачностью в радиусе до 200 км. Искусственные спутники Земли позволяют держать наблюдения за облачностью над огромными территориями.

Все многообразие облаков принято делить на 10 основных форм, которые в зависимости от высоты нижнего основания объединены в три яруса. К облакам верхнего яруса относятся перистые, перисто-слоистые и перисто-кучевые. Они расположены выше 6 км над поверхностью земли. Состоят из ледяных кристалликов, сквозь которые просвечивает голубое небо, свет солнца и луны. Часто в этих облаках вокруг солнца и луны появляются цветные или белые круги с радиусом 22° — гало. Гало во многих случаях связаны с приближением ненастной погоды. К облакам среднего яруса относятся высоко-кучевые и высоко-слоистые. Они находятся на высоте 2—6 км. Это более плотные, белые или светло-серые облака. Солнце сквозь них просвечивает слабо или вообще его не видно. К облакам нижнего яруса относятся слоисто-кучевые и слоистые, а также облака вертикального развития — кучевые и кучево-дождевые. Высота их основания от поверхности земли 0,1—1,5 км. Солнце обычно сквозь них не просвечивает.

Характер и количество облачности в течение года изменяются в соответствии с сезонным ходом циркуляционных процессов (табл. 66—68). По общей облачности большую часть года над городом преобладает пасмурное небо. Конец осени и начало зимы (октябрь—ноябрь) характеризуются преобладанием циклонической деятельности и являются наиболее пасмурным временем года. С декабря по март повторяемость пасмурного состояния неба уменьшается до 60—64 % по общей облачности и до 10—16 % по нижней. Иногда в это время наблюдаются кратковременные

Таблица 66

Средняя месячная и годовая общая и нижняя облачность (баллы)

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

Таблица 67

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

Месяц	Срок наблюдения, ч							
	22	1	4	7	10	13	16	19

Общая облачность

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

Нижняя облачность

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

потепления в связи с прохождением циклонов. Весной увеличивается циклоническая деятельность и происходит постепенное отступление и размывание отрога антициклона. Повторяемость пасмурного состояния неба составляет весной 58 % по общей облачности и 23 % по нижней. Летом, с июня по август, повторяемость пасмурного состояния неба уменьшается и составляет 48—55 % по общей облачности, а на долю нижней приходится около 30 % (табл. 69). Осень характеризуется усилением интенсивности атмосферной циркуляции и пасмурным состоянием неба в результате развития слоистой облачности. В это же время происходит усиление ветра. Число ясных дней в сентябре—октябре уменьшается до двух в месяц по общей облачности и до восьми — по нижней.

Таблица 68

Различия в режиме облачности и атмосферных явлений в городе и пригороде (весной)

Станция	Число дней с атмосферными явлениями				Облачность, балл	
	туман	метель	град	гроза	общая	нижняя
Красноярск	1	1,5	0,2	2,2	6,6	3,4
Емельяново	1	1,1	0,7	1,4	7,0	3,8
Разность	0,0	0,4	—0,5	0,8	—0,4	—0,4

Таблица 69

Повторяемость (%) ясного, полужасного и пасмурного состояния неба

Сезон	Общая облачность			Нижняя облачность		
	ясно	полужасно	пасмурно	ясно	полужасно	пасмурно
Зима	26	11	63	77	10	13
Весна	24	18	58	54	23	23
Лето	24	25	51	49	28	23
Осень	18	15	67	45	21	34
Год	24	16	60	61	18	21

По общей облачности пасмурное состояние неба преобладает с октября по май (60—70 % случаев) с максимумом в октябре—ноябре (70 %). На ясное и полужасное состояние неба приходится 40 %. С июня по август повторяемость пасмурного состояния неба уменьшается до 48 %, полужасного — до 29 % (рис. 21).

Число ясных и пасмурных дней существенно дополняет данные о повторяемости ясного, полужасного и пасмурного состояния неба. Оно дает возможность судить в какой-то мере об устойчивости в течение суток того или иного состояния неба. Зимой по общей

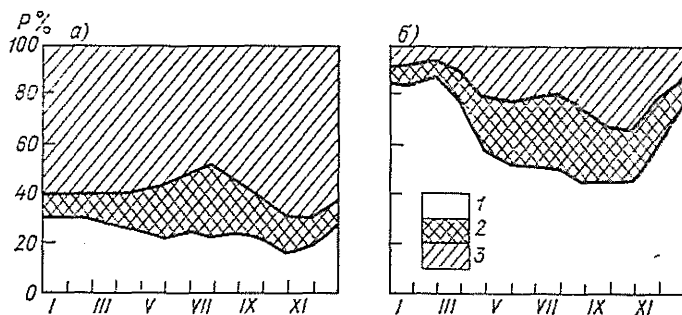


Рис. 21. Вероятность ясного (1), полужасного (2) и пасмурного (3) состояния неба по общей (а) и нижней (б) облачности.

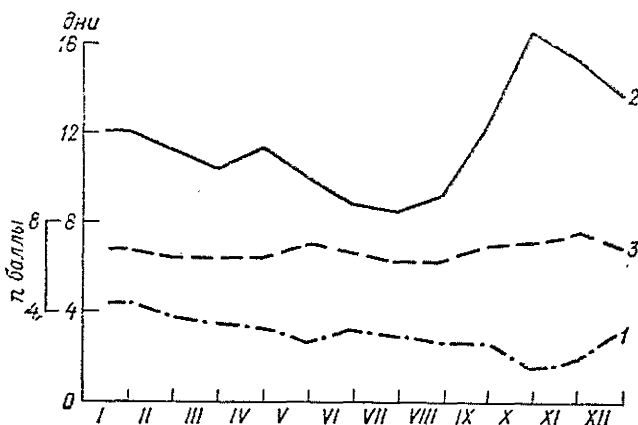


Рис. 22. Годовой ход повторяемости ясных (1) и пасмурных (2) дней по общей облачности и количество общей облачности n (3).

облачности за месяц отмечается 2—4 ясных и 10—15 пасмурных дней, летом 2—3 ясных и 8—9 пасмурных (рис. 22). В целом за год по общей облачности насчитывается 140 пасмурных и 36 ясных дней (табл. 70.) Годовой ход повторяемости пасмурного состояния неба по нижней облачности аналогичен годовому ходу по общей облачности. Наблюдается два резко выраженных максимума — в мае и октябре — и минимумы — в январе, феврале, июне (рис. 23). В отдельные годы возможны случаи, когда в течение месяца не бывает ни одного ясного дня.

Таблица 70

Число ясных и пасмурных дней n по общей и нижней облачности

Месяц	Общая облачность			Нижняя облачность			Общая облачность			Нижняя облачность		
	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$
	Ясные дни						Пасмурные дни					
I	4,4	12	0	22,2	29	11	12,1	20	2	0,2	0	0
II	3,8	9	0	21,6	28	16	11,2	19	3	0,3	0	0
III	3,5	12	0	19,9	29	6	10,4	17	2	0,6	0	0
IV	3,3	12	0	12,2	21	6	11,4	20	6	1,9	5	0
V	2,7	7	0	9,9	18	4	10,0	18	4	2,2	6	0
VI	3,2	12	0	9,4	15	3	8,9	16	4	1,5	5	0
VII	3,0	8	0	9,4	16	2	8,6	17	2	1,8	6	0
VIII	2,7	6	0	7,8	13	2	9,3	16	2	2,4	5	0
IX	2,7	9	0	7,1	16	1	12,4	21	5	3,9	7	0
X	1,6	9	0	8,2	20	1	16,6	27	8	4,6	14	0
XI	2,0	6	0	13,3	23	1	15,4	23	7	1,7	5	0
XII	3,3	9	0	18,9	28	9	13,8	22	7	1,4	7	0
Год	36	57	10	160	187	110	140	188	118	22	41	1
		(1947)	(1969)		(1955)	(1944)		(1972)	(1955)		(1944)	(1975)

Основной характеристикой облачности является повторяемость различного состояния неба. Повторяемость ясного состояния неба по нижней облачности в течение года достаточно велика и составляет 61 %. Наиболее устойчива ясная погода по нижней облачности в январе—марте, когда повторяемость таких условий достигает максимальных значений (78—87 %). В феврале лишь в 7 % случаев удерживается пасмурная погода в течение дня. В холодное время года в течение месяца по нижней облачности отмечается 13—22 ясных и 0—2 пасмурных дня (рис. 24). В сумме за год насчитывается 160 ясных дней и 22 пасмурных.

В отдельные годы может сохраняться преимущественно ясная погода, а в другие — пасмурная. Например, в 1975 г. по нижней облачности было 166 ясных дней и только один пасмурный, а в 1972 г. по общей облачности наблюдалось 188 пасмурных и 14 ясных дней.

Кроме годового хода, облачность имеет также суточные колебания. В холодный период года суточный ход общей облачности менее выражен, чем в теплый. Наибольшая повторяемость пасмурного неба по общей облачности отмечается в дневные часы (13 ч), когда с развитием конвективных потоков увеличивается кучевая облачность, а наименьшая — вечером и ночью — в 1 и 19 ч (рис. 24). В теплый период года максимальная повторяемость пасмурного неба отмечается в дневные часы в результате развития турбулентного обмена, наименьшая — ночью.

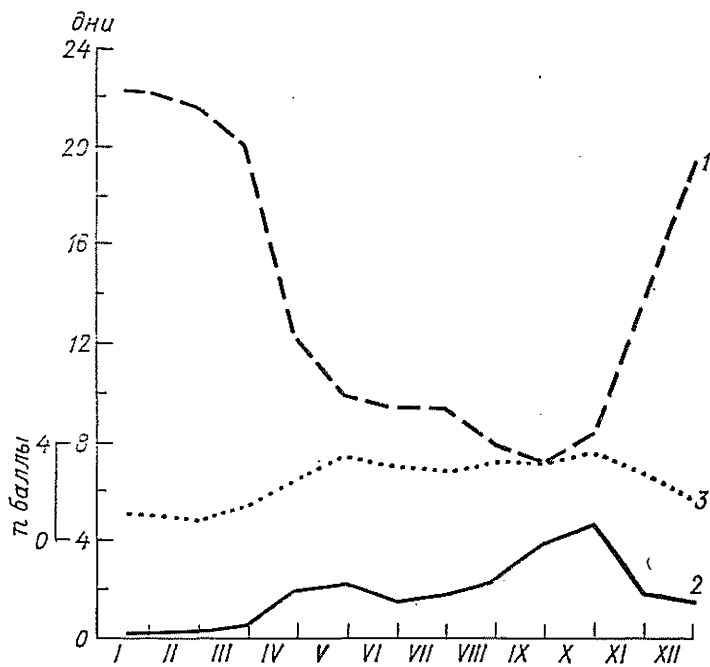


Рис. 23. Годовой ход повторяемости ясных (1) и пасмурных (2) дней по нижней облачности и количество нижней облачности n (3)

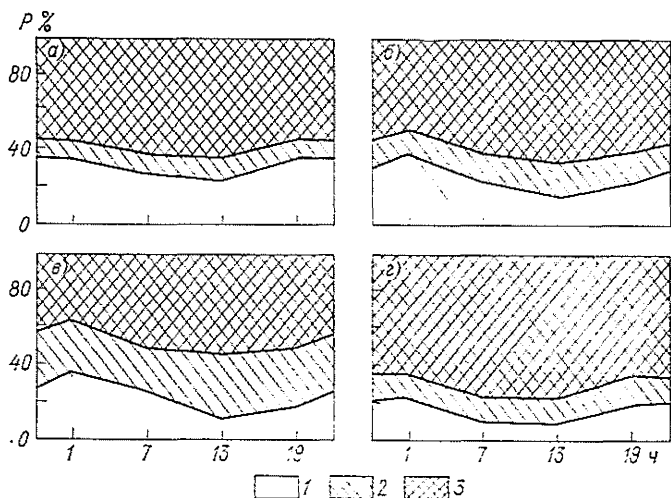


Рис. 24. Суточный ход облачности.

1 — ясно (0—2 балла); 2 — полужасно (3—7 баллов); 3 — пасмурно (8—10 баллов).
а — январь, б — апрель, в — июль, г — октябрь.

Формы облаков в зависимости от времени года существенно различаются (табл. 71). Каждый сезон имеет свою характерную облачность (табл. 72). В холодный период года при малом влаго-содержании воздуха и наличии приземных инверсий над снежным покровом в основном преобладают слоистые формы облаков с малой вертикальной мощностью.

Таблица 71

Повторяемость (%) основных форм облаков по месяцам и за год

Форма облаков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Перистые	12	15	20	22	26	35	36	28	24	24	18	16	23
Перисто-кучевые	0,4	0,8	1	1	2	2	2	0,8	0,8	2	0,8	1	1
Перисто-слоистые	24	28	30	20	17	9	8	6	11	16	26	24	18
Высоко-кучевые	24	22	26	25	30	33	35	34	33	34	25	21	28
Высоко-слоистые	35	33	28	23	19	14	13	16	23	35	45	41	27
Кучевые	1	2	7	12	18	24	24	18	10	5	2	1	10
Кучево-дождевые	0,8	1	3	8	12	13	17	12	8	7	10	1	8
Слоистые	0,3	0,3	0,9	1	1	1	1	2	3	2	1	0,5	1
Слоисто-кучевые	5	5	7	14	21	25	20	26	27	22	10	6	16
Слоисто-дождевые	6	6	5	6	4	3	3	4	6	11	14	9	6
Разорванно-дождевые	3	4	5	9	10	8	8	12	14	14	7	5	8

С увеличением продолжительности солнечного сияния после схода снежного покрова повторяемость слоистых форм уменьшается и начинают развиваться высоко-кучевые облака (табл. 72). В теплый период года с ростом температуры воздуха и почвы, с развитием процессов трансформации и с увеличением турбулент-

Таблица 72

Повторяемость (%) основных форм облаков по сезонам в различные сроки наблюдений

Форма облаков	Срок наблюдения, ч															
	0	3	6	9	12	15	18	21	0	3	6	9	12	15	18	21
Зима																
Кучевые	0	0	1	44	48	7	0	0	1	2	17	28	33	18	1	0
Кучево-дождевые	10	10	13	16	18	12	11	10	9	10	14	16	18	15	10	8
Слоисто-кучевые	13	13	13	11	13	12	13	12	12	13	12	13	13	14	13	0
Слоистые	28	10	21	5	10	10	0	16	25	25	0	0	0	25	25	10
Слоисто-дождевые	7	14	18	10	14	9	14	14	21	11	14	3	3	17	17	14
Лето																
Кучевые	2	3	13	28	32	21	1	0,2	0,3	0,3	9	41	39	11	0	0
Кучево-дождевые	11	9	10	15	17	17	12	9	11	12	11	16	17	14	10	9
Слоисто-кучевые	15	13	10	10	9	14	17	12	13	14	10	12	14	14	12	11
Слоистые	15	22	50	7	2	2	2	0	11	17	41	17	6	2	0	6
Слоисто-дождевые	7	13	33	7	7	7	13	13	16	13	30	7	7	7	9	11
Осень																

ного перемешивания в нижних слоях атмосферы сплошной облачный покров бывает, как правило, при прохождении фронтов. В это время преобладают кучевые и кучево-дождевые. Это либо легкие кучевые облака хорошей погоды, либо мощные кучево-дождевые, развивающиеся из кучевых или приходящие с фронтами.



Рис. 25. Годовой ход повторяемости высоты нижней границы облаков ниже 500 м.

Высота, м: 1) ≤ 200 ; 2) ≤ 300 ; 3) ≤ 500 .

Данные о низкой облачности представляют практический интерес, так как они являются одним из определяющих условий взлета и посадки самолета.

Из графика (рис. 25) годового хода повторяемости высоты нижней границы облаков видно, что повторяемость низкой облачности в течение года неравномерна. Наибольшая повторяемость низкой облачности наблюдается в период с мая по октябрь с максимумом в октябре (4%). В холодное время года повторяемость низкой облачности резко снижается по всем грациям до 0,1%. Облачность ниже 100 м в течение года в Красноярске практически отсутствует, отмечено всего 7 случаев, когда высота нижней границы была отмечена ниже 100 м. Облака с вы-

сотой нижней границы 400 м и ниже (табл. 73). в половине случаев (71) имеют непрерывную продолжительность менее 2 ч, а продолжительность более 15 ч наблюдается довольно редко (в мае

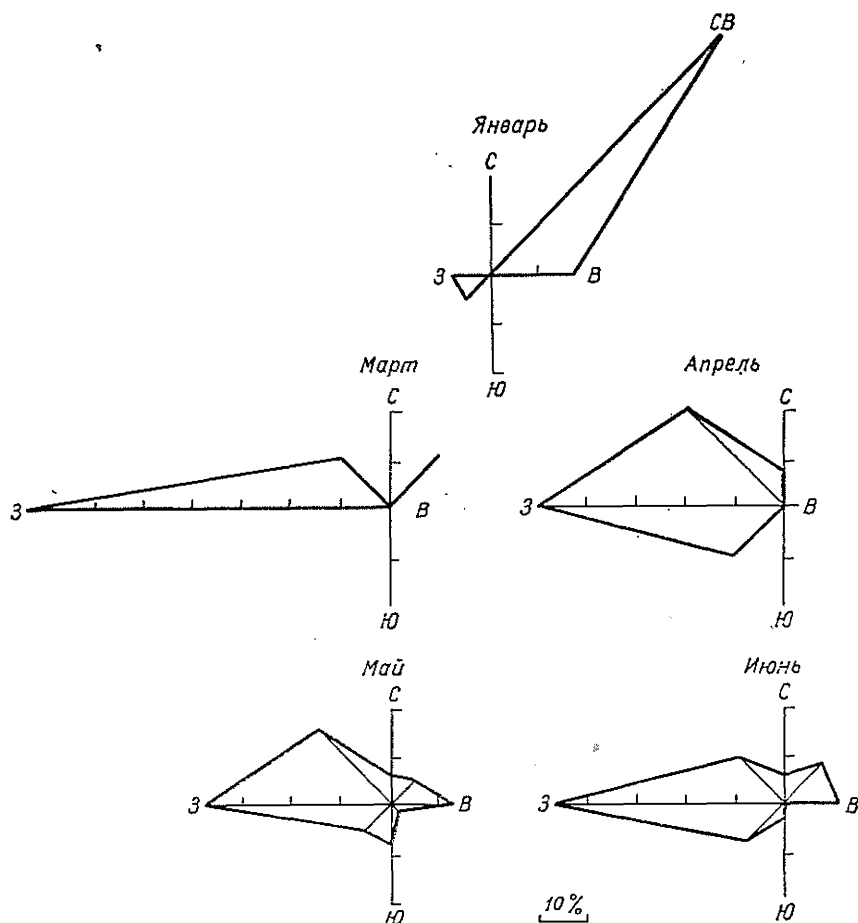


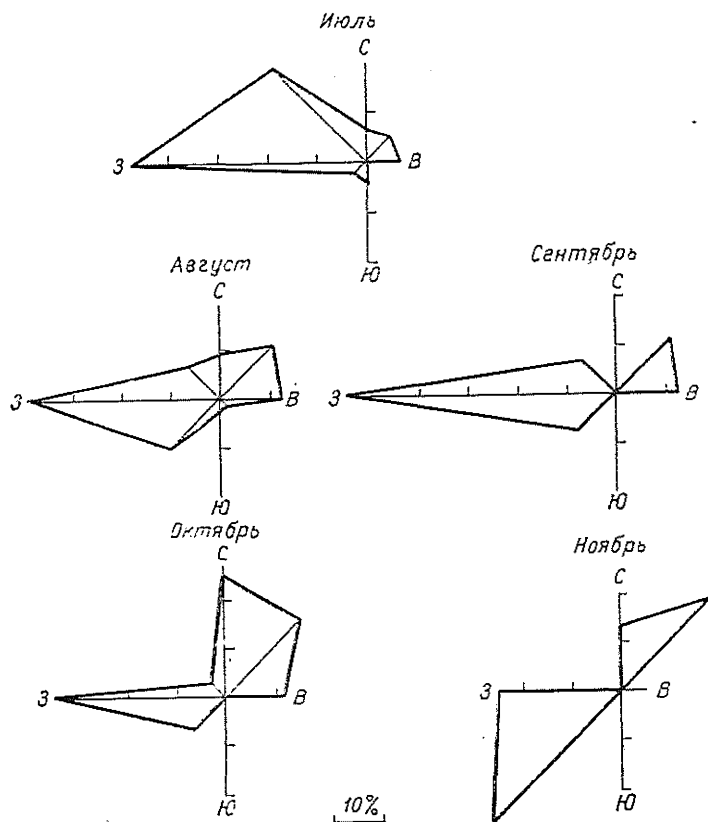
Рис. 26. Повторяемость высоты нижней границы облаков менее

и июле). Максимальная продолжительность отмечена 17 июля 1965 г. (20 ч). Такая облачность при скорости ветра от 8 до 15 м/с наблюдается в городе редко и чаще всего при ветрах западной четверти (рис. 26).

6.2. Атмосферные явления

Туманы — наличие в воздухе очень мелких, не различимых глазом капелек воды или кристалликов льда, сокращающих дальность видимости до 1 км. Туманы относятся к опасным явлениям погоды,

особо неблагоприятны они для всех видов транспорта. Наблюдаются в Красноярске преимущественно в холодный период. Их образование связано с охлаждением и увлажнением призем-



400 м при различных направлениях ветра по месяцам.

ного слоя воздуха, наличием в городе большого числа ядер конденсации.

В зависимости от условий погоды туман в городе может быть радиационного (при сильных морозах), адвективного или адвективно-радиационного типа. При низких температурах и большой влажности образуется ледяной туман. В годовом ходе туманы имеют два максимума (зимой и в конце лета), что связано с выходом приземного слоя воздуха в стационарном антициклоне.

Число дней с туманом от года к году колеблется в больших размерах (12 — в 1958 г. и 48 — в 1953 г.), в среднем за год состав-

Таблица 73

Повторяемость облачности высотой ≤ 400 м различной продолжительности

Продолжи- тельность, ч	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Всего
1—2	4 6	5 7	14 20	4 6	9 13	11 15	8 11	9 13	6 8	1 1	71 100
2—3		1 4	4 15	2 8	6 20	4 15	3 11	7 27			26 100
3—6	1 3	1 3	3 10	6 19	6 19	7 23	1 3	3 10	2 7	1 3	31 100
6—10			2 29	1 14		1 14	1 14	2 29			7 100
10—15			1 17		1 16		1 17	2 34	1 16		6 100
>15			1 50		1 50						2 100
Всего	5 4	7 5	25 17	13 9	22 15	23 16	14 10	23 16	9 6	2 2	143 100
Максимальная продолжитель- ность	4	5	16	6	20	9	10	13	12	3	

Примечание. В таблице 1-я строка — число случаев, 2-я — проценты.

ляет 32, из них 21 в холодный период (октябрь—март), 11 — в теплый (апрель—сентябрь). Меньше туманов (1—2 дня) приходится на весенние месяцы (апрель—май) и больше всего (до 18 дней в месяц) — на декабрь—февраль (приложение, табл. 35).

Таблица 74

Повторяемость (%) туманов в разное время суток

Месяц	Время суток, ч							Всего
	0—3	3—6	6—9	9—12	12—15	15—18	18—21	
I	1,4	1,4	1,2	6,4	4,8	2,6	1,6	21
II	0,2	0,4	0,6	4,4	1,0	0,4	0,0	7
III	0,2	0,8	0,4	1,0	0,0	0,2	0,0	3
IV	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
V	0,0	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	1
VI	0,2	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1
VII	0,0	0,6	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3
VIII	0,0	1,6	5,6	0,4	0,0	0,0	0,0	8
IX	0,2	0,6	5,2	0,4	0,0	0,0	0,0	6
X	0,8	1,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3
XI	3,6	3,4	0,8	1,6	0,2	0,4	2,0	15
XII	4,2	3,8	3,4	6,2	4,6	3,2	2,4	32
Год	11	16	21	21	11	7	6	100

Примечание. Таблицы, относящиеся к этому периоду, составлены за 1936—1975 гг.

Из табл. 74 видно, что наибольшая повторяемость (32 % общего числа случаев) туманов приходится на декабрь. В суточном ходе наибольшая повторяемость (21 %) отмечается в утренние часы (с 6 до 9 ч). При этом в ноябре—январе туманы отмечаются в любое время суток с максимумом от 9 до 12 ч, в летнее время — ночью, либо ранним утром. Продолжительность туманов тесно связана с числом дней их в месяц (табл. 75).

Таблица 75

Число дней n с туманом и суммарная продолжительность τ (ч) их различной обеспеченности

Характеристика	Обеспеченность, %											
	5	10	20	25	30	40	50	60	70	80	90	95
τ	325	250	200	180	170	145	125	110	95	80	62	50
n	47	43	40	38	36	35	33	31	27	22	18	16

Почти ежегодно (95 %) в Красноярске наблюдается 16 дней с туманами, суммарная продолжительность которых составляет 50 ч. Один раз в 20 лет (5 %) бывает 47 дней с туманами продолжительностью 325 ч.

Наибольшая продолжительность туманов, как и наибольшее число дней с туманом, наблюдается в холодный период при антициклональной погоде, когда стоят ясные тихие ночи. Образуются туманы в основном во вторую половину ночи и в утренние часы. Днем, с 12 до 18 ч, в теплый период их почти не бывает.

Суммарная продолжительность туманов в среднем ежегодно составляет 141 ч (табл. 76), максимальная 781 ч (1970 г.), минимальная 32 ч (1958 г.). Продолжительность туманов в холодный период в 2—3 раза больше, чем в теплый. Наибольшая непрерывная продолжительность тумана была 10—17 декабря 1947 г. и составила 164 ч (табл. 77). Более 50 % туманов имеют продолжительность не более 3 ч.

Таблица 76

Суммарная продолжительность τ (ч) туманов

Месяц	$\bar{\tau}$	$\tau_{\max}$	$\tau_{\min}$	Месяц	$\bar{\tau}$	$\tau_{\max}$	$\tau_{\min}$
I	40	204	0	VII	2	12	0
II	14	75	0	VIII	12	32	0
III	3	16	0	IX	13	42	0
IV	1	14	0	X	6	24	0
V	1	13	0	XI	10	52	0
VI	2	10	0	XII	37	206	0
				Год	141	781	32

Таблица 77

Продолжительность τ (ч) одного тумана и повторяемость (%) ее в различных пределах

$\bar{\tau}$ одного случая	σ	C_v	Продолжительность, ч						
			$\leq 3,0$	3,1—6,0	6,1—12,0	12,1—18,0	$> 18,0$	$\tau_{\text{макс}}$	Дата
2,9	3,39	1,16	52	26	14	4	4	164	10—17 XII 1947 г.

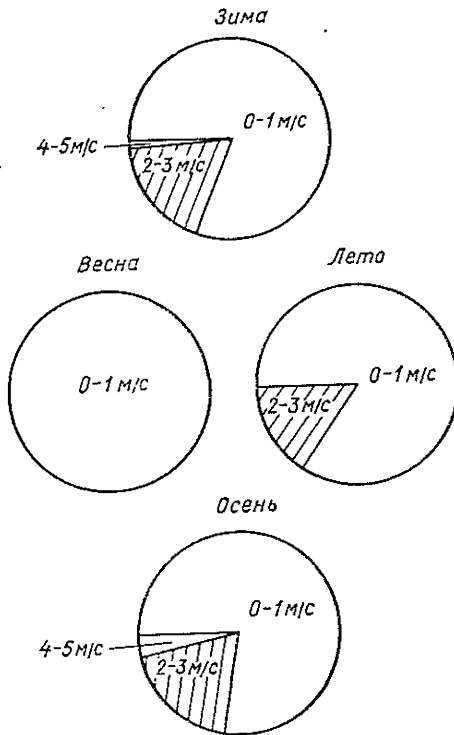


Рис. 27. Диаграммы повторяемости туманов при ветрах различных скоростей.

Существенное влияние на возникновение и сохранение тумана оказывает ветер. В Красноярске туманы в большинстве случаев отмечаются при штиле или слабом ветре (рис. 27). Во время туманов преобладают ветры западного направления зимой, северного и северо-восточного — весной и юго-западного и западного — летом и осенью (рис. 28).

Дымка — сильно разреженный туман, дальность видимости при котором от 1 до 10 км. За год в среднем бывает 122 дня с дымкой (приложение, табл. 35). В отдельные месяцы дымка наблюдается почти ежедневно (январь 1950 и 1969 гг., декабрь 1967 и 1968 гг.). Средняя годовая продолжительность дымки 569 ч (табл. 78).

Таблица 78

Продолжительность дымки (ч)

Месяц . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Продолжи- тельность	127	112	68	16	14	12	13	22	21	20	49	95	569

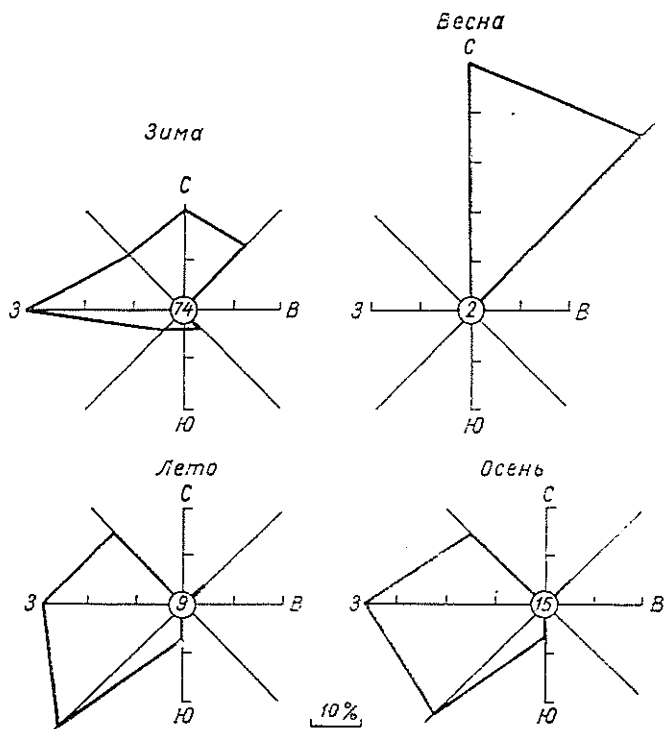


Рис. 28. Повторяемость туманов при ветрах различных направлений.

Грозы — это опасное метеорологическое явление, сопровождающееся сильными электрическими разрядами между облаками, или облаками и землей. Образование их связано с прохождением холодных фронтов, с процессами конвекции и мощными восходящими токами в атмосфере. Наблюдаются грозы в основном в теплое время года при кучево-дождевой облачности. Грозы часто сопровождаются шквалистым ветром, сильными ливнями, градом. В отдельные годы грозы отмечаются и зимой (конец ноября 1973 и 1978 гг.), но они не достигают такой силы и не столь опасны, как летом. Повторяемость их зимой ничтожно мала. В среднем за год в Красноярске отмечается 21 день с грозой (приложение, табл. 36). Наибольшая повторяемость гроз (37 %) отмечается в июле, когда грозы возможны каждый четвертый день.

Наименьшая — в апреле—мае (5%). В месяцы с наиболее активной грозовой деятельностью в течение дня может быть несколько гроз.

Грозы могут наблюдаться в любую часть суток (табл. 79). Наиболее вероятны грозы во второй половине дня (между 14—18 ч) — в период наибольшего развития конвекции в атмосфере — и в вечернее время — до 24 ч, реже в ночные и предутренние часы и особенно редко — в первую половину дня.

Таблица 79

Повторяемость гроз в разное время суток (среднее число случаев)

Время, ч	V	VI	VII	VIII	Год	%
0—3		0,6	2,0	2,4	5,0	11
3—6			1,0	1,8	2,8	5
6—9		0,4		0,4	0,8	2
9—12	0,2	0,4	0,8	0,8	2,2	4
12—15	0,4	2,4	2,8	1,6	7,2	14
15—18	0,4	5,2	6,2	2,6	14,4	28
18—21	0,2	4,0	3,4	2,2	9,8	19
21—24	1,2	2,0	2,8	2,8	8,8	17
Всего	2,4	15,0	19,0	14,6	51	100
%	5	29	37	29		100

Продолжительность гроз (табл. 80) бывает различной: от нескольких минут (гроза 4 мая 1965 г. продолжительностью 10 мин) до нескольких часов (18 июня 1974 г. гроза была в течение 9 ч). На грозы продолжительностью менее одного часа приходится более половины всех случаев (56 %).

Таблица 80

Продолжительность τ (ч) одной грозы и ее повторяемость (%) в различных пределах

τ	σ	Продолжительность, ч				$\tau_{\text{наиб}}$	Дата
		<1	1—3	3—6	>6		
1,1	0,96	56	38	6	0,001	9,0	18 VI 1974 г.

Град, как и гроза, наблюдается преимущественно в теплое время года. Он представляет собой частички плотного льда, выпадающего из мощных кучево-дождевых облаков. В среднем за лето в городе бывает один-два дня с градом из всех лет наблюдений (1932—1975). В годы с наиболее развитой грозовой деятельностью (1972 г.) наблюдается до 5 дней с градом (приложение, табл. 36).

Размер градин обычно невелик (с горошину или немного меньше), но, например, 19 июня 1966 г. в городе выпал град, размер которого достигал от 20 до 40 мм. Вместе с сильным дождем

и ветром (скорость более 20 м/с) он начался в 12 ч 30 мин. Поверхность земли покрылась слоем града. Был нанесен большой ущерб садам и огородам.

Выпадение града наиболее вероятно в конце весны и начале лета. Был отмечен случай выпадения града ранней весной (апрель 1975 г.). Выпадает град преимущественно в послеполуденные часы (между 13 и 19 ч). Продолжительность его выпадения незначительна, в среднем 5 мин. Максимальная продолжительность (7 мин) была отмечена 19 июня 1966 г.

Метели — это горизонтальный перенос снега ветром над поверхностью земли. Они сильно ограничивают дальность видимости, заметают дороги, нарушают работу транспорта, препятствуют работам на открытом воздухе, нанося большой ущерб народному хозяйству.

Возникают метели обычно при прохождении фронта и при увеличении барических градиентов. Наиболее сильные метели связаны с глубокими циклонами, вызывающими усиление ветра. Для характеристики метелей в районе города использованы наблюдения за 1938—1975 гг. В Красноярске с сентября по май, когда обычно наблюдаются метели, в среднем бывает 29 метелей. Однако в отдельные годы число дней с метелью сильно отклоняется от среднего. Зимой 1959-60 г. их было 50. Наименьшее число дней с метелями в году 10, но в любом из месяцев в году метели могут отсутствовать. Наиболее часто (19—20 дней) метели наблюдаются в ноябре и декабре (табл. 81). На эти же месяцы приходится и наибольшая продолжительность метелей (от 104 до 212 ч в месяц). Суммарная продолжительность метелей за год 180 ч. Как и число дней с метелью, продолжительность ее меняется от месяца к месяцу, от года к году. В декабре 1972 г. продолжительность метелей составила 128 ч, что в 3 раза больше нормы, а в следующую зиму 1973-74 г. — только 3 ч, что в 15 раз ниже нормы для декабря. Средняя продолжительность одной метели составляет 4,8 ч (табл. 82). Наиболее часты метели продолжительностью

Таблица 81

Число дней n с метелями и их продолжительность τ (ч)

Месяц	$\bar{n}$	σ	$n_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\tau_{\text{мин}}$
IX	0,0	0,17	1	0,03	1	0
X	0,8	1,4	6	2	18	0
XI	5	4,2	19	33	212	0,2
XII	6	4,3	20	44	104	3
I	7	3,8	15	49	128	1
II	5	3,3	11	29	74	2
III	4	2,1	9	19	54	0
IV	1	1,6	5	4	24	0
V	0,3	0,7	3	0,5	9	0
Год	29	11,42	50	180	506	60

Таблица 82

Продолжительность τ (ч) одной метели и ее повторяемость (%) в различных пределах

$\bar{\tau}$	σ	C_v	Продолжительность, %					$\tau_{\text{макс}}$	Год
			≤ 3	3,1—6,0	6,1—12,0	12,1—18,0	$> 18,0$		
4,8	5,02	1,03	48,4	22,4	18,9	6,7	3,6	64	XI 1966

до 3 ч. Их повторяемость составляет 48 %. Наибольшая продолжительность метели была отмечена 23—26 ноября 1966 г., когда метель не прекращалась в течение трех суток.

На протяжении суток метели возможны в любое время (табл. 83).

Таблица 83

Повторяемость метелей в разное время суток

Продолжительность	Время, ч							
	0—3	3—6	6—9	9—12	12—15	15—18	18—21	21—24
Число случаев	48	56	59	65	49	45	51	56
%	11	13	14	15	12	10	12	13

Метели сопровождаются ветром 6—13 м/с (80 % случаев). Преобладающим направлением (72 %) является юго-западное. В 54 % случаев метели наблюдаются при температуре от -5 до -15°C . Особенно опасны метели при низкой температуре. Метели при температуре ниже -25°C бывают очень редко (табл. 84).

Таблица 84

Повторяемость P направления, скорости ветра и температуры воздуха при метелях

Направление	Ветер			Температура, $^\circ\text{C}$		
	P %	скорость, м/с	P %	от	до	P %
С	0,1	< 6	5,7	$\leq -30,0$		0,3
СВ	0,1	6—9	46,6	$-29,9$	$-25,0$	2
В		10—13	33,8	$-24,9$	$-20,0$	7
ЮВ		14—17	12,4	$-19,9$	$-15,0$	13
Ю	14	18—20	1,3	$-14,9$	$-10,0$	22
ЮЗ	72	21—24		$-9,9$	$-5,0$	32
З	14	25—28	0,1	$-4,9$	0,0	21
СЗ	0,2	29—34	0,1	≥ 0		3

Гололедно-изморозевые явления. Климатические особенности Красноярска в холодное время года создают благо-

приятные условия для образования кристаллической изморози и менее благоприятные для гололеда. Гололед — слой льда, образующийся на любых предметах и на поверхности земли при морозе до -7°C вследствие намерзания капель переохлажденного дождя, мороси и тумана. Гололед в Красноярске наблюдается не ежегодно, в среднем 2 раза в 10 лет, в основном весной (апрель—май) и осенью (октябрь)—по 1 разу в 10 лет. Наибольшее число дней с гололедом (2) отмечалось в октябре 1952 г. (табл. 85). Малое количество дней с гололедом в городе объясняется хорошо выраженной континентальностью климата и низкими температурами в зимний период.

Таблица 85

Число дней n с гололедом и изморозью и суммарная продолжительность τ (ч) гололедно-изморозевых явлений

Месяц	Гололед			Изморозь		
	$\bar{n}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{n}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$
X	0,1	2	46	0,1	4	40
XI	0,0	0,5	13	2	10	93
XII	0,02	0	0	5	39	229
I	0,0	0	0	5	23	82
II	0,0	0	0	3	12	72
III	0,0	0,1	2	2	7	76
IV	0,1	0,8	22	0,03	0,2	4
V	0,0	2	49	0	0,04	1
Год		5	49		95	508
Макс.	2			50		
Год	1952-53			1970-71		

Кристаллическая изморозь — белый осадок, состоящий из кристаллов льда весьма нежной тонкой структуры. При оседании на сучьях деревьев, проволоке она имеет вид пушистых гирлянд, легко осыпавшихся при встряхивании. Образуется преимущественно при температуре ниже -15°C , при слабом ветре или затишье, относительной влажности менее 90 % и малой облачности. Зернистая изморозь — осадок, снеговидный рыхлый, образующийся в туманную ветреную погоду при прохождении циклонов в сентябре—октябре.

Изморозь — характерное явление для городской зимы. Среднее годовое число дней с изморозью — 17. Иногда число их за год доходит до 50 (зима 1970-71 г.). Максимум число дней с изморозью (21) достигает в декабре и очень редко в январе—феврале. Средняя годовая продолжительность изморози 95 ч, но зимой 1969-70 г. она составила 508 ч. Непрерывная продолжительность оледенения в 37 % случаев равна 7—12 ч и в 8 % случаев — более 48 ч (табл. 86).

Таблица 86

Повторяемость (%) различной продолжительности τ обледенения проводов					
Интервал времени, ч . . .	≤ 6	7—12	13—24	25—48	> 48
Повторяемость	11	37	27	17	8

Изморозевые отложения образуются чаще всего при температурах от $-20,0$ до $-29,9^\circ\text{C}$. При таких температурах максимальные повторяемости отложения зернистой изморози составляют 67 %, а кристаллической 48 %. Гололедно-изморозевые отложения характеризуются и определенными ветровыми показателями. Максимальные значения отложения зернистой изморози в 33 % сопровождаются ветром до 9 м/с (приложение, табл. 37). Она равновероятно образуется при ветрах северного (34 %), южного и юго-западного направлений (33 %). Кристаллическая изморозь чаще (88 %) образуется при штилевой погоде.

Степень опасности гололедно-изморозевых отложений зависит от их массы и размеров. Максимальное значение диаметра отложения кристаллической изморози отмечено зимой 1967-68 г. и составило 17 мм, зернистой 9 мм (1964-65 г.). Размеры и масса отложений возрастают с увеличением высоты. Толщина стенки отложения при диаметре провода 10 мм и высоте подвеса над землей, равной 10 м, называется нормативной и определяет нагрузку на провода. Гололедная нагрузка на провода 1 раз в 2 года составляет 7 г/м, 1 раз в 10 лет 17 г/м, в 20 лет 25 г/м (приложение, табл. 39—40). Ветер увеличивает гололедную нагрузку.

По размерам отложений и максимальной скорости ветра при их образовании рассчитана ветровая нагрузка, возможная 1 раз в 5 лет, равная 2 г/м, 1 раз в 10 лет 8 г/м (приложение, табл. 38).

Видимость. Под видимостью, или дальностью горизонтальной видимости, понимается степень различимости удаленных предметов или огней. Для характеристики видимости использован материал ежечасных наблюдений (за 1966—1975 гг.), который позволяет довольно точно оценить дальность видимости, выявить ее суточный и годовой ход, получить зависимость от атмосферных явлений (приложение, табл. 41). Особенно сильно снижает видимость дымка. Видимость зависит от интенсивности явления, ухудшающего прозрачность воздуха, от времени суток и сезона. Она имеет хорошо выраженный годовой (рис. 29) и суточный (рис. 30) ход. Дальность видимости до 4 км имеет резко выраженный максимум зимой (54 %) и минимум летом (4 %). В зимний период при мощных инверсиях в подынверсионном слое скапливается большое количество городского дыма, копоти. Создаются условия для образования тумана или дымки. Ухудшение дальности видимости до нескольких сот метров происходит также и за счет снегопадов, метелей, сопровождаемых сильными ветрами. В летний период видимость ухудшается за счет дымки и туманов, а также дождей и пыльных бурь, снижающих ее дальность до 1 км. В суточном ходе максимум повторяемости плохой видимости

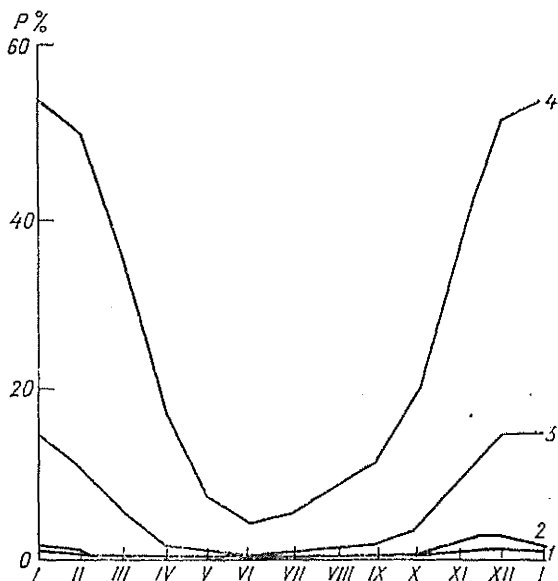


Рис. 29. Годовой ход повторяемости различных значений горизонтальной дальности видимости менее 4 км.

Дальность видимости, км: 1) $\leq 0,5$; 2) ≤ 1 ; 3) ≤ 2 ; 4) ≤ 4 .

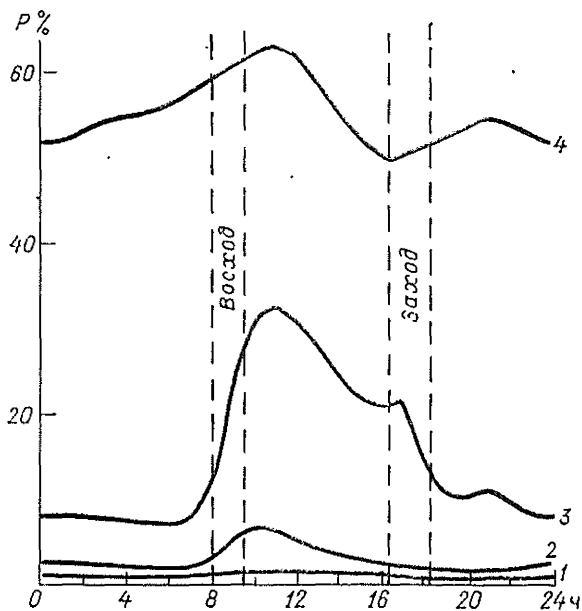


Рис. 30. Суточный ход повторяемости различных градаций горизонтальной дальности видимости менее 4 км. Декабрь—февраль.

Дальность видимости, км: 1) $\leq 0,5$; 2) ≤ 1 ; 3) ≤ 2 ; 4) ≤ 4

приходится на 10—12 ч, а минимум — на 23—7 ч. Непрерывная продолжительность ухудшенной видимости дана в приложении (табл. 42).

Пыльные бури вызываются сильным ветром, переносящим большое количество пыли и песка. В Красноярске за год наблюдается 4—5 дней с пыльной бурей. В отдельные годы отмечаются отклонения от средних многолетних значений. Так, в 1958 г. было 19 дней с пыльной бурей (табл. 87). Продолжительность одной бури составляет в среднем 1,6 ч. Максимальная продолжительность наблюдалась 30 июня 1944 г. и составляла 10,5 ч (табл. 88).

Таблица 87

Число дней n с пыльной бурей

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI
$\bar{n}$	0,03	0,0	0,1	0,9	1,5	0,7
σ	0,17	0,00	0,35	1,18	1,88	0,96
$n_{\text{макс}}$	1	0	2	5	8	3
Год	1971	—	1959	1944	1946	1958 и др.

Характеристика	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{n}$	0,3	0,1	0,0	0,1	0,3	0,1	4,1
σ	0,67	0,14	0,00	0,35	0,74	0,33	3,81
$n_{\text{макс}}$	3	1	0	2	4	2	19
Год	1957	1958 и др.	—	1943	1958	1958	1958

Таблица 88

Повторяемость (%) пыльных бурь различной продолжительности τ

$\bar{\tau}$ одного случая	Продолжительность, ч						$\tau_{\text{макс}}$	Дата
	<1	1—5	5—10	10—15	15—20	>20		
1,6	54	37	8	1	0	0	10,5	30 VI 1944 г.

Суховей — это ветры теплого времени года, приносящие нагретые и сухие массы воздуха. Высокие температуры, низкая влажность воздуха и значительные скорости ветра при суховеях обуславливают интенсивное испарение с почвы и усиленную транспирацию растений. По характеру отрицательного действия на растения суховей подразделены на четыре типа. Слабые суховей и суховей средней интенсивности наблюдаются в районе города

ежегодно, а интенсивные и очень интенсивные не ежегодно. Слабые суховеи бывают в среднем 17 дней, а суховеи средней интенсивности 4 дня в году (табл. 89).

Таблица 89

Среднее число дней с суховеями

Тип суховея	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Год
Слабые	0,4	2,7	5,6	5,1	2,4	0,4	16,6
Средней интенсивности	0,1	0,9	1,6	1,4	0,4	0,1	4,5
Интенсивные	0,03	0,1	0,1	0,03	0,03		0,3
Очень интенсивные			0,03	0,03			0,1

Наибольшее число дней с суховеями (44) наблюдалось в 1943 г., а наименьшее (4) было в 1972 г.

7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ

В климатологии границы сезонов в годовом ходе определяют по датам перехода средней суточной температуры воздуха через определенные значения. Сроки наступления сезонов отличаются не только в разных районах, но и меняются от года к году в одном и том же районе, поэтому в отдельные годы могут быть довольно значительные отклонения времени наступления и окончания сезонов от указанных дат.

7.1. Зима

Начало зимы почти совпадает со средней датой образования устойчивого снежного покрова (4 ноября) и перехода средней суточной температуры воздуха через -5°C в сторону понижения (6 ноября). Концом зимы считается дата разрушения устойчивого снежного покрова (4 апреля) и перехода средней суточной температуры через 0°C в сторону повышения (8 апреля). Продолжительность периода составляет в среднем 153—158 дней. В отдельные годы даты наступления и окончания зимы значительно отклоняются от средних (приложение, табл. 22, 24).

Наиболее раннее появление устойчивого снежного покрова наблюдается 7 октября, самое позднее 2 декабря, наиболее раннее разрушение 12 марта, наиболее позднее 9 мая. Соответственно увеличивается или уменьшается и продолжительность зимнего сезона.

В зимний период в большинстве лет южную и восточную часть Сибири охватывает сибирский антициклон и условия погоды в Красноярске во многом зависят от его местоположения и интенсивности. Под действием отрога антициклона в городе на длительное время устанавливается ясная тихая холодная погода. Расположение центральной части города в котловине способствует скоплению здесь холодного воздуха. Сильное охлаждение снизу приводит к образованию над котловиной мощных инверсий, вследствие чего в центральной (котловинной) части города минимальная температура в среднем на $2-3^{\circ}\text{C}$ ниже, чем на окраинах. При ослаблении антициклона или более восточном его расположении имеют место выходы циклонов с запада и юго-запада. При циклонической деятельности наблюдается резкая смена по-

годы. Средняя суточная температура одного дня может отличаться от следующего на 19—22 °С. Такая большая междусуточная изменчивость не наблюдается в других сезонах.

Средняя месячная температура воздуха в зимний сезон в пределах города составляет —12,7... —13,6 °С. Самые холодные зимние месяцы в Красноярске — декабрь (35 % лет) с температурой —16,6 °С, январь (40 % лет) с температурой —18,3 °С, февраль (25 %) с температурой —15,9 °С, а от февраля к марту она повышается на 8,0 °С (приложение, табл. 14).

Зимы, в которые преобладает циклоническая деятельность, бывают преимущественно теплыми. В некоторые годы в течение всего зимнего сезона или его половины сохраняется положительная или отрицательная аномалия температуры. За период с 1914 по 1975 г. в Красноярске экстремально теплыми были зимы 1925-26, 1934-35, 1959-60, 1964-65 гг., а экстремально холодными — зимы 1935-36, 1944-45, 1965-66, 1968-69 гг. Особенно холодными месяцами зимы 1968-69 г. были декабрь (отклонение от нормы на —6,4 °С), январь (на —9,2 °С), февраль (на —10,0 °С ниже нормы). Зимы, в которые отклонения от нормы за сезон не превышают $\pm 2\sigma$, считаются нормальными. Такие зимы в Красноярске составляют около 35 %. Повторяемость экстремально теплых зим составляет 8 %, а экстремально холодных 7 % от числа всех зим. Максимальная температура в среднем за каждый зимний месяц отрицательна, но в дни с оттепелями она повышается до положительных значений.

Оттепели в Красноярске наблюдаются часто, но не ежегодно. Наиболее часто они бывают в марте (80 % лет) и ноябре (78 % лет), реже — в январе (42 % лет). Продолжительность оттепелей чаще всего 1—2 дня (65 % случаев), реже 3—6 дней (27 %). Наиболее длительная оттепель наблюдалась с 20 по 31 декабря 1939 г. (табл. 90).

Таблица 90
Число дней n с оттепелью

Характеристика	XII	I	II	$n_{\text{макс}}$	Год	$\bar{n}$ за зиму	$n_{\text{мин}}$	Год
$\bar{n}$	3,0	0,8	2,5	12	1939-40	6,1	0,0	1968-69 и др.
σ	3,3	1,4	2,2			3,9		

Преобладающими направлениями ветра в Красноярске являются юго-западное и западное.

В северо-западной части города на повторяемость юго-западных ветров приходится 61 %, на западные и южные ветры падает по 15—16 %. В юго-восточной части города повторяемость юго-западных и западных ветров близка к 35—37 %. В пригороде преобладающим направлением ветра является западное (46 %), а на долю юго-западного приходится 30 %.

Средняя скорость ветра зимой в Красноярске 3—5 м/с. В зимнее время наблюдается наибольшая продолжительность штилей — от 670 до 1365 ч, что составляет 52—54 % годовой продолжительности. Максимальная скорость ветра 40 м/с.

На зимний период приходятся наибольшие значения относительной влажности воздуха за год. В декабре влажность увеличивается до 80 %. Амплитуда суточного хода в декабре—январе составляет 3—5 %, а в феврале она увеличивается до 10 %. В отдельные годы относительная влажность воздуха в дневное время колеблется от 55 до 79 %. Сумма осадков за зиму на территории Красноярска в среднем составляет 40 мм. Такое малое количество осадков связано с низкими температурами и малым влагосодержанием воздуха. Диапазон колебаний месячных сумм осадков велик: в декабре от 3 мм (1920 г.) до 60 мм (1964 г.); в январе от 2 мм (1942 г. и др.) до 35 мм (1966 г.); в феврале от 0,5 мм (1917 г.) до 42 мм (1966 г.). Общее число дней с осадками равно 19—20. Для зимы характерно не только самое большое число дней с осадками в году, но и наибольшая их продолжительность (табл. 50). С декабря по март включительно осадки выпадают только в виде снега.

Зимой для Красноярска характерны туманы и метели. В каждом из зимних месяцев в среднем 4 дня бывает с туманами, при этом средняя продолжительность тумана в декабре—январе 37—40 ч. В среднем за зиму наблюдается 27 дней с метелью.

7.2. Весна

Весенним сезоном принято считать период времени от даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С (8 апреля), или от даты начала разрушения устойчивого снежного покрова (4 апреля) до даты прекращения заморозков на поверхности почвы (1 июня). Продолжительность весеннего периода около восьми недель (приложение, табл. 21). В отдельные годы весна может запаздывать или наступать раньше по сравнению со средней датой на 10—15 дней. Разрушение устойчивого снежного покрова в наиболее ранние весны может произойти 12 марта, в наиболее поздние 9 мая, а окончание заморозков на поверхности почвы наблюдается от 11 мая до 23 июня.

Вследствие больших контрастов температур в весенний период атмосферные процессы развиваются особенно бурно, наблюдается резкая смена погоды. Средняя междусуточная изменчивость температуры воздуха в апреле 2,6 °С, а в мае 3,0 °С. В отдельные годы при вторжении холодных воздушных масс в тылу проходящих с северо-запада циклонов средняя суточная температура воздуха понижалась от одного дня к следующему в апреле на 16—18 °С, в мае на 13—14 °С, а при заторах теплого воздуха в теплых секторах циклонов повышалась на 12—14 °С. Наибольшая повторяемость междусуточной изменчивости приходится на пределы 0... +2 °С (табл. 35).

В зависимости от характера циркуляции атмосферы, вёсны могут быть ранними и поздними (по срокам наступления), дружными или затяжными (по характеру их развития). Холодными затяжными вёсны в Красноярске были в 1925, 1930, 1936, 1954, 1957, 1966, 1969 гг., теплыми, дружными были вёсны в 1943, 1945, 1947, 1953, 1967, 1968 гг. (табл. 91). Поздними, но дружными были вёсны 1937, 1952, 1964, 1965 гг., когда апрель был холодный (на 0—4,0 °C ниже нормы), а май теплый (1,0—3,0 °C выше нормы). Ранними, но затяжными были вёсны в 1926, 1929, 1972 гг., когда средняя месячная температура воздуха в апреле была на 2—3 °C выше нормы, а в мае — на 2—4 °C ниже нормы.

Таблица 91

Отклонение от нормы средней месячной температуры, давления и месячных сумм осадков в разные типы вёсен

Год	Отклонение от нормы средней месячной температуры, °C		Месячное количество осадков, % норм		Отклонение от нормы среднего месячного давления воздуха, гПа	
	апрель	май	апрель	май	апрель	май

Весна холодная, затяжная

1925	—2,4	—2,0	181	114	0,9	—1,2
1930	—5,1	—1,0	67	160	—1,7	—4,0
1936	—3,0	—1,3	76	58	1,1	—1,9
1954	—1,5	—2,2	104	165	1,6	0,2
1957	—1,2	—1,0	148	96	—2,2	0,3
1966	—3,6	—0,9	143	139	2,7	0,4
1969	—1,4	—2,0	179	111	0,5	—1,7

Весна теплая, дружная

1943	2,8	2,5	50	209	4,8	0,3
1945	3,6	4,6	41	78	—0,2	—0,8
1947	2,5	2,2	73	91	0,1	0,0
1953	2,6	2,0	67	53	5,2	0,8
1967	2,2	0,9	81	91	0,8	0,3
1968	1,9	1,0	90	110	—0,6	1,8

Средняя месячная температура воздуха в городе колеблется в значительных пределах (приложение, табл. 14), в том числе и весной. Характерно быстрое повышение температуры воздуха в начале весны — от марта к апрелю она повышается на 10—11 °C, от апреля к маю — на 5,7—7,4 °C. Дневные температуры в мае могут быть очень высокими, например, в 1974 г. в конце мая температура повышалась до 34,6 °C.

В отдельные годы средняя месячная температура воздуха значительно отличается от многолетней. Среднее отклонение температуры воздуха составляет в апреле $\pm 1,6$ °C, в мае $\pm 1,2$ °C, наибольшие — в апреле $\pm 2,7$ —4,2 °C, в мае $\pm 2,5$ —4,6 °C. В апреле отрицательные отклонения больше положительных, в мае преоб-

ладают положительные отклонения. Самая высокая средняя месячная температура воздуха в апреле наблюдалась в 1938 и 1939 гг. (5,6°C), а самая низкая (—3,6°C) в 1930 г., май был самым теплым в 1945 г. (13—14°C), самым холодным — в 1926 г. (5,2°C).

Суточные амплитуды при ясном небе и смене воздушных масс могут достигать больших значений. Так, например, 30 мая 1974 г. в городе температура поднялась на 26,8°C. Надо отметить, что более изменчивой температура воздуха бывает в мае, когда суточные амплитуды колебаний в пределах от 22 до 27°C повторяются в течение месяца довольно часто. В апреле бывает около 20 дней с отрицательной температурой воздуха, из них в среднем около двух дней без дневной оттепели. В мае наблюдается 7 дней с ночными заморозками, интенсивность их небольшая, а дни с отрицательной температурой без дневной оттепели могут наблюдаться 1 раз в 16 лет.

Заморозки прекращаются в последней декаде мая (21—23 мая). Наиболее ранняя дата последнего заморозка 29 апреля 1927 г., наиболее поздняя 10 июня 1925 г. (табл. 92). Заморозки на поверхности почвы прекращаются в среднем на неделю позднее, чем в воздухе. В апреле почва начинает прогреваться сверху, но в глубине сохраняется еще отрицательная температура. В мае отрицательная температура сохраняется лишь на глубине 1 м 60 см. Полностью почва оттаивает только в начале июня.

Таблица 92

Даты последнего заморозка различной вероятности

Средняя дата	Вероятность окончания заморозков в указанные даты и более поздние, %							Самая поздняя дата
	95	90	75	50	25	10	5	

В воздухе

21 V	6 V	9 V	15 V	21 V	28 V	4 VI	9 VI	10 VI
22 V	7 V	10 V	16 V	22 V	29 V	5 VI	10 VI	11 VI
29 V	14 V	17 V	23 V	29 V	5 VI	12 VI	17 VI	21 VI

На почве

1 VI	15 V	18 V	25 V	1 VI	9 VI	16 VI	22 VI	23 VI
------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------

С усилением циклонической деятельности и за счет развития конвекции в дневное время скорости ветра увеличиваются. Число штилей и малых скоростей ветра уменьшается до 35—40 %. Суточная амплитуда колебаний скорости ветра в весеннее время увеличивается. Сильные ветры в апреле и мае при сухой обнаженной почве часто приводят к возникновению так называемых черных, или пыльных бурь. Средняя месячная относительная влажность воздуха в 13 ч составляет в апреле 45—47 %, в мае 42 % (минимум). Диапазон колебаний в дневное время от 10 до

100 %. Число дней с относительной влажностью воздуха, равной и ниже 30 %, составляет в апреле шесть, в мае число сухих дней 11, в годовом ходе это наибольшее число сухих дней. Число влажных дней (относительная влажность днем 80 % и выше) в апреле—мае — один-два. Количество осадков в апреле и марте почти одинаковое. Сумма осадков за май составляет 41 мм, а за весенний период около 70 мм, интенсивность их в отдельные годы различна. Среднее число дней с осадками за месяц в апреле и мае составляет 10—14. Средняя продолжительность осадков в дни с осадками в апреле 8,9 ч, а в мае 5,4 ч.

Осадки, выпадающие весной, могут сопровождаться грозами. В апреле грозы бывают не ежегодно (в 8 % лет), в мае среднее число дней с грозой — два. Очень редко весной выпадает град: в апреле 1 раз в 60 лет, в мае — 1 раз в 30 лет.

Весной уменьшается количество ясных дней. Небо с утра чаще покрыто высоко-кучевыми облаками (32 %), количество которых к середине дня уменьшается (19 %), и в мае все чаще и чаще светит яркое весеннее солнце.

Количество туманов весной резко уменьшается. Наибольшее число дней с туманом отмечалось в мае 1948 г. (три дня). Иногда в апреле наблюдаются метели.

7.3. Лето

За начало летнего сезона берется средняя дата устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 10 °С (18 мая) и дата окончания заморозков на поверхности почвы (1 июня). Концом лета и началом осени принято считать среднюю дату появления заморозков на поверхности почвы и переход средней суточной температуры воздуха через 10 °С в сторону ее понижения (13 сентября). Средняя продолжительность лета составляет 105 дней, но может изменяться в отдельные годы в пределах от 74 до 125 дней.

Сроки начала и конца летнего сезона зависят от условий циркуляции атмосферы. За 40 лет самое раннее наступление безморозного периода на поверхности почвы приходится на вторую декаду мая (1939, 1947, 1953, 1959 гг.), а самое позднее — на третью декаду июня (1952, 1961, 1974 гг.). Самое раннее окончание безморозного периода приходится на вторую декаду августа (1945 г.), самое позднее — на третью декаду сентября (1940, 1949, 1953, 1960, 1973 гг.). За счет увеличения продолжительности дня, уменьшения количества облаков в летний период увеличивается продолжительность солнечного сияния. Самым солнечным является июль — всего два—три дня в месяц без солнца. Июль также отличается наибольшим постоянством термического режима. В июле в верхних слоях почвы накапливается запас тепла и почва становится теплее воздуха, что способствует повышению ночных температур воздуха.

В отдельные годы в начале лета наблюдаются вторжения холодных воздушных масс с севера и северо-запада, вызывающие кратковременные похолодания, нередко — заморозки. Часто заморозки наблюдаются в конце августа. Теплые сезоны наблюдались в 1922, 1965, 1969 гг. Холодных сезонов за период наблюдений было значительно больше, чем теплых, это 1917, 1925, 1929, 1936, 1937, 1938, 1949, 1960, 1961, 1970, 1972 гг. В теплые летние сезоны средние положительные отклонения колеблются в пределах от 0,9 до 1,5 °С, в холодные сезоны наибольшие отрицательные отклонения достигают 1,7 °С. Если за критерий экстремальности для летнего сезона брать отклонение $\pm 2\sigma$, то с 1914 по 1975 г. ни экстремально холодных, ни экстремально теплых сезонов не наблюдалось. В теплые сезоны осадки выпадают преимущественно в небольшом количестве. В холодные летние сезоны в большинстве случаев осадков выпадает больше нормы.

Летние сезоны считаются нормальными, если средняя температура воздуха за сезон не отклонялась от нормы более чем на 1 °С. В Красноярске (табл. 93) в большинстве случаев (76 %) бывают нормальные летние сезоны, холодных было 19 %, а теплые составили всего 5 % случаев.

Таблица 93

Вероятность (%) различных отклонений средней температуры воздуха от нормы

Типы сезонов	$\bar{\sigma}$ °С	VI	VII	VIII	VI—VIII
Нормальные	$0 \pm 1,0$	56	61	66	76
Теплые и холодные	$\pm 1,1-2,0$	31	20	26	24
Экстремально теплые или экстремально холодные	$> \pm 2$	13	19	8	—

Самым теплым летним месяцем является июль, средняя температура воздуха в городе 19,4 °С. Его средняя месячная температура воздуха примерно на 3 °С выше температуры июня и августа (приложение, табл. 14). Это единственный месяц лета, когда в окрестностях города не наблюдается заморозков. Ежегодно дневные температуры могут повышаться до 32 °С, а в отдельные жаркие дни достигать 38—40 °С. Минимальные температуры воздуха могут опускаться до очень низких пределов, близких к заморозкам (0,3 °С), а в июне и в августе до —3... —2 °С. Крайние температуры наблюдаются редко, преобладают же максимумы в пределах 20—25 °С (в июне 37 %, июле 45 %, в августе 39 %). Наиболее часто (в июне 43 %, июле 55 %, августе 50 %) повторяются ночные минимумы в пределах 10—15 °С, повторяемость минимумов в пределах 5—10 °С в июне и августе около 36 %, в июле — около 16 % случаев.

В летний период температура воздуха изо дня в день изменяется гораздо меньше, чем в другие сезоны. Наименьшая между-суточная изменчивость наблюдается в июле — средняя составляет 1,6 °С, а наибольшая ($\pm 8-10$ °С) бывает очень редко (0,1 %), преобладает же (30—41 % случаев) изменчивость $\pm 0,1-0,2$ °С. В июне, когда наблюдаются вторжения холодных воздушных масс, вызывающие резкие изменения температуры воздуха, средняя междусуточная изменчивость составляет 2,4 °С, в редких случаях (менее 1 %) она достигает $\pm 8-10$ °С, преобладает (22—30 %) изменчивость 0,1—0,2 °С. В августе повторяемость между-суточной изменчивости $\pm 0,1-2$ °С составляет 33—36 %, а наибольшая ($\pm 6-8$ °С) бывает в 0,1—1,3 % случаев. Изменения средней месячной температуры летом невелики (табл. 94). Средняя месячная температура воздуха в июне колебалась от 12,4 (1936 г.) до 18,6 °С (1939 г.), в июле от 15,7 (1925 г.) до 22,9 °С (1921 г.), в августе от 12,4 (1917 г.) до 17,4 °С (1974 г.). Гораздо сильнее может изменяться средняя суточная температура. Так, например, в июне наименьшая средняя суточная температура составила 2,7 °С (1936 г.), а наибольшая равнялась 27,8 °С (1969 г.). В июле она колебалась от 9,4 до 27,1 °С, в августе — от 5,1 до 25,3 °С. Наибольшую вероятность в июне—августе имеют дни со средней суточной температурой воздуха 10—15 °С (40—52 %). Средняя суточная температура в пределах 15—20 °С в летние месяцы наиболее часто (32 %) наблюдается в июле, в июне такую температуру имеют около 17 %, в августе — около 10 % всех дней. Летом верхние слои почвы в дневное время очень хорошо прогреваются солнечными лучами, за счет чего температура поверхности почвы в июне и июле на 4 °С выше температуры воздуха, в августе — на 2 °С. Ночью температура поверхности почвы ниже температуры воздуха на 1,1—1,6 °С. Абсолютный максимум в ясные жаркие дни может достигать в июне 58 °С, в июле 61 °С, в августе 53 °С, абсолютный минимум в июне может опускаться до —4 °С, в июле до 1 °С, в августе до —2 °С.

Амплитуда колебаний температуры почвы даже в верхних слоях в 5—7 раз меньше амплитуды температуры воздуха. Максимум температуры почвы до глубины 0,4 м приходится на июль, а на глубине 0,8—3,2 — на август (рис. 31).

Таблица 94

Вероятность (%) средних месячных температур воздуха

Месяц	$\bar{t}$	$t_{\text{мин}}$	$t_{\text{макс}}$	Вероятность указанной температуры и более высокой, %				
				90	75	50	25	10
VI	16	13	18	14	15	16	17	18
VII	19	16	23	17	18	19	20	21
VIII	16	13	18	14	15	16	16	17

В соответствии с общей циркуляцией атмосферы в летнее время преобладают юго-западные и западные воздушные потоки. Повторяемость этих ветров составляет 20—45 %. В летнее время возможны ветры северо-восточных и восточных направлений. На их долю приходится до 15 %. Наиболее часты (75 %) ветры со скоростью 0—3 м/с. На общем фоне небольших скоростей ветра в летнее время иногда наблюдаются наиболее интенсивные ветры,

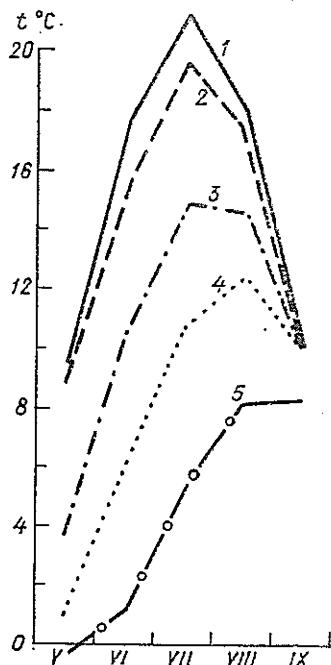


Рис. 31. Ход температуры почвы по глубинам в летний сезон.

Глубина, м: 1) 0,05, 2) 0,15, 3) 0,40, 4) 0,80, 5) 1,6.

скорость которых достигает 25 м/с (3 июня 1973 г.). Скорость ветра, превышающая 25 м/с, бывает в среднем 1 раз в 5 лет. Средняя продолжительность штилей в этот сезон от 300 до 640 ч. Число дней с пыльной бурей в летнее время колеблется от 0,1 до 0,8 дня.

В отличие от температуры воздуха, которая летом характеризуется большей устойчивостью, чем зимой, влажность воздуха от года к году изменяется больше летом. Дней с относительной влажностью в 13 ч 80 % и более, которые можно считать влажными, в июне—июле три, августе четыре. Дней же засушливых, когда влажность хотя бы в один срок была 30 % и менее, в июне три, в июле около одного, а в августе почти не бывает. Летом выпадает наибольшее количество осадков в году (до 200 мм) (табл. 46). По многолетним данным, в июле выпадает до 70 мм осадков, в августе 61 мм. Наибольший наблюдаемый максимум (170 мм) в июле за период с 1914 по 1975 г. отмечен в 1953 г.

Наблюдаются месяцы засушливые (3—11 % лет), однако засушливый летний сезон не отмечен, дождливый же встречается в 3 % лет. Летом повторяемость пасмурного состояния неба уменьшается, увеличивается повторяемость полуюсного неба (20 %), что связано с развитием вертикальной облачности. Летние осадки часто сопровождаются грозами. Наибольшее число гроз наблюдается в июле (19), июне (14), августе (12). Иногда во время грозы выпадает град. Наибольшее число случаев с градом приходится на июнь (три-четыре дня). Град бывает преимущественно мелкий и непродолжительное время.

7.4. Осень

Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 10°C к более низким значениям и появление заморозков на поверхности почвы принимается за начало осеннего периода. Концом осени считается средняя дата перехода средней суточной температуры через -5°C и средняя дата образования устойчивого снежного покрова. Продолжительность осени около двух месяцев. Средняя дата перехода температуры через 10°C приходится на 13 сентября, что совпадает со средней датой появления первых заморозков на поверхности почвы, а дата перехода средней суточной температуры через -5°C (6 ноября) почти совпадает со средней датой (4 ноября) появления устойчивого снежного покрова. В отдельные годы эти даты значительно отклоняются от средних. Так, первый заморозок на поверхности почвы может в редких случаях (5 %) наблюдаться 23 августа, а самая ранняя дата появления устойчивого снежного покрова падает на 15 октября. Температура воздуха в начале осени днем может быть очень высокой, максимум в отдельные дни достигает $31\text{--}33^{\circ}\text{C}$, но в холодные ночи температура воздуха в сентябре может понижаться до -12°C . Для осени характерны частые ухудшения погоды и понижение температуры, но в отдельные годы в сентябре и октябре наблюдаются возвраты тепла и на некоторое время устанавливается теплая, малооблачная, сухая погода. Днем температура может повышаться до $16\text{--}22^{\circ}\text{C}$. Средняя месячная температура воздуха от сентября к октябрю изменяется примерно на 8°C , а от октября к ноябрю — на 10°C . В отдельные годы средняя месячная температура может значительно отклоняться от нормы. Наибольшие отклонения наблюдаются в октябре ($4,6 \dots -5,5^{\circ}\text{C}$).

Сезоны, в которые абсолютная аномалия температуры составляет 1,5σ, что для Красноярска равно $2,2^{\circ}\text{C}$, можно считать экстремально холодными или экстремально теплыми в зависимости от знака аномалии. Экстремально теплой была осень в 1932, 1945, 1971 гг., а экстремально холодной — в 1968, 1974 гг.

Наступление отрицательных температур воздуха в виде ночных заморозков в сентябре явление не очень частое. Оно вызывается вторжением холодных арктических масс. В сентябре бывает около четырех дней, когда температура в ночное время пони-

жается до отрицательных значений. Такое понижение днем наблюдалось 1 раз в 40 лет. В октябре число дней с отрицательной температурой в ночное время увеличивается до 20, а дней, когда температура отрицательна и днем, и ночью, бывает около шести.

Первые заморозки в воздухе наблюдаются 18—20 сентября, а на поверхности почвы 12—13 сентября. В отдельные годы эти даты могут значительно отклоняться от многолетней средней. Так, самый ранний заморозок в воздухе наблюдался 21 августа 1970 г., а на поверхности почвы 18 августа в 1945 г., самый поздний заморозок в воздухе 6 октября 1960 г., на почве 25 сентября 1960 г.

Таблица 95

Даты первого заморозка в воздухе и на поверхности почвы различной вероятности

Характеристика заморозка	Средняя дата	Вероятность заморозков в указанные даты и наиболее ранние, %						
		5	10	25	50	75	90	95
В воздухе	20 IX	31 VIII	4 IX	12 IX	20 IX	28 IX	3 X	7 X
На поверхности почвы	13 IX	23 VIII	28 VIII	6 IX	13 IX	19 IX	23 IX	24 IX

Из данных табл. 95 видно, что в первой декаде октября первый заморозок в воздухе вероятен в 90 % лет, т. е. в 9 годах из 10 первый заморозок наблюдается ранее 3 октября, а на поверхности почвы ранее 23 сентября. В сентябре и октябре увеличивается скорость ветра, преобладающими направлениями остаются юго-западное и западное. Средняя скорость ветра на открытых местах составляет 2,8 м/с в сентябре и 4,0 м/с в октябре. Максимальные скорости ветра чаще всего приходятся на период с 10 до 12 ч. В осеннее время наблюдается иногда скорость ветра более 20 м/с (23 м/с в октябре 1966 г.). Осенью, особенно в сентябре, происходит резкое повышение относительной влажности (с 60 до 75 %). Заметное повышение наблюдается в дневное время (13 ч). В октябре увеличивается число пасмурных дней. В осенний период количество осадков по сравнению с летним уменьшается, но увеличивается продолжительность осадков. Меняется вид осадков. Если в сентябре осадки выпадают в виде дождя, хотя бывают и смешанные, то в октябре уже начинают преобладать твердые и смешанные, а в ноябре наблюдаются только твердые.

Первый снежный покров в среднем появляется 16 октября. В отдельные годы эта дата отклоняется от средней на 20—30 дней в ту и другую сторону. Самая ранняя дата появления снежного покрова отмечена 4 сентября 1967 г. Однако снег, выпавший в сентябре, всегда сходит.

Осенью возможны все атмосферные явления, наблюдаемые в течение года, но число дней с каждым из них не превышает девяти.

8. КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

При решении разнообразных народнохозяйственных вопросов часто требуются комплексные характеристики метеорологических элементов и явлений. Эти сведения используются для изучения законов формирования и изменения климата. Они могут быть использованы при планировании производственной деятельности, при расчете отопительных систем и т. д. Большое значение комплекс метеорологических элементов имеет при расчете теплового режима зданий, под которым понимается распределение в пространстве и во времени температуры и потоков тепла в здании. Основной характеристикой, определяющей теплоощущения человека внутри здания, является температура внутреннего воздуха. Обычно значение температуры внутреннего воздуха принимается постоянным и равным 18°C . В холодное время температура внутри помещения определяется действием отопления.

Для определения мощности отопительных систем и норм топлива необходимо знать расчетную температуру наружного воздуха, которая равна средней многолетней температуре наиболее холодной пятидневки, расчетную зимнюю вентиляционную температуру, среднюю температуру отопительного периода (табл. 96).

Таблица 96

Температура самой холодной пятидневки t_n , зимняя вентиляционная температура t_v , средняя температура отопительного периода $t_{от}$ и его продолжительность τ

Станция	t_n	t_v	$t_{от}$	τ
Красноярск	-41	-23,8	-7,8	232
Красноярск, оп. поле	-41	-22,0	-7,2	235

В обычные годы отопительный период начинается с 22 сентября, когда температура воздуха в среднем за сутки уже не превышает 8°C . Продолжается этот период до 13 мая, т. е. в течение 235 дней.

Один раз в 20 лет переход температуры воздуха через 8°C осенью наступает 5 сентября, а весной 24 апреля. Каждый

второй год даты начала и конца отопительного сезона совпадают со средними многолетними датами (22 сентября и 13 мая). Крайне редко (в 5 % лет) переход температуры воздуха через 8°C осенью наступает не ранее 9 октября (самая поздняя дата 19 октября 1932 г., ранняя 2 сентября 1953 и 1967 гг.), весной 27 мая (самая ранняя дата 17 апреля 1943 г., поздняя 29 мая 1972 г.). В 1966 г. был самый короткий отопительный сезон (198 дней), в то время как в 1968 г. он продолжался 255 дней (приложение, табл. 26).

При расчетах теплового режима зданий целесообразно использовать не расчетную наружную температуру воздуха, а эффективную температуру. Эффективная температура — это комплексный климатический показатель теплопотерь зданий, представляющий собой такую температуру наружного воздуха, при которой в условиях штиля и отсутствия коротковолновой солнечной радиации здание имеет такие же теплопотери, какие имеют место при данной температуре наружного воздуха, данной скорости ветра и данном значении потока суммарной радиации.

Температура воздуха, скорость ветра и солнечная радиация определяют тепловой режим зданий в общем тепловом балансе города (табл. 97). Максимальные теплопотери, следовательно, и мощность отопительной системы в городе должны рассчитываться с учетом эффективной температуры, достигающей $-46 \dots -50^{\circ}\text{C}$.

Таблица 97

Основные климатические параметры теплового режима
зданий в Красноярске при $T_{\text{эфф}}$ от -46 до -50°C

Теплопотери, $^{\circ}\text{C}/\text{мес}$

общие	250—400
от ветра	10—16
Добавка тепла от радиации, $^{\circ}\text{C}/\text{мес}$	130—215

Метеорологические элементы, определяющие тепловой режим зданий, тесно между собой взаимосвязаны, с понижением наружного воздуха и увеличением скорости ветра теплоотдача зданий увеличивается. Так, общие теплопотери в городе составляют от 250 до $400^{\circ}\text{C}/\text{мес}$; теплопотери от ветра меняются на $10\text{—}16^{\circ}\text{C}/\text{мес}$. Количество радиации в городе в сумме за год велико, но лишь в весенне-летние месяцы, когда теплопотери небольшие.

Широко известной комплексной климатической характеристикой являются термические розы ветров. С их помощью можно выявить зависимость температуры воздуха от направления ветра, определить, с какими направлениями ветра в городе в разные сезоны года связаны потепления и похолодания (рис. 32). Осенью и зимой основное понижение температуры происходит при ветрах северных румбов. При средней температуре воздуха за зиму $-12,6^{\circ}\text{C}$ (табл. 98) ее понижение доходит при северо-западном направлении ветра до $-17,4^{\circ}\text{C}$, северном — до $-16,4^{\circ}\text{C}$ и северо-восточном — до $-15,3^{\circ}\text{C}$.

Весной ветры южного направления повышают среднюю температуру с 5,9 до 8,4 °С. Летом наибольшие значения температуры (20,2 °С) отмечаются при ветрах восточного направления, а наименьшие (14,8 °С) при западном (приложение, табл. 43).

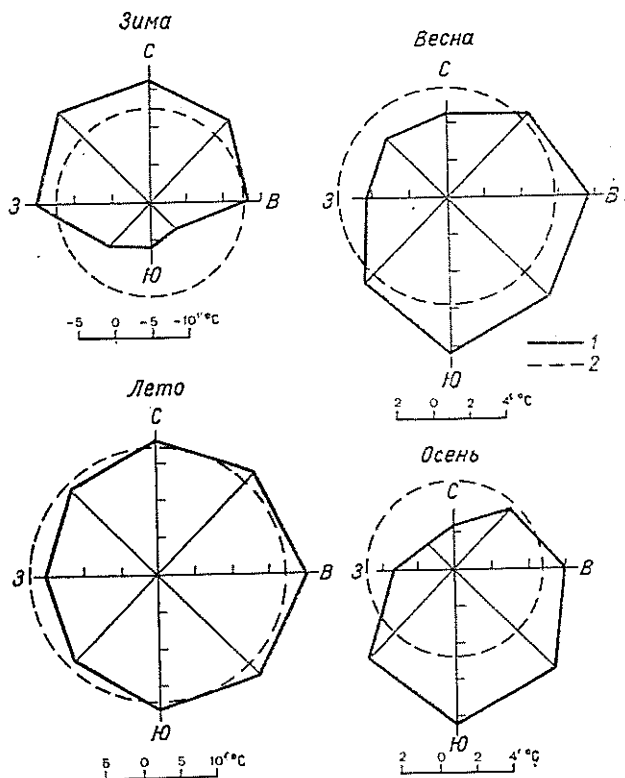


Рис. 32. Температура воздуха в зависимости от направления ветра в различные сезоны года (термические розы).

Температура, °С: 1 — по направлениям ветра, 2 — средняя месячная.

Для климата Красноярска характерны незначительные скорости ветра при низких температурах в зимнее время. Во все сезоны года повторяемость облачности 8—10 баллов возрастает с увеличением скоростей ветра и сокращением диапазона по температуре воздуха (приложение, табл. 44). Очень редко (повторяемость 0,1 %) в городе отмечаются скорости ветра 20 м/с и более зимой при температуре ниже -20°C , весной — при температуре от -4 до -6°C , в июне — при температуре от 14 до 16°C . В холодный период наиболее часты сочетания температуры воздуха от -12 до -24°C при штиле и ветре до 2 м/с, в теплый период — от 5 до 17°C при ветре 0—2 м/с (рис. 33).

Таблица 98

Средняя температура воздуха (°C) в зависимости от направления ветра по сезонам и за год

Сезон	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль	$\bar{t}$
Зима	-16,4	-15,3	-13,3	-4,9	-6,2	-8,1	-14,9	-17,4	-17,0	-12,6
Весна	4,5	6,4	7,6	7,6	8,4	6,4	4,2	4,4	3,9	5,9
Лето	17,9	19,1	20,2	19,4	17,9	15,7	14,8	16,2	14,6	17,3
Осень	2,4	4,4	6,0	7,6	8,4	6,6	3,3	1,9	2,3	4,8
Год	-1,2	0,2	1,8	5,3	4,7	2,7	-1,3	-2,2	-2,4	0,8

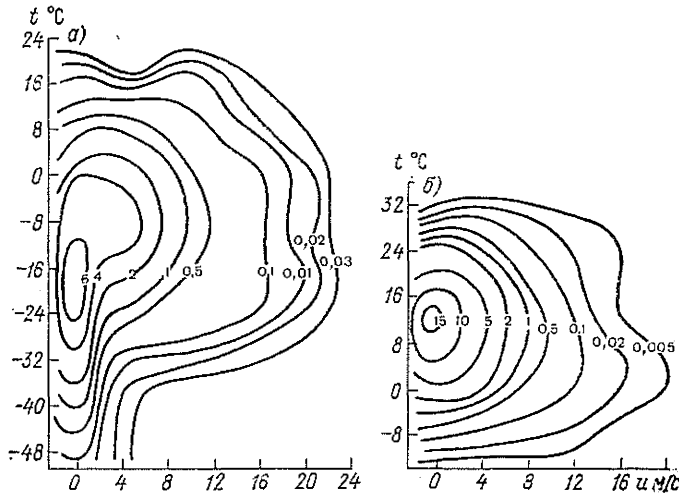


Рис. 33. Повторяемость (%) различных сочетаний температуры воздуха и скорости ветра.

а — октябрь—апрель, б — май—сентябрь.

Представление о температурно-влажностном режиме дает табл. 45 (приложение), где изменение температуры учитывалось через 5 °C, а относительной влажности через 10 %. В зимний период температурно-влажностный режим в дневное время характеризуется влажностью от 60 до 90 %, имеющей наибольшую повторяемость (до 22 %) при температуре от -10 до -15 °C. Повторяемость относительной влажности ниже 30 % составляет меньше процента (0,1—0,9 %), увеличиваясь в апреле—мае до 13 % и вновь уменьшаясь в июле до 0,5 %. Летом наибольшую повторяемость (12—13 %) имеет относительная влажность от 70 до 80 % при температуре от 15 до 25 °C. В годовом разрезе наибольшая повторяемость (17—20 %) относительной влажности па-

дает на градации от 60 до 90 % при температуре (повторяемость 6 %) от 10 до 15 °С.

Сведения, приведенные в табл. 45 и 46 (приложение) могут быть использованы при оценке комфортности условий. Приблизительно комфортными для человека являются такие условия, при которых температуры 18—22 °С сочетаются с относительной влажностью 35—65 %. Следовательно, в дневные часы летом (июнь—июль) условия до некоторой степени близки к комфортным (повторяемость комфортных условий в дневное время составляет 12—14 %). В ночные часы наиболее часты сочетания температуры воздуха 12—16 °С и влажности 85—95 %, и повторяемость комфортных условий не превышает 4 %.

9. ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОГО КЛИМАТА

9.1. Мезо- и микроклиматические особенности города и его окрестностей

Мезоклиматическое районирование окрестностей г. Красноярска. Мезоклиматические различия возникают под влиянием различных физико-географических условий отдельных местностей (рельефа, растительности, водных бассейнов) и в значительной мере определяются производственной деятельностью человека. В течение длительной истории развития человеческой культуры люди постоянно оказывали влияние на окружающую природу, в той или иной мере изменяя ее.

Современный облик природы района Красноярска далек от ее естественного состояния. Уничтожение лесной растительности способствовало увеличению скорости ветра у земной поверхности, некоторому изменению режима температуры и влажности нижнего слоя воздуха, а также изменению режима влажности почвы, испарения и речного стока. Земная поверхность, лишенная растительного покрова, сильно нагревается солнечной радиацией, относительная влажность над ней падает, что повышает уровень конденсации и приводит к уменьшению количества выпадающих осадков. Распашка степей и уничтожение степной растительности вызывает зимой сильное сдувание с полей снега и промерзание почвы. Весной почва получает меньше талой воды вследствие увеличения стока. Увеличивается сток и дождей, что вызывает рост оврагов (Гремячий, Покровский) и сыпучих песков. Это одна сторона антропогенного воздействия. Другая, более существенная, связана с тем, что в результате увеличения промышленного производства выбросов пыли и копоти происходит загрязнение атмосферы, уменьшается поступление солнечной радиации. Это приводит к изменению радиационного и теплового баланса метеорологического режима города.

Для выявления мезоклиматических различий, которые проявляются в количественных значениях некоторых метеорологических элементов, дано мезоклиматическое районирование природной зоны окрестностей города, в основу которого принята изрезанность рельефа, характеризующаяся глубиной базисов эрозии (рис. 34). В основу типизации обширных районов пригорода, положены термические характеристики (табл. 99). Из данных табл. 99 видно, что продолжительность периода с температурой ниже -5°C в условиях степного ландшафта на 20 дней меньше,

чем в горной тайге. Большой интерес представляют средние из абсолютных минимальных температур. Наблюдения показывают, что на минимальные температуры в условиях антициклональной погоды наибольшее влияние оказывает рельеф местности. Более низкие температуры бывают в понижениях, куда стекает холод-

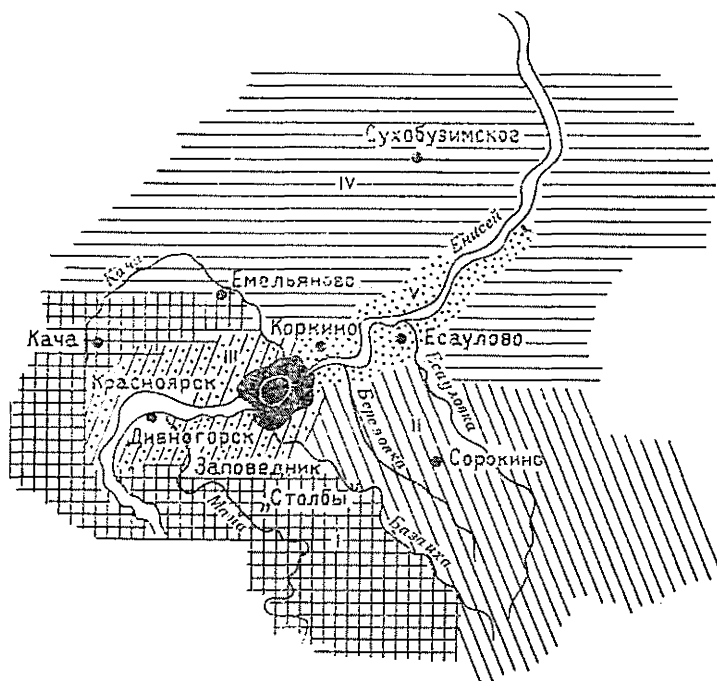


Рис. 34. Мезоклиматические районы окрестностей Красноярска.

Усл. обозн. см. табл. 99.

ный воздух с повышенных элементов рельефа. Зимой в заповеднике «Столбы» не бывает таких низких температур, как в Сорокино или в Сухобузимском. С переходом к устойчивым морозам происходит образование снежного покрова, мощность которого нарастает от месяца к месяцу, достигая своего максимума во второй декаде февраля — третьей декаде марта в степи и в третьей декаде марта — второй декаде апреля в горной тайге. В открыто расположенной местности наибольшая высота снежного покрова составляет 35—40 см, а в защищенной 60—80 см. Под влиянием высоты увеличивается и продолжительность залегания снежного покрова. Разрушение его в районе заповедника «Столбы» начинается значительно позже, чем в степи.

Продолжительность самого теплого периода (с температурой выше 15°C) изменяется от 70—80 дней в условиях степного ландшафта до 40—50 дней в горной тайге. Длительность безморозного периода тесно связана с влиянием подстилающей поверхности и

Таблица 99

Мезоклиматическое районирование окрестностей Красноярска (по И. А. Гольцберг)

Район (см. рис. 34)	Природная зона	Высота, м	Лето			Зима				Весна (даты разрушения снежного покрова)
			длительность периодов, дни		Средняя скорость ветра за июль, м/с	длительность периода (дни) с температу- рой ниже —5 °С	средний из абсолютных годовых минимумов, °С	средняя максимальная высота снежного покрова, см		
			с темпера- турой $\geq 15^{\circ}\text{C}$	безмороз- ного				в поле	в лесу	
I Юго-западный (среднегорный)	Темнохвойная тайга	490—540	40—50	60—110	1,0	150—155	—36		83	26 IV—6 V
II Восточный (низкогорный)	Смешанный лес	340—360	50—55	80—100	1,4	140—145	—44	64	80	14 IV—24 IV
III Центральный (предгорье)	Лесостепь	270—290	65—70	115—120	2,0	135—140	—42	29	57	12 III—4 IV
IV Северный (слабо-холмистая равнина)	„	160—190	60—65	85—90	2,3	145—150	—48	38		20 III—8 IV
V Долина Енисея	Степь	140—160	70—80	118—120	2,3	130—135	—40	18		28 III

хорошо отражает изменение ее на близких расстояниях. При частой смене холмов и понижений рельефа, характерной для района IV, длительность безморозного периода в понижениях рельефа может уменьшаться на 30 дней по сравнению с местоположением на открытом ровном месте. Продолжительность безморозного периода в лесостепной и степной зонах составляет 100—120 дней, в горной области колеблется от 60 до 110 дней («Столбы»), в холодные годы сокращается до 50—80 дней. Рано наступающие заморозки в горах ограничивают возможности полного использования вегетационного периода. В целом наблюдения показывают постепенное похолодание от степи к горной тайге.

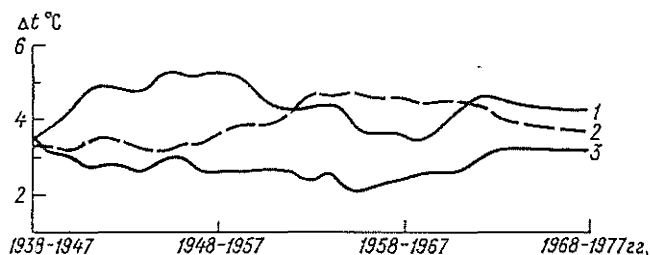


Рис. 35. Разности абсолютного минимума температуры воздуха Красноярске—Сорокино (скользящие десятилетия).

Период: 1 — февраль, 2 — год, 3 — сентябрь.

Мезоклиматические различия между городом и его пригородом. С ростом города происходит возрастание термических различий город—пригород (приложение, табл. 47). Например, к 1977 г. в городе в феврале стало на 0,5—0,8 °C теплее, чем в 1930—1940 гг. Подобные различия прослеживаются в целом за год. В осенний период, когда еще не начался отопительный период, эти различия сглаживаются (рис. 35). Зимой термические контрасты города с пригородом являются наибольшими. Разность температур достигает 6 °C (табл. 100). Летом прибавляется дополнительное тепло от нагретого асфальта улиц, площадей, каменных зданий. Наблюдения показывают, что приземный слой воздуха в городе на 2—3 °C теплее, чем в пригородах. Влияние города обуславливает повышение суточного минимума температуры воздуха на 1—2 °C, особенно характерное в зимний период. Суточная амплитуда в черте города уменьшается, безморозный период увеличивается (табл. 101). В городе первый заморозок появляется примерно на 10 дней позже, чем в пригородной зоне. Последний заморозок прекращается 21 мая, т. е. на 20 дней раньше, чем за городом.

Теплый воздух над городом формируется в виде купола, получившего название «купол тепла». В результате этого уменьшается поступление прямой солнечной радиации, которая в зимние

Таблица 100

Максимальные отклонения основных метеорологических элементов при различной степени детализации

Элемент	Отклонения (разность или отношения)		
	город—пригород	районы внутри города	микроклиматические застройки
Температура воздуха, °С	6	3	5
Суммарная радиация (отношение)	0,9—1,0		
Прямая радиация (отношение)	1,0—1,1		
Скорость ветра (отношение)	3	2	1
Относительная влажность, % (разность)	19	22	24
Осадки (отношение, %)	15—20	10—21	

Таблица 101

Даты последнего и первого мороза и продолжительность τ безморозного периода

Станция	Дата последнего мороза	Дата первого мороза	τ
Красноярск	21 V	19 IX	120
Емельяново	10 VI	28 VIII	78

месяцы и так недостаточна (табл. 102). Из табл. 102 видно, что приход суммарной и рассеянной радиации в городе на 13—14 % меньше, чем на ст. Солянка, где не наблюдается увеличения мутности атмосферы за счет задымления от промышленных предприятий.

Таблица 102

Годовые суммы радиации (кВт/м^2) за 1975—1977 гг.

Характеристика	Метеостанция		Разность	
	Лысая гора ¹	Солянка	кВт/м^2	%
Суммарная радиация	57,8	65,9	—8,1	13
Рассеянная радиация	29,8	34,6	—4,8	14
Баланс	26,4	23,1	3,3	13
Продолжительность солнечного сияния (ч)	1730	2230	—500	

¹ Красноярск.

тий. В городе продолжительность солнечного сияния на 500 ч меньше, чем в пригороде. Доля рассеянной радиации от суммарного прихода составляет на ст. Лысая гора 52 %, а на ст. Солянка 53 %. Радиационный баланс в городе выше на 13 %, чем в пригороде, что объясняется заниженным альбедо на ст. Лысая гора, особенно в зимние и переходные месяцы.

Воздух в городе суше, чем в окрестностях, особенно в летние вечера при отсутствии искусственного полива. Относительная влажность воздуха в городе на 5—7 % ниже. В летние вечера эти различия могут достигать 25—30 %, что объясняется уменьшенной по сравнению с окрестностями площадью испаряющихся поверхностей и большим стоком осадков внутри города (табл. 103).

Таблица 103

Абсолютная e (гПа), относительная влажность f (%) и недостаток насыщения d (гПа)

Станция	Зима			Весна			Лето			Осень		
	e	f	d	f	e	d	e	f	d	e	f	d
Красноярск	1,9	73	0,9	5,6	58	5,2	13,1	67	7,9	7,0	72	3,2
Емельяново	1,8	74	0,7	5,4	63	4,2	12,7	74	6,0	6,4	76	2,6

Город, являясь источником тепла, усиливает восходящие движения воздуха и способствует усилению облакообразования, увеличению количества выпадающих осадков, особенно в зимнее время. Так, в городе зимой осадков в 1,5 раза больше (Красноярск 40 мм, Емельяново 26 мм). В городе чаще, чем в окрестностях выпадают ливневые осадки.

В городе на неделю позже, чем в пригороде, образуется устойчивый снежный покров. Сходит он почти на три недели раньше в городе, чем в пригородной зоне. Существенное значение имеет то, что в городе улицы и площади очищаются от снега.

Имеющиеся различия в температурно-влажностном режиме накладывают отпечаток и на распределение атмосферных явлений. Повторяемость туманов в городе за год в 1,5—2 раза больше, чем в пригороде. Туманы в городе часты зимой (приложение, табл. 35). Это объясняется близостью незамерзающей реки, когда при низких температурах, слабом ветре развивается инверсионная стратификация и так называемая морозная мгла. Зимой наблюдается и наибольшее число дней с туманом (Красноярск 18, Емельяново 10). Средняя годовая продолжительность туманов в городе также в 3 раза больше, чем в его окрестностях (Красноярск 141 ч, Красноярск, оп. поле 56 ч).

Грозы в городе наблюдаются с мая по сентябрь, в пригороде — с апреля по октябрь (приложение, табл. 36). Наибольшее число дней с грозой в городе 43, в Емельяново 30. В городе наибольшая

вероятность выпадения града отмечается в июне, а в пригороде — в мае.

Повторяемость погодных условий. С целью выявления мезоклиматических различий между городом и пригородом при различных типах погоды были проанализированы данные двух станций: 1) Красноярск, расположенной почти в центре города, 2) Емельяново, находящейся в 25 км на северо-запад от города. Данные ежедневных срочных наблюдений для января, апреля, июля и октября за утренний и дневной сроки (время московское) в период с 1966 по 1976 г. сведены в табл. 104, характеризующую повторяемость погод в Красноярске, и в табл. 105, отражающую термические различия город—пригород при различных типах погоды. В графе «тип погоды» первая буква (или две первые буквы) характеризует скорость ветра: Т — тихо (0,1 м/с),

Таблица 104

Повторяемость (%) различных типов погод в Красноярске

Тип погоды	I	IV	VII	X	I	IV	VII	X
	Утренний срок (3 ч)				Дневной срок (9 ч)			
ТЯ	36	28	39	20	33	5	6	12
ТПЯ	2	1	8	5	1	1	9	4
ТП	3	1	3	7	4	1	2	3
СВЯ	31	33	26	24	28	25	24	21
СВПЯ	4	9	14	15	5	15	40	13
СВП	2	6	6	11	1	6	8	9
УВЯ	17	8	1	4	19	14	2	11
УВПЯ	5	9	2	8	7	25	6	20
УВП	0	5	1	6	2	8	3	7

Таблица 105

Термические (°C) различия между Красноярском и Емельяново

Тип погоды	I	IV	VII	X	I	IV	VII	X
	Утренний срок (3 ч)				Дневной срок (9 ч)			
ТЯ	4,7	1,8	1,6	2,9	2,6	−0,2	0,2	0,7
ТПЯ	2,4	2,3	1,7	2,1	2,6	0,6	0,1	0,1
ТП	2,9	1,3	1,2	1,7	2,4	−0,1	0,6	0,6
СВЯ	1,3	1,0	0,9	1,0	0,4	0,8	0,0	−0,1
СВПЯ	0,0	0,5	0,9	0,9	2,2	0,4	0,3	0,3
СВП	−0,5	0,7	0,9	0,7	1,0	0,6	0,2	0,7
УВЯ	0,7	0,5	1,1	1,0	0,8	0,4	0,4	0,4
УВПЯ	0,6	0,5	1,8	0,1	1,3	0,9	−0,3	0,4
УВП	1,0	0,2	0,02	0,5	0,3	0,6	0,7	0,6

СВ — средний ветер (2—5 м/с), УВ — умеренный и сильный ветер со скоростью более 5 м/с. Вторая буква (или третья и четвертая) обозначает облачность: Я — ясно (0—2); ПЯ — полужасно (3—7) и П — пасмурно (8—10 балла).

Зимой вся рассматриваемая территория находится под влиянием сибирского антициклона: стоит тихая ясная погода с низкими температурами. Повторяемость погоды типа ТЯ на обеих станциях 36—52 %. В Красноярске утром и днем повторяемость ясной погоды гораздо выше (80—84 %), чем полужасной и пасмурной, но находится в зависимости от скорости ветра: с увеличением ветра повторяемость ясной погоды снижается (утром ТЯ — 36 %, СВЯ — 31 %, УВЯ — 17 %, днем ТЯ — 33 %, СВЯ — 28 %, УВЯ — 19 %). Пасмурных дней 5—7 %. Весной в связи с большей активностью атмосферных процессов увеличивается повторяемость типов погоды со средними скоростями ветра — от 2 м/с и более. Утром преобладает ясная погода (69 %). Днем повторяемость полужасной погоды составляет 41, а ясной 44 %. Летом утром преимущественно стоит ясная погода, тихая или с ветром до 5 м/с (65 %), днем — полужасная и ясная погода со слабым ветром (64 %). Осенью не наблюдается резкого преобладания какого-то одного типа погоды. Утром бывают дни со СВЯ (24 %) и ТЯ (20 %) погодой, днем чаще наблюдаются дни со СВЯ (21 %) и УВПЯ (20 %). Осенью увеличивается количество пасмурных дней. Утром повторяемость их возрастает до 24, а днем до 19 %.

Термические различия город-пригород изменяются в разные сезоны и часы суток (табл. 105). В зимний период в городе сказывается отепляющее действие незамерзающего Енисея и тепла, выделяемого промышленными предприятиями, транспортом и котельными. При ясной тихой погоде термические различия достигают 4,7 °С. При усилении ветра и уплотнении облачности они уменьшаются. Если сравнить температурные различия по срокам, то в 3 ч они больше, чем в полдень, когда происходит радиационный нагрев территории.

На температурных контрастах города летом сказывается влияние реки, ночью и утром водный бассейн действует отепляюще (город теплее пригорода на 1,6—1,8 °С), а днем — охлаждающе. Днем различия обычно сглаживаются, в пасмурные дни они составляют 0,6—0,7 °С. Осенью температурные различия утром достигают 2,9 °С, днем они сглаживаются.

Микроклиматические различия внутри г. Красноярска. Климат города отличается от климата окрестностей и неоднороден внутри самого города. Внутри каждого города можно выделить свои микроклиматические различия в зависимости от топографии местности, наличия крупных водных объектов, от размещения промышленных предприятий, характера озеленения и т. п. Учитывая влияние всех этих факторов на формирование городского климата, выделено несколько крупных мезоклиматических районов. Районирование проведено на основании данных существующих метеостанций, микроклиматических наблю-

дений и экспедиций (рис. 36, приложение, табл. 48). Исследования проведены по температуре и влажности воздуха. Для того чтобы сведения были сопоставимыми, сравнивались не абсолютные значения температуры или влажности воздуха, а их различия во всех точках относительно контрольной. Станция Красноярск являлась опорной, для всех остальных пунктов получена разность отсчетов в данную съемку, как положительных, так и отрицательных. Та-

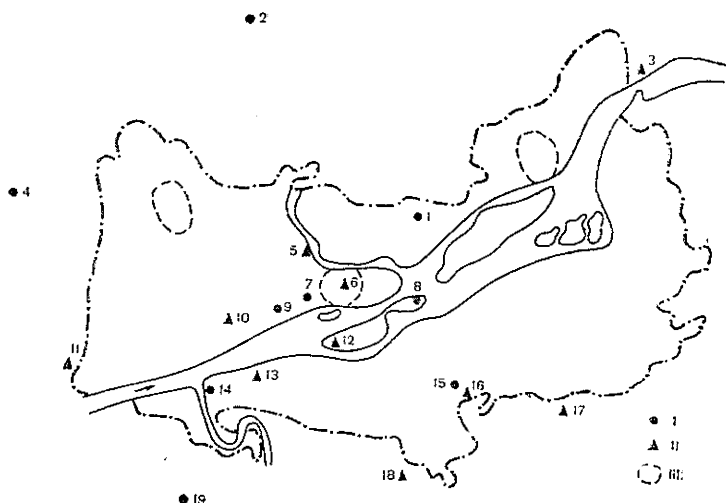


Рис. 36. Схема расположения пунктов метеорологических наблюдений.

1 — Красноярск, 2 — Емельяново, 3 — Коркино, 4 — Красноярск, оп. поле, 5 — «Космос», 6 — Пединститут, 7 — Красноярск, город, 8 — Гидропорт, 9 — Красноярск, ж.-д. ст., 10 — ул. Фрунзе, д. 33, 11 — Школа глухонемых, 12 — Остров Отдыха, 13 — ст. Енисей, 14 — пос. Базанха, 15 — ДОСААФ, 16 — Цементный завод, 17 — Лысая гора, 18 — Лыжная база, 19 — «Столбы». I — постоянные метеостанции, II — пункты мезоклиматических наблюдений, III — районы микроклиматических наблюдений.

кой метод позволил обобщить данные съемок в один сезон при одинаковых типах погоды, так как различия элементов могут быть одинаковы на разном фоне температуры или влажности (рис. 37—39). Следует отметить, что в связи с отсутствием съемок в ночное время и в отдельных районах города в дальнейшем районирование может уточняться. Районирование позволило получить представление о различиях температуры и влажности воздуха в городе в дневные часы.

Наибольшие температурные различия наблюдаются между центральными районами города и жилыми массивами, расположенными на окраинах, между левобережной и правобережной частями города, между юго-западным и юго-восточными районами правобережья, на озелененных участках, между набережной Енисея и собственно городом.

Резкой температурной границей внутри города является Енисей. Его влияние хорошо выражено во все сезоны. Летом в дневные часы на набережной и островах на $2,5\text{--}3,0^\circ\text{C}$ прохладнее, чем в городе. В левобережье «островами тепла» выделяются застроенные и наименее озелененные районы: центр города и район Индустриального поселка. Здесь температура приземного слоя воздуха на $2,0\text{--}2,5^\circ\text{C}$ выше, чем на опорном пункте, расположенном вдали от центра (Красноярск). К относительно теплым относятся районы: «Космос», ул. Фрунзе. Здесь температура нагретого

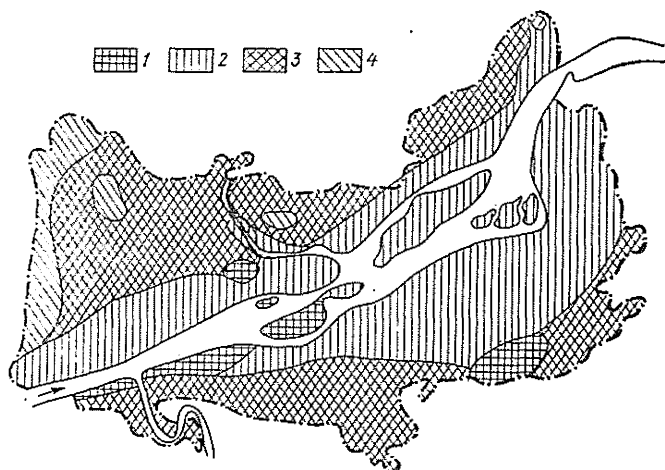


Рис. 37. Схема термических различий в ясную тихую погоду в городе. Зима, день.

Разность температур, $^\circ\text{C}$: 1) $3,0 \dots 2,1$; 2) $2,0 \dots 1,1$; 3) $1,0 \dots 0,1$; 4) $0,0 \dots -0,5$.

воздуха днем отличается на $1\text{--}1,5^\circ\text{C}$ от температуры воздуха прохладной набережной и парка им. Горького. Концентрация основных промышленных предприятий в правобережье, высокая плотность застройки (район Цементного завода, Первомайский поселок) приводят к тому, что температура здесь выше, чем на опорной станции, на $1\text{--}1,5^\circ\text{C}$.

Устойчивая температурная разница наблюдается между юго-западным и юго-восточным районами правобережья. Юго-восточный район на $0,6\text{--}0,8^\circ\text{C}$ теплее юго-западного, что объясняется сильным антропогенным влиянием (промышленная зона, плотная застройка). Кроме того, на температурный режим юго-западного района правобережья оказывает влияние близость садов, зоны отдыха, тайги (район заповедника «Столбы»). В целом район правобережья холоднее левобережья на $0,4\text{--}0,7^\circ\text{C}$. Микрорайоны: Северо-Западный, Студгородок, Академгородок, расположенные на окраинах города, в большой степени находятся под влиянием пригорода. Поэтому температура здесь на $1\text{--}1,5^\circ\text{C}$ ниже, чем

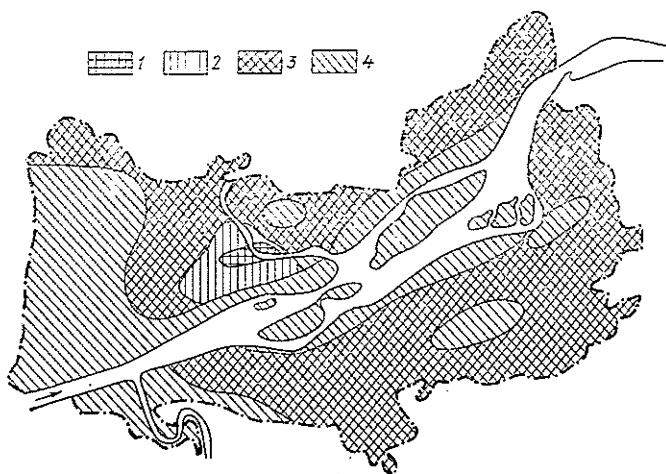


Рис. 38. Схема термических различий в городе. Лето, день.
Разность температур, °C: 1) 2,1 ... 2,5, 2) 1,1 ... 2,0; 3) 0,1 ... 1,0, 4) -0,5 ... 0,0.

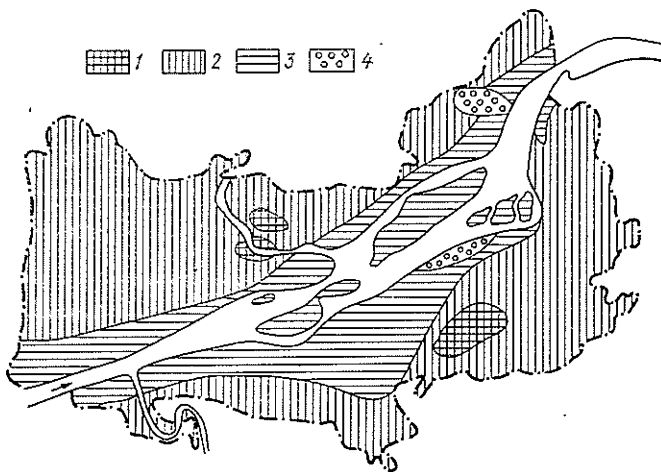


Рис. 39. Схема различий относительной влажности в городе.
Лето, день.

Разность относительной влажности, %: 1) -20 ... -10, 2) -10-0, 3) 0-10, 4) 10-20.

в центральной части города. Парковые зоны в течение дня прохладнее площадей и прилегающих к ним улиц. Так, например, в парке «Железнодорожников» прохладнее по сравнению с прилегающими улицами на $0,8-1,2^{\circ}\text{C}$, а в парке «ДК 1 Мая» — на $0,9-2,0^{\circ}\text{C}$.

В зимний период термические различия больше, чем в летний, что связано с дополнительными тепловыделениями от сжигания большого количества топлива. В промышленных частях города (район Цементного завода, Первомайский поселок и центр с плотной застройкой) повышение температуры составляет $2,0-3,3^{\circ}\text{C}$. Самыми теплыми районами являются остров Отдыха и прибрежная часть правобережья в районе ст. Енисей. Теплыми районами являются и районы, примыкающие к берегам Енисея. Во внутренних районах города разности температур близки между собой. В тихую ясную погоду пригород на $3-4^{\circ}\text{C}$ холоднее центральных частей города (рис. 37).

Осень и весна являются переходными сезонами и в эти периоды температурные различия сглаживаются. Весной, в апреле—мае, на набережной, в прибрежной части Енисея и на островах на $0,4-0,6^{\circ}\text{C}$ холоднее, чем во внутренних районах города, так как после зимы воды Енисея понижают температуру воздуха. Осенью же, наоборот, Енисей оказывает обогревающее влияние, и температура воздуха на берегах и островах повышается на $0,5-0,7^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, летом в течение дня в городе по температуре воздуха ориентировочно можно выделить три района: 1) центр города и промышленная зона правобережья, где температуры летом выше на $1,1-2,5^{\circ}\text{C}$ по сравнению с опорной станцией; 2) районы, в которых повышение температуры составляет 1°C по сравнению с опорной станцией; 3) пригороды и острова, где температура на $0,5-1,0^{\circ}\text{C}$ ниже, чем на опорной станции, на $2-3^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в центре (рис. 38).

Изменяется в городе и влажностный режим. Благодаря повышенной температуре воздух в городе удаляется от состояния насыщения, его относительная влажность уменьшается. Влажность воздуха на набережной и островах значительно выше, чем в городе, что связано с непосредственным влиянием реки, т. е. с непрерывным притоком водяного пара и с более низкой температурой воздуха на набережной. Здесь летом в ясную погоду относительная влажность воздуха на $10-20\%$ выше, чем в городе. В тех частях города, где площадь открытой почвы и зеленых насаждений незначительна, в летнее время испарение с поверхности почвы и транспирация растений в связи с этим меньше, поэтому относительная влажность воздуха ниже, чем в хорошо озелененных районах города. Так, относительная влажность районов Первомайского поселка, Цементного завода на $16-20\%$ ниже, чем в парке «ДК 1 Мая» (рис. 39).

Нужно отметить, что наиболее четко особенности городского климата проявляются при ясной и безветренной погоде. При пасмурной ветреной погоде влияние города не прослеживается.

9.2. Микроклиматические особенности различных типов застройки

В пределах даже одной городской застройки создается особый микроклимат. С целью выявления особенностей элементов микроклимата различных типов жилой застройки были выбраны два вида застройки (периметральная и продольная) в разных районах города. Наблюдения проводились в зимний и летний периоды 1976 г. на высоте 0,5 и 1,5 м каждый час одновременно в выбран-

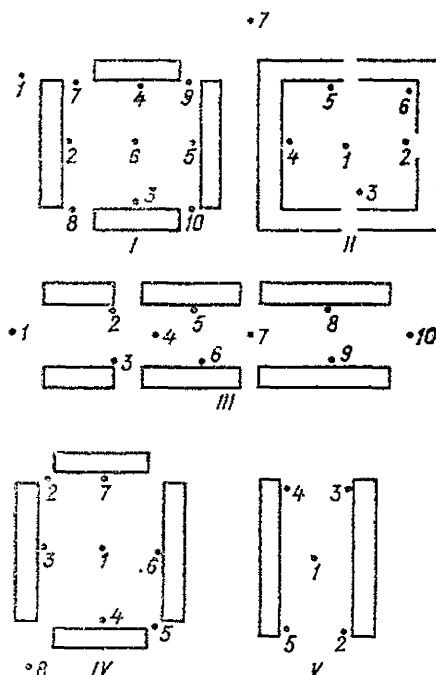


Рис. 40. Типы жилых застроек, в которых проводились микроклиматические наблюдения.

I — периметральная застройка северо-восточного района (Зеленая роща), *II* — кирпичная старая застройка центрального района, *III* — продольная застройка северо-восточного района (Зеленая роща), *IV* — новая периметральная застройка северо-западного района, *V* — новая продольная застройка северо-западного района; цифрами обозначены точки наблюдений.

ных точках с учетом погодных условий. Исследованные типы застроек и размещение в них точек показано на рис. 40. Для каждого типа жилой застройки велись наблюдения в открытой (контрольной) точке.

Зимой наблюдения проводились в январе, когда город находился под влиянием гребня высокого давления и сохранялась яс-

ная, морозная погода с очень слабым ветром. При ясной тихой погоде в январе наблюдения проведены в двух типах застройки: 1) периметральном — в центре города и северо-западном районе, 2) в продольном типе — только в северо-западном районе. Общий фон температуры в период наблюдений определялся постепенным ее повышением. Если рассматривать ход температур в этих застройках, то самые низкие температуры наблюдались в застройке периметрального типа северо-западного района.

При сравнении средних температур в различных точках застроек с температурой на метеостанции Красноярск за время наблюдений видно, что средние температуры на метеостанции на 3°C выше. Только на контрольных точках температура равна температуре воздуха на метеостанции, что объясняется хорошей продуваемостью этих точек.

Большие градиенты температур зимой создаются между открытой точкой и точками внутри застроек, между освещенными и затененными точками, между точками, продуваемыми ветром и расположенными в местах застоя воздуха. При анализе наблюдений оказалось, что средние температуры на открытых точках на $0,4\text{--}0,9^{\circ}\text{C}$ выше, чем на расположенных внутри застроек. Средние температуры воздуха на каждой точке внутри застроек отличались друг от друга в пределах $0,1\text{--}0,6^{\circ}\text{C}$. Самыми теплыми были точки у восточных и южных стен зданий, средняя температура которых выше остальных на $0,5\text{--}0,6^{\circ}\text{C}$. Они первыми из всех освещались солнечными лучами после восхода солнца и в тень попадали во второй половине дня. Уже в первые сроки наблюдений температура на них была выше, чем на остальных точках, в дальнейшем она повышалась от срока к сроку почти на 2°C . Следовательно, температурный режим точек у восточных и южных стен зданий в зимний период определяется притоком тепла от солнца. Ход температуры воздуха во всех точках почти одинаков и зависит от положения солнца над горизонтом. Наибольшее повышение температуры (на $2,5^{\circ}\text{C}$) наблюдается между 11 и 12 ч.

Интересно сравнить температурный режим двух застроек разного типа (периметрального и продольного), расположенных в одном районе в 100 м друг от друга. В застройке продольного типа температура выше на $0,4\text{--}0,5^{\circ}\text{C}$, двор ориентирован с севера на юг и хорошо продуваем. Даже в период зимних наблюдений, когда сохранялась малооблачная безветренная погода, в таком дворе создавались условия для перемешивания воздуха, что приводило к повышению температуры. В периметральной застройке температурные различия между точками более существенны (от $0,8$ до $3,1^{\circ}\text{C}$). Самые низкие температуры воздуха в наблюдаемых типах застроек при данной погоде отмечены у стен северо-восточных экспозиций.

В северо-восточном районе города в таких же типах застройки наблюдения проводились в феврале, когда город находился в тылу холодного фронта, погода обуславливалась холодной воз-

душной массой и была ветреной со снегопадом. В качестве продольного типа была выбрана улица Ферганская, открытая со стороны Енисея и сориентированная с востока на запад. Наблюдения проводились в 10 точках, расположенных вдоль улицы. Открытая (контрольная) точка для этой застройки располагалась на незастроенном участке в 100 м от реки. Самая низкая температура воздуха в феврале в этой застройке наблюдалась в точке, расположенной у северной стены здания в 400 м от контрольной точки, и была на 2°C ниже, чем на контрольной. Столь низкая температура объясняется тем, что точка у северной стены большую часть суток находилась в тени и была удалена от реки.

Из точек, расположенных по центру улицы, наиболее удаленная от реки имела температуру на $0,8^{\circ}\text{C}$ ниже, чем на контрольной. Точки, расположенные около северных стен домов и находящиеся большую часть времени в тени, имели температуру на $1,0$ — $1,4^{\circ}\text{C}$ ниже, чем точки, расположенные на противоположной стороне, освещенной солнцем. Средняя температура воздуха на всех точках данной застройки была в среднем на $0,1$ — $1,6^{\circ}\text{C}$ выше, чем на метеостанции Красноярск. Более высокая температура в данной застройке по сравнению с температурой воздуха на метеостанции может быть объяснена сильным влиянием реки зимой на микроклимат застройки.

При данном типе погоды в этом же районе города в январе и феврале проводились микроклиматические наблюдения в застройке периметрального типа. Однако выявить какие-либо особенности температурного режима этой застройки не удалось, кроме того, что на нем сказалось влияние близкой незамерзающей реки. Температура во всех точках двора выше в среднем на $0,1$ — $1,6^{\circ}\text{C}$, чем на метеостанции.

Летние микроклиматические наблюдения проводились в июле в тех же типах застроек, исключая улицу Ферганскую (северовосточный район). Просмотр синоптического материала за период наблюдений дал возможность сделать выводы, что погодные условия обуславливались холодным циклоном. В июне в городе стояла умеренно теплая погода с кратковременными дождями и слабым ветром. Общий фон температуры характеризовался ее понижением. Дневной ход температуры воздуха во всех точках застроек почти не отличался друг от друга и от обычного дневного ее хода. В первые два дня (при наличии облачности) он был более сглаженный, т. е. температура от срока к сроку в зависимости от положения точек повышалась в среднем на $0,3$ — $0,6^{\circ}\text{C}$, а при солнечной погоде на $0,8$ — $1,4^{\circ}\text{C}$. Во всех точках застроек, в том числе на контрольной, температура воздуха выше, чем на метеостанции. Средние разности температур между точками в застройке составляли $0,5$ — $1,7^{\circ}\text{C}$, разности этих точек и контрольной были равны $0,4 \dots -1,2^{\circ}\text{C}$.

Относительная влажность в большинстве точек застроек превышала влажность в контрольной точке и на метеостанции. Дневной ход влажности был обычным. Преобладали значения 41 —

49 %. Амплитуда дневных колебаний относительной влажности зависела от местоположения точек (максимум 25—30 %, минимум 10—15 %).

По литературным данным, применительным к некоторым типам застройки имеющимся и в Красноярске, коэффициент изменения скорости ветра между зданиями

$$K = v_1/v_0,$$

где v_1 — скорость ветра в застройке; v_0 — скорость ветра на открытом месте) колеблется от штиля в «ветровой тени» до 1,5 в разрывах между близко расположенными зданиями.

Зона влияния здания [45] обнаруживается на расстоянии двух высот перед ним, сбоку — на расстоянии до пяти высот. За зданием обнаруживается зона вихрей, которая по ширине превышает ширину здания. У фасада зданий скорости ветра обычно наименьшие. Они составляют 20—30 % скорости свободного потока. Уже на расстоянии двух высот здания они повышаются до 50 % скорости свободного потока. При перпендикулярном направлении ветра к фасадам зданий его скорости повышаются в разрывах между зданиями, так что ветрозащитная роль зданий снижается, ветер свободно проникает во двор. Наиболее благоприятным является периметральный тип застройки, в котором группа домов, расположенных под углом друг к другу, образует замкнутую зону площадью до четырех—шести высот здания, где скорость ветра снижается до 70 %.

Исходя из того, что любая застройка имеет свой микроклимат, в каждой из них была определена комфортность условий. За критерий оценки комфортности в летний период взята эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), являющаяся комплексным показателем влияния температуры, влажности воздуха и скорости ветра на теплоощущение человека.

По В. Ю. Милевскому, верхний предел комфортного интервала ЭЭТ составляет 18 °С. Для расчета ЭЭТ была использована шкала эквивалентно-эффективных температур при различных скоростях движения воздуха [57]. Наиболее комфортной оказалась застройка периметрального типа в северо-западном районе, где комфортность составляла 80 %.

В контрольной (открытой) точке для этой застройки из-за более высоких скоростей ветра только в 30 % отмечались комфортные условия. В застройке периметрального типа, расположенной в центре города, в эти же дни наблюдений отмечались комфортные условия в 50 % случаев, что объясняется более повышенными температурами.

Зеленые насаждения повышают степень комфортности в застройках. В застройке периметрального типа практически без зеленых насаждений комфортность снижается до 20 %. Однако избыточное озеленение может и понижать вероятность комфортных условий в застройке. Так, при пасмурной погоде и низких темпе-

ратурах отмечается охлаждение среды, а при ясной погоде, высоких температурах и слабых ветрах отмечается ее перегрев. Наблюдения показывают, что в температурно-радиационном режиме инсолируемых и затененных деревьями участков существуют большие различия. Особенно сильным будет влияние зеленых насаждений на солнечную радиацию. Если на открытых площадках суммарная солнечная радиация составляла $0,86 \text{ кВт/м}^2$, то на участках, затененных деревьями, она падала до $0,03\text{—}0,22 \text{ кВт/м}^2$. Интенсивность снижения солнечной радиации в очень большой степени определяется породным составом зеленых насаждений, размером и формой крон. Все это характеризует степень пропус-

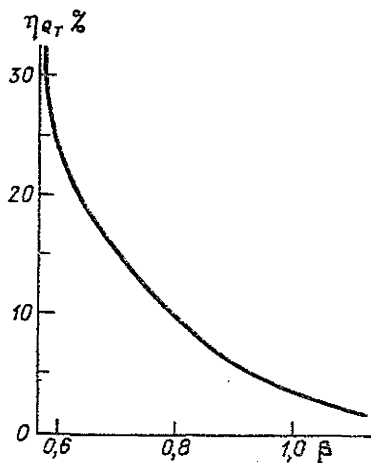


Рис. 41. Зависимость коэффициента пропускания суммарной радиации пологом зеленых насаждений η_{q_t} при различной их полноте β .

кания пологом суммарной радиации. Кроны в зависимости от полноты и коэффициента пропускания суммарной радиации разделяются на сомкнутые, ажурные и сквозные. Полнота насаждений β определяется визуально по сомкнутости крон и измеряется в долях единицы (1,0, 0,9, 0,8, ..., 0,1). Сомкнутые кроны имеют насаждения, полнота которых составляет 0,9—1,0, ажурные кроны — при полноте древостоев не более 0,7—0,8 и сквозные кроны — при полноте насаждений менее 0,6. По результатам наблюдений, проводимых в Центральном парке им. Горького в августе 1978 г., коэффициент пропускания полога увеличивается от 3—6 % в сомкнутых кронах до 20—25 % в сквозных. Наибольшие значения коэффициента пропускания полога отмечаются в насаждениях полнотой менее 0,6 (рис. 41).

Коэффициент пропускания полога η есть отношение (в процентах) суммарной радиации под пологом Q_t к радиации, поступившей на его поверхность Q_0 .

$$\eta = (Q_t / Q_0) \cdot 100.$$

Суммарная радиация под пологом крон Q_t зависит от полноты насаждений β . С уменьшением полноты увеличивается количество солнечной энергии, пропущенное кронами (рис. 42). В насаж-

дениях полнотой от 0,9 до 1,0 суммарная радиация составляет 0,03—0,04 кВт/м². При полноте 0,7—0,8 суммарная радиация возрастает до 0,06—0,07 кВт/м², а в насаждениях полнотой менее 0,6 суммарная радиация увеличивается до 0,14—0,22 кВт/м².

Радиационный баланс, как и суммарная радиация, определяется также полнотой насаждений. На участках с полнотой насаждений 0,9—1,0 в околополуденные часы наблюдается наименьшее значение радиационного баланса (0,01—0,03 кВт/м²). Под пологом ажурных крон ($\beta = 0,7 \dots 0,8$) радиационный баланс возрастает до 0,04—0,06 кВт/м² и при β менее 0,6 он составляет 0,17 кВт/м².

Зеленые насаждения снижают температуру подстилающей поверхности, сглаживают колебания температуры воздуха, понижая максимальные дневные и повышая минимальные температуры ночью. Между участками, расположенными под пологом зеленых насаждений, и инсолируемыми участками городской застройки вследствие различий в механизме их прогреваний наблюдаются значительные контрасты температуры и влажности воздуха. Деятельным слоем в парке является поверхность крон и поступающее к нему тепло в значительной степени затрачивается на испарение влаги с их поверхности. То же количество энергии, приходящееся на асфальтированную поверхность, расходуется только на нагревание. Вследствие этого температурные различия между зелеными насаждениями и неозелененными районами города могут быть значительными. Так, наблюдения, проведенные в парках, на площади у аэровокзала и на острове Отдыха, показали, что средняя температура воздуха на острове на 2°C ниже, чем на площади, и на 0,9°C ниже, чем на метеостанции. Средняя температура в «Парке железнодорожников» ниже, чем на опорной станции (Красноярск) на 0,4—0,7°C. Средняя температура воздуха в парке при Доме культуры им. Первого Мая была ниже температуры, наблюдаемой в «Парке железнодорожников», в пределах 0,2—0,8°C, а относительная влажность больше на 3—19 %. Среднее превышение температуры воздуха на опорной станции по сравнению с парком при Доме культуры им. Первого Мая доходит до 1,4°C, а относительная влажность выше, чем на опорной метеостанции на 5—19 %. Снижение температуры и повы-

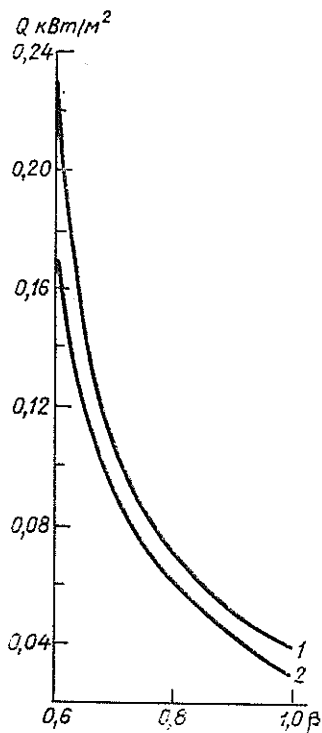


Рис. 42. Зависимость суммарной радиации (1) и радиационного баланса (2) под пологом зеленых насаждений от их полноты β . Август, 12 ч 30 мин.

шение влажности в парке объясняется стоком более холодного воздуха в долину реки, большой затратой тепла на испарение, а также большой сомкнутостью крон.

С помощью насаждений можно значительно улучшить климатические условия. В сухую погоду испаряемая листьями влага увеличивает влажность воздуха и понижает жару. Роль зеленых насаждений в повышении относительной влажности воздуха весьма значительна, особенно когда зеленые насаждения являются крупными массивами. Даже относительно неширокие посадки деревьев и кустарников способствуют заметному увеличению относительной влажности воздуха.

Цветники, газоны также регулируют тепловой режим территории, снижая нагрев поверхности и, следовательно, снижая интенсивность длинноволнового излучения. Так, по наблюдениям, проведенным в районе приаэровокзальной площади, температура над газоном в июне в часы наибольшего прогрева на 0,5—1,0 °C ниже, чем над асфальтом.

Зеленые насаждения в городе способствуют возникновению постоянных воздушных течений. В жаркие дни воздушные течения идут от насаждений, а вечером и ночью на открытых местах воздух быстрее охлаждается и устремляется к более устойчивому в тепловом отношении зеленому массиву. Теплый городской воздух, поднимаясь вверх, всасывает воздушные массы с окружающих загородных территорий, нередко образуя ветер. Подобные воздушные течения способствуют улучшению микроклимата.

Таблица 106

Фотосинтетически активная радиация по месяцам и за год

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Го
ФАР МДж/м ² . .	38	84	184	235	285	323	310	247	155	88	42	25	2011

Таблица 106а

Фотосинтетически активная радиация
за определенные периоды

Период	ФАР МДж/м ²
С температурой >5 °C	1311
>10 °C	1026
Безморозный	1048

9.3. Агрометеорологическая оценка условий произрастания естественной и культурной растительности в городской и пригородной зонах Красноярска

В связи с бурным ростом городского строительства возникает проблема сохранения существующих зеленых массивов и создания новых. Для роста и развития естественной и культурной растительности из всего многообразия агроклиматических показателей важнейшими являются свет, тепло и влага.

Основным показателем продуктивности климата является энергия солнечной радиации. Для озеленения города и садово-овощеводческого хозяйства пригородов наибольший интерес представляет радиационный баланс, прямая и рассеянная радиация. Период с положительным радиационным балансом составляет 8 месяцев (табл. 6, 7). Переход радиационного баланса от отрицательного к положительному происходит в первой половине марта. Смена знака радиационного баланса осенью отмечается в ноябре и означает прекращение вегетации всех растений. В отдельные годы в зависимости от продолжительности периода залегания снежного покрова может быть сдвиг времени перехода радиационного баланса через нуль. Даты перехода отрицательного баланса к положительному можно ориентировочно использовать для начала проведения некоторых работ в сооружениях закрытого грунта. Достаточные для вегетации растений суммы радиационного баланса наблюдаются в мае—августе. В эти месяцы вегетационного периода суммарный приход солнечной радиации составляет 494—654 МДж/м². Однако растительный покров в процессе фотосинтеза использует не всю солнечную радиацию, а только часть ее, которая поглощается хлорофиллом. Поток прямой и рассеянной радиации, который используют растения в процессе фотосинтеза, есть фотосинтетическая активная радиация (ФАР). ФАР в спектре излучения солнечной радиации занимает видимую ее часть, в интервале длин волн от 0,38 до 0,71 мкм. Максимум суммарной энергии ФАР (табл. 106 и 106а) приходится на июнь и достигает 323 МДж/м². Минимальные значения ФАР отмечаются в декабре (25 МДж/м²). За период с температурой воздуха выше 5°C приход ФАР составляет 1311 МДж/м². Заморозки значительно снижают возможности использования ФАР. Сумма ФАР за безморозный период составляет 1048 МДж/м², поэтому пригородную зону Красноярска можно рассматривать как территорию, обладающую большим биологическим потенциалом лишь для культур с коротким вегетационным периодом. Длительность безморозного периода более полно характеризуют заморозки на почве, которые весной прекращаются позже, а осенью наступают раньше, чем в воздухе. Самые ранние заморозки на почве осенью начинаются в конце августа. Они сокращают период активной вегетации сельскохозяйственных культур и приводят к значительному недобору урожая. Самые поздние заморозки весной наблюдаются в конце июня. Эти заморозки, воздействуя на расте-

ния, приводят к их пожелтению, замедлению темпа развития. Продолжительность безморозного периода в пригородной зоне Красноярска невелика и составляет в среднем в воздухе 120 дней, на почве 103 дня. Наибольший вред растениям приносят самые ранние осенние и самые поздние весенние заморозки, так как они наблюдаются обычно при высоких средних суточных температурах (табл. 107). Наиболее опасными для теплолюбивых культур как весной, так и осенью являются заморозки интенсивностью 0... —3 °С и ниже (рис. 43).

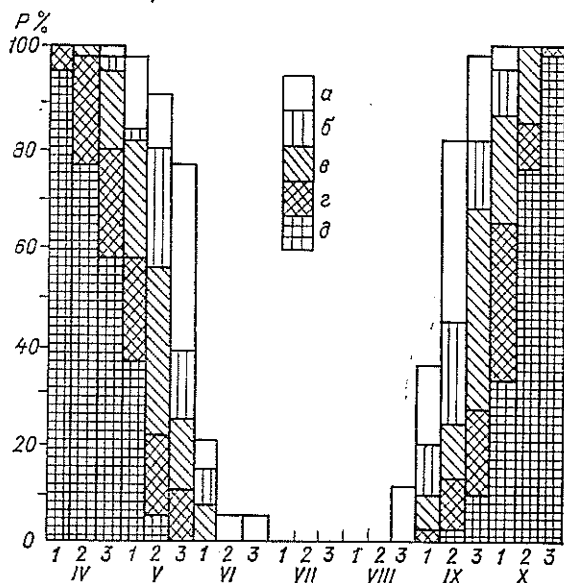


Рис. 43. Вероятность лет с заморозками различной интенсивности по декадам.

Температура (°С): а) <2; б) <0; в) <-1; г) <-3; д) <-5.

Таблица 107

Даты первого осеннего и последнего весеннего заморозков на почве и в воздухе различной обеспеченности

Заморозки	Вероятность (%) наступления в указанные даты и более ранние							Средняя дата
	5	10	25	50	75	90	95	
На почве								
Первые	29 VIII	1 IX	6 IX	13 IX	19 IX	24 IX	27 IX	13 IX
Последние	15 V	18 V	25 V	1 VI	8 VI	16 VI	22 VI	1 VI
В воздухе								
Первые	4 IX	7 IX	12 IX	19 IX	26 IX	1 X	4 X	19 IX
Последние	6 V	10 V	17 V	24 V	31 V	5 VI	10 VI	24 V

Различные растения требуют для своего роста и развития неодинаковое количество тепла. Суммы температур, необходимые для полного развития растений, дают представление о потребности того или иного растения в тепле и являются общепринятым показателем возможности выращивания сельскохозяйственных культур. Суммы температур выше 5°C дают возможность судить о тепловых ресурсах вегетационного периода, суммы температур выше 10°C — о теплообеспеченности активного развития растений. Для Красноярска сумма температур выше 10°C составляет около 1875°C. В отдельные годы сумма температур выше 10°C может колебаться от 900 до 2450°C.

При выращивании любых культур необходимо учитывать и климат почвы, который непосредственно влияет на протекающие в ней биологические процессы. Оттаивание почвы на 10 см в среднем происходит 15 апреля (табл. 39). В ранние весны эта дата сдвигается на конец марта, в поздние — на начало мая. Спустя две недели почва оттаивает на глубину 30 см. Мягкопластичное состояние почвы наступает обычно после перехода температуры почвы через 5°C, что с 90 %-ной обеспеченностью происходит 18 мая (табл. 108).

Выборочные сельскохозяйственные работы в пригородных районах Красноярска можно проводить со второй половины апреля. Конец второй декады мая в большинстве случаев лет является благоприятным для сева трав на газонах и высадки рассады цветочных культур.

Таблица 108

Переход почвы в мягкопластичное состояние весной в более ранние и указанные даты различной обеспеченности

Глубина, см	Средняя дата	Обеспеченность, %						
		5	10	25	50	75	90	95
0—2	29 IV	11 IV	14 IV	20 IV	29 IV	6 V	12 V	18 V
10—12	2 V	14 IV	17 IV	23 IV	2 V	10 V	18 V	24 V

Характеристикой температурных условий почвы могут служить данные о датах устойчивого прогревания почвы до 10 и 15°C на глубине 5 и 10 см (табл. 109). На глубине 5 см почва до 10°C прогревается во второй декаде мая, до 15°C — в начале июня. Прогревание почвы до 10°C на глубине 10 см происходит примерно на пятидневку позже.

В период вегетации на территории пригородной зоны выпадает в среднем около 240 мм осадков, что заставляет отнести Красноярск и его пригородную зону к районам с недостаточным увлажнением. Степень увлажнения рассчитывается по гидротермическому коэффициенту (ГТК), который равен в среднем 1,3.

Таблица 109

**Даты перехода средней суточной температуры почвы
через 10 и 15 °С на глубине 5 и 10 см весной**

Глубина 5 см		Глубина 10 см	
через 10 °С	через 15 °С	через 10 °С	через 15 °С
17 V	5 VI	22 V	10 VI

В двух-трех годах из 10 увлажнение бывает достаточным ($ГТК \geq 1,5$) и 1 раз в 10 лет создаются плохие условия влагообеспеченности (табл. 110). В таких случаях рекомендуется проводить осенний полив декоративных древесных и плодовых культур.

Таблица 110

**Гидротермический коэффициент за период с температурой воздуха $> 10^\circ\text{C}$
более указанных значений различной обеспеченности**

Средний	Наименьший	Обеспеченность, %					Наибольший
		90	75	50	25	10	
1,3	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,2

Пригородная зона Красноярска вследствие обилия приходящей солнечной радиации, даже несмотря на ряд неблагоприятных явлений погоды, обладает большим биологическим потенциалом, т. е. ресурсы тепла и влаги позволяют выращивать на рассматриваемой территории такие овощные культуры, как картофель, свекла, морковь, лук репчатый, капуста, огурцы и помидоры до бланжевой спелости, а также плодовые (яблоня) и кустарниковые (малина, смородина). Тепловые ресурсы пригородной зоны позволяют овощеводческим хозяйствам получать 63 т/га капусты, 13 т/га огурцов, 15 т/га помидоров, 28 т/га свеклы, 33,4 т/га моркови, 7,4 т/га лука и свыше 50 т/га картофеля. Тепловые ресурсы Красноярска позволяют акклиматизировать и разводить различные декоративные древесные и кустарниковые породы для создания красивейших зон отдыха.

9.4. Влияние р. Енисей и Красноярского водохранилища на климат города

Красноярское водохранилище существует с 1967 г., оно начинается у плотины ГЭС и заканчивается в месте слияния рек Енисей и Абакана (ширина его доходит до 15 км). Площадь водного

зеркала 2000 км², средняя глубина 36,8 м, максимальная 105 м. Для изучения гидрометеорологического режима водохранилища в прибрежной и открытой его частях создана сеть станций и постов. Поскольку водохранилище имеет значительную протяженность с юга на север, то в распределении температуры воздуха и поверхности воды есть ряд особенностей, обусловленных его географическим положением.

Строительство ГЭС привело к существенному изменению гидротермического режима р. Енисей, повлияло на климат населенных пунктов, расположенных вблизи водохранилища и русла реки в нижнем бьефе. В Красноярске проводились специальные микроклиматические исследования, в связи с чем установлены новые пункты наблюдений (2 станции и 7 постов), а также проводились серии микроклиматических съемок в различные сезоны года. Точки для микроклиматических наблюдений выбирались так, чтобы отразить влияние водного объекта — по двум улицам, направленным перпендикулярно Енисею, расстояние между точками составляло 400 м. Первая точка располагалась непосредственно у уреза воды, вторая — на расстоянии 200 м.

Влиянию водохранилища на местный климат свойственны два периода — охлаждающего и обогревающего воздействия. Их продолжительность предопределена разностью температур ΔT вода — воздух. Полученные материалы по температурному режиму показали, что процессы охлаждения и особенно обогрева с созданием водохранилища несколько усилились по сравнению с естественным режимом (до создания водохранилища).

Наличие Красноярского водохранилища и незамерзающей акватории р. Енисей оказывает смягчающее влияние на режим температуры воздуха. Для сравнения использовали данные станций, расположенных на различном расстоянии от уреза воды до и после создания водохранилища. Для выявления влияния водохранилища на изменение температуры воздуха применен метод пространственных разностей, который исключает влияние общих изменений климата, не связанных с созданием водохранилища. Метод основан на сравнении разностей между парами станций, одна из которых располагается вне зоны влияния водоема. Последней является станция Канск, расположенная в 190 км от Енисея.

Сравнение средних значений за десятилетие до и после наполнения водохранилища показало, что годовой ход температуры близ Енисея стал более плавным. Средняя годовая температура воздуха незначительно повысилась на станциях, расположенных у уреза воды.

Рассматривая годовой ход температуры воздуха (приложение, табл. 49, 50, 51), следует отметить, что в холодное время года после создания водохранилища она стала выше на 2,0—4,0°C (ст. Гидропорт, остров Отдыха), а в теплый период понизилась на 1,0—2,0°C. В июне—июле иногда может наблюдаться незначительный прогрев воздуха, но часто отмечается и процесс равновесия, когда ночная отдача тепла компенсируется дневным охлаж-

дением. С конца августа и особенно с сентября начинается отдача накопленного тепла и интенсификация таких процессов, как турбулентный теплообмен.

Влияние водохранилища на изменение температуры воздуха прослеживается до расстояния 2—3 км, что подтверждается материалами наблюдений ряда станций, находящихся на различном удалении от водоема. При постепенном удалении от Енисея влияние его ослабевает. Отопляющее влияние водоема в холодное время года и охлаждающее в летний период хорошо прослеживается несмотря на короткий ряд наблюдений (приложение, табл. 52). На станции остров Отдыха температура воздуха в декабре—январе составляет $-13,7 \dots -14,7^{\circ}\text{C}$, а уже по мере удаления от водоема она понижается на $1,0^{\circ}\text{C}$ и в 3 км от уреза воды равна $-19,0^{\circ}\text{C}$ (Лыжная база). В летнее время картина обратная. На станции остров Отдыха температура воздуха ниже, чем в какой-либо другой точке города (остров Отдыха в июле $18,1^{\circ}\text{C}$, Красноярск $19,1^{\circ}\text{C}$). Наиболее отчетливо изменения видны в суточном ходе температуры воздуха. Близость водоема обуславливает на берегу более низкую температуру днем и более высокую ночью по сравнению со станциями, удаленными от водоема. Охлаждающее влияние водоема начинается ночью с апреля—мая и продолжается до августа, днем — с марта по октябрь. С ноября по февраль р. Енисей оказывает отопляющее влияние на прибрежный воздух круглые сутки. Из табл. 53 (приложение) видно, что наибольшая амплитуда колебаний температуры воздуха в холодное время вдаль от воды (Красноярск $10,8^{\circ}\text{C}$), а наименьшая у уреза воды (остров Отдыха $6,9^{\circ}\text{C}$).

Небольшие изменения наблюдаются в экстремальных значениях температуры воздуха (приложение табл. 54, 55). В прибрежной зоне Енисея максимальная температура в холодный период понизилась на $1-3^{\circ}\text{C}$, минимальная повысилась на $1-2^{\circ}\text{C}$. Таким образом, амплитуда колебаний температуры воздуха уменьшается, что в меньшей степени характерно для средней месячной и в большей — для средней суточной температур. Это свидетельствует об уменьшении континентальности климата в прибрежной зоне. Следует также отметить, что с удалением станции от водоема снижается абсолютный минимум температуры (приложение, табл. 56): остров Отдыха $-34 \dots -37^{\circ}\text{C}$, в центре города (Пединститут) $-38 \dots -40^{\circ}\text{C}$, Красноярск $-43 \dots -44^{\circ}\text{C}$. Кроме того, заметно влияет водоем на даты перехода средней суточной температуры воздуха через 0°C весной, что происходит на 9 дней раньше, чем до создания водохранилища, однако на даты перехода через 5, 10, 15°C водохранилище заметного влияния не оказывает.

В течение всего периода над акваторией р. Енисей и прибрежной зоной преобладают ветры юго-западных румбов, повторяемость которых составляет 20—59 %. Различия в шероховатости водной поверхности и суши обуславливают изменение направления ветра. Так, над акваторией реки (остров Отдыха) наблю-

дается смена южного направления на юго-западное, а на суше (Лысая гора) юго-западного — на западное (табл. 111).

Таблица 111

Повторяемость направлений ветра (%) по различным румбам. Год

Год	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Остров Отдыха								
1975	5	3	1	2	26	52	9	2
1976	4	5	3	3	24	48	11	2
1977	9	4	3	2	37	36	6	3
Школа глухонемых								
1975	6	6	2	3	2	59	22	7
1976	9	8	2	2	2	53	16	8
1977	13	4	1		2	56	17	8
Лысая гора								
1975	5	4	7	7	18	31	24	4
1976	8	2	10	5	14	20	34	7
1977	3	6	6	6	8	26	35	10

Увеличение скорости ветра над акваторией реки наблюдается с марта по май и в октябре, ноябре в 1,4—2,0 раза (табл. 112). Скорость ветра в долине Енисея и в прибрежных районах значительно выше скорости в пунктах, удаленных от реки. Увеличение скорости ветра отмечается и на возвышенных, открытых местах. После создания водохранилища (табл. 113) наблюдается также некоторое увеличение скорости ветра.

Таблица 112

Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с) за 1975—1977 гг.

Местоположение	Расстояние от Енисея, км	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Остров Отдыха	0,16	1,0	1,6	2,5	2,2	2,2	1,2	1,1	1,0	1,0	2,0	2,3	1,9	1,6
ул. Фрунзе, 33	1,3	0,8	1,0	1,4	1,4	1,6	1,1	0,9	1,1	1,0	1,5	1,6	1,3	1,2
„Космос“	3,2	0,4	0,6	1,1	1,0	0,8	0,8	0,5	0,5	0,4	0,9	0,8	0,7	0,7

После заполнения водохранилища наибольшие изменения упругости водяного пара прослеживаются в теплое время (с июня по сентябрь). В этот период ее уменьшение по сравнению с перио-

Таблица 113

Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1952—1961	4,0	3,1	3,8	4,5	4,3	3,1	2,2	2,0	3,1	4,6	4,4	3,7	3,6
1967—1976	3,9	3,6	4,0	4,8	4,7	3,4	2,5	2,7	3,4	3,8	4,5	3,6	3,7

дом до заполнения водохранилища составляет 0,2—1,0 гПа (табл. 114). В зимнее время произошло небольшое увеличение упругости водяного пара по сравнению с периодом до заполнения (на 0,1—0,2 гПа). На островных станциях о-ва Молокова (Гид-

Таблица 114

Средняя месячная и годовая упругость водяного пара (гПа)

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1952—1961	1,5	1,5	2,5	4,3	6,4	11,2	15,0	13,6	9,1	4,9	2,4	1,5	6,2
1967—1976	1,5	1,4	2,7	4,4	6,4	11,2	14,7	12,6	8,1	4,7	2,8	1,7	6,0

ропорт) и о-ва Отдыха почти в течение всего года после заполнения водохранилища упругость водяного пара оказалась выше, чем до заполнения, на 0,2—1,2 гПа, кроме июля, когда она на 1,0 гПа меньше, чем до заполнения. Средние месячные значения относительной влажности колеблются в пределах 56—75 % до создания и 57—77 % после создания водохранилища (табл. 115).

Таблица 115

Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха (%)

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1952—1961	74	75	69	62	56	60	69	75	75	70	72	74	69
1967—1976	74	77	72	60	57	63	71	74	74	72	73	76	70

Наибольшая относительная влажность (69—75 %) в городе была с августа по март. После создания водохранилища в эти же месяцы она стала 72—77 %. Наименьшее значение относительной влажности до и после создания водохранилища в мае равно 56—57 %.

Из рис. 44 следует, что относительная влажность воздуха в городе в зимний период увеличилась на 2—5 %, на о-вах Молокова и Отдыха она увеличилась на 3—8 %, а в летний период (кроме июня) уменьшилась на 1—2 %, а на о-вах Молокова и Отдыха — на 1—10 %. Средняя годовая относительная влажность воздуха в городе практически мало изменилась, а на островах увеличилась на 5 %. Наибольшее увеличение относительной влажности (на

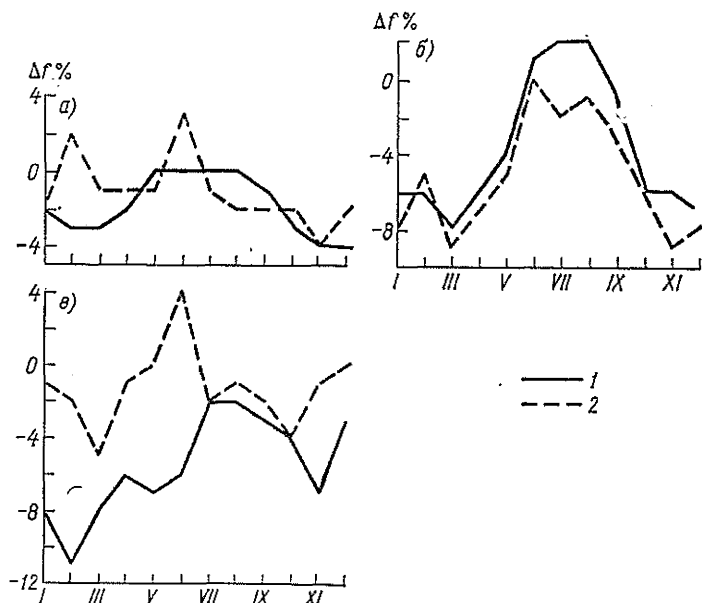


Рис. 44. Разности средней месячной относительной влажности воздуха.

а — Красноярск—Канск, б — Красноярск, оп. поле—Канск, в — Гидропорт и о. Отдыха—Канск; 1 — до создания и после создания водохранилища 2.

3—5 %) прослеживается в феврале и июне на ст. Красноярск и на 9—10 % на островах. Увеличение относительной влажности наблюдается в прибрежной зоне города, убывает она с удалением от берега на 5—15 %, в отдельные дни — на 20 %. Суточный ход относительной влажности до и после создания водохранилища характеризуется одним максимумом (86—90 %) в утренние часы (август) и минимумом (40—47 %) в полдень (май).

Наибольшие изменения значений недостатка насыщения воздуха приходятся на теплый период (май—август). Он колеблется в пределах 7—9 гПа до создания водохранилища и 6—8 гПа после его создания (табл. 116). В холодный период года после создания водохранилища недостаток насыщения значительно меньше (0,2—1,8 гПа).

После его заполнения в центральной и прибрежной частях города осадков больше, чем на окраине. В районе города ширина

Таблица 116

Средний месячный и годовой недостаток насыщения (гПа)

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1952—1961	0,6	0,6	1,3	3,0	6,8	9,3	8,1	5,6	3,6	2,5	1,1	0,6	3,6
1967—1976	0,6	0,5	1,2	3,8	5,9	8,3	8,2	5,4	3,6	2,3	1,0	0,7	3,4

полосы активного влияния на климат составляет до 6 км, в этой полосе увеличение осадков составляет 11 % (Красноярск, оп. поле). Следует отметить, что на ст. Красноярск, оп. поле до и после создания водохранилища выпадает осадков больше, чем в Красноярске, видимо сказывается влияние наветренного склона и большой относительной высоты.

После создания водохранилища увеличение осадков в основном происходит за счет образующихся изморози, инея, росы при высокой влажности над рекой. В Красноярске наблюдается преимущественно кристаллическая изморозь. Она образуется чаще всего в ночные часы при слабом ветре и низкой температуре воздуха. Среднее число дней с изморозью за год в районе о-ва Отдыха и ст. Лысая гора увеличилось после создания водохранилища почти вдвое, а в январе и феврале — в три и более раза по сравнению со станцией Гидропорт (табл. 117).

Таблица 117

Среднее число дней с изморозью

Станция	Период	X	XI	XII	I	II	III	IV	Год
Красноярск, оп. поле	1957—1961	0,2	2,0	1,4	3,8	5,4	0,8	0,0	13,6
	1972—1976	1,0	1,0	2,0	2,2	2,0	1,2	0,0	9,4
	1957—1961	0,6	2,6	4,0	5,6	4,2	4,2	0,2	21,4
Красноярск	1972—1976	2,2	4,4	13,0	13,6	7,6	2,0	0,0	42,8
	1945—1947		2,3	8,7	4,7	3,3	1,3		20,3
	1975—1977		4,3	7,7	16,0	9,0	1,5		38,5
Гидропорт	1975—1977		7,0	12,0	14,3	10,7	5,3		49,3
Остров Отдыха									
Лысая гора									

Продолжительность периода с изморозью изменяется в диапазоне от часа до нескольких суток. Чем ближе к Енисею, тем больше продолжительность изморози (табл. 118).

Самые интенсивные отложения изморози отмечаются в районах, расположенных вблизи Енисея. Например, на станции о. Отдыха в феврале 1977 г. вес отложения изморози с 1 м провода составил 576 г. Под тяжестью такой изморози были наклонены деревья, поломаны сучья диаметром 6—8 мм.

Таблица 118

Средняя продолжительность периода с изморозью (ч)

Станция	Период	X	XI	XII	I
Красноярск, оп. поле	1957—1966	2,0	31,8	40,8	73,7
	1967—1976	10,7	21,3	59,8	29,7
Красноярск	1957—1961	3,2	36,8	45,0	78,4
	1972—1976	12,8	79,4	173,2	192,6
Остров отдыха Лысая гора	1976—1977		100,0	111,5	293,5
	1976—1977		103,5	111,0	279,5

Станция	Период	II	III	IV	V	Год
Красноярск, оп. поле	1957—1966	63,3	13,3			224,9
	1967—1976	25,3	16,1	0,4	0,1	163,4
Красноярск	1957—1961	40,0	24,2	1,2		228,8
	1972—1976	95,8	14,8			568,6
Остров отдыха Лысая гора	1976—1977	115,0	7,5			629,5
	1976—1977	136,0	48,0			678,0

После создания водохранилища наблюдается увеличение числа дней с инеем (табл. 119).

Таблица 119

Число дней с инеем

Станция	Период	I	II	III	IV	V	VI
Красноярск, оп. поле	1952—1961	7,1	10,4	8,7	5,2	2,5	0,2
	1967—1976	13,9	13,5	10,4	8,5	4,6	0,9
Красноярск	1952—1961	0,2	0,1	2,9	5,0	1,7	0,2
	1967—1976	6,4	6,8	11,4	12,8	6,6	0,6

Станция	Период	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Красноярск, оп. поле	1952—1961	0	0	3,7	6,6	7,1	5,8	57,3
	1967—1976	0	0,4	4,7	11,1	10,2	13,1	91,3
Красноярск	1952—1961	0,2	0	2,7	4,2	2,0	0,5	19,7
	1967—1976	0	0,7	7,3	11,8	9,0	8,2	81,6

За 1967—1976 гг. увеличилось также среднее число дней с росой по месяцам и за год (табл. 120).

Процесс росообразования при прочих необходимых условиях может начаться только при определенном влагосодержании приземного слоя воздуха или благодаря резкому перепаду темпера-

Таблица 120
Число дней с росой

Станция	Период	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Год
Красноярск, оп. поле Красноярск	1952—1961	0,1	1,4	9,1	11,2	15,6	9,9	0,6	47,9
	1967—1976	0	1,5	10,1	16,6	16,7	9,3	0,5	54,7
	1952—1961	0	1,2	5,0	9,4	12,6	9,1	0,4	37,7
	1967—1976	0	3,0	12,4	17,0	14,1	8,6	0,3	55,4

туры воздуха. Возможный период росообразования в Красноярске отмечается с мая по октябрь, после образования водохранилища наблюдается в среднем 55 дней с росой.

Туманы в различных частях города Красноярска наблюдаются в течение всего года. Наиболее часто туманы отмечаются в холодное время года, а с созданием водохранилища среднее число дней с туманом над акваторией реки увеличилось почти вдвое (табл. 121).

Таблица 121
Среднее число дней с туманом

Станция	Период	I	II	III	IV	V	VI
Гидропорт Остров Отдыха	1945—1947	6,0	7,0	3,3	—	—	0,3
	1975—1977	12,0	12,3	3,0	0,3	0,3	0,7

Станция	Период	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Гидропорт Остров Отдыха	1945—1947	0,3	3,0	2,7	2,0	3,0	13,3	—
	1975—1977	3,3	3,0	4,0	2,0	5,3	11,3	57,5

В северо-восточном районе города (станция Красноярск, удаленная от Енисея на 2 км) число дней с туманом до создания водохранилища составляло 26,5, после создания 38,4, т.е. увеличилось в 1,4 раза. Повторяемость туманов до создания водохранилища в августе составляла 18 %, в январе 16 %, а после создания в декабре увеличилась до 22 % (табл. 122). С созданием водохранилища наибольшая средняя продолжительность туманов в год отмечается в долине р. Енисей (657,7 ч). По мере удаления от реки количество часов с туманом уменьшается. В холодный период максимальная непрерывная продолжительность туманов может составлять 100—160 ч. Например, на станции о-в Отдыха туман, начавшийся в 9 ч 29 декабря 1976 г., сохранялся до 15 ч 2 января 1977 г., т.е. общая продолжительность его составила 102 ч,

Таблица 122

Среднее число дней с туманом n и повторяемость P (%) туманов

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1952—1961 гг.													
n	4,3	3,8	1,4	0,3	0,4	0,5	1,4	4,7	3,4	1,0	1,6	3,7	26,5
P	16	14	5	1	2	2	5	18	13	4	6	14	100
1967—1976 гг.													
n	6,3	7,0	1,9	0,1	0,6	0,6	1,4	3,3	2,9	2,2	3,4	8,7	38,4
P	16	18	5	1	2	2	4	8	7	6	9	22	100

а туман, образовавшийся 30 января 1977 г., продолжался около 159 ч.

Относительная влажность воздуха при туманах изменяется в достаточно широком диапазоне: от 100 до 70 % и менее. Туманы как до, так и после создания водохранилища в большинстве случаев отмечаются при относительной влажности от 80 до 99 %, реже возникают они при влажности воздуха 80 % и менее. В холодное время года туманы при низкой относительной влажности (менее 70 %) отмечаются в сочетании с большими отрицательными температурами воздуха (от -38 до $-41,9^{\circ}\text{C}$). Туманы при высокой влажности (96—100 %) наблюдаются при положительных температурах летом. Туман при отрицательной температуре воздуха и большой влажности (порядка 100 %) явление крайне редкое (декабрь 1968 г. и февраль 1973 г.). До создания водохранилища такие туманы не наблюдались. После создания водохранилища наибольшую годовую повторяемость имеют туманы при более высокой относительной влажности воздуха (96—100 %), чем до создания водохранилища (80—89 %).

При туманах до и после создания водохранилища отмечаются слабые ветры (не более 3 м/с). При увеличении скорости ветра вероятность образования туманов резко падает. Скорость ветра 6—9 м/с практически является предельной при туманах. И только в единичных случаях (не более 0,9 %) туманы отмечались при скорости ветра 10—13 м/с.

Визуальные обследования (на автомашинах и самолете) интенсивности и границ распространения туманов показали, что наиболее густые туманы (с дальностью видимости 100 м и менее) наблюдаются над водной поверхностью р. Енисей и в прибрежных районах. Плотный туман в виде полосы белесоватого цвета простирается вдоль Енисея с постепенным ослаблением интенсивности к пригородным зонам. С удалением от р. Енисей в обе стороны (в пределах города) плотность тумана вначале несколько уменьшается, а затем в промышленных районах города туман снова усиливается, принимает грязно-серый оттенок и сохраняется в течение продолжительного времени. Вертикальная мощность наблюдаемых туманов не превышала 300—400 м.

10. ВОЗДУШНЫЙ БАССЕЙН ГОРОДА

10.1. Загрязненность воздуха в городе

Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов в условиях быстрого развития промышленности, транспорта, сельского хозяйства и вовлечения в эксплуатацию все большего количества естественных ресурсов является одной из важнейших экономических и социальных задач [17]. Основными задачами общегосударственной службы наблюдений и контроля загрязнения внешней среды, созданной в системе Госкомгидромета, являются организация и проведение наблюдений и контроля за уровнем загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных вод и почв по физическим, химическим и гидробиологическим (для водных объектов) показателям, а также обеспечение партийных, советских и народнохозяйственных организаций информацией об уровнях загрязнения внешней среды. В Красноярске контроль за содержанием в воздухе вредных примесей проводится на 13 стационарных постах.

Основными источниками загрязненности воздуха города являются предприятия цветной металлургии, энергетики, химической промышленности и промышленности строительных материалов. Значительное количество окиси углерода, окислов азота, сернистого газа и пыли выбрасывают мелкие отопительные котельные, не имеющие очистных устройств. В качестве топлива в промышленных и отопительных котельных используются малосернистые угли Канско-Ачинского и Черемховского месторождений.

Значительный вклад в загрязненность атмосферы города вносит транспорт. Число машин всех видов увеличивается с каждым годом. Все основные транспортные магистрали Красноярска очень перегружены. Проезжая часть улиц асфальтирована неполностью, что создает в летний период дополнительный источник загрязнения атмосферы.

Для характеристики уровня загрязненности города использованы данные наблюдений за 1976—1978 гг. по восьми стационарным постам (табл. 123). Характер загрязнения атмосферы на территории города описывается на основании нормированных значений средних и максимальных концентраций примесей на каждом посту за рассматриваемый период. Нормирование проведено по отношению к средней концентрации ингредиента на посту, расположенному на окраине города (Красноярск, оп. поле).

Таблица 123

Количество наблюдений за концентрацией примесей на каждом посту

Примесь	Номер поста							
	1	3	4	5	6	7	8	9
Оксид углерода	2595	3467	3496	3497	2752	3482	3327	3147
Пыль	1413	3474	2289	3470	1717	3442	3137	3120
Сернистый газ	2575	3503	3495	3505	2749	3450	3164	3092
Двуокись азота	2561	3476	3504	3496	2752	3465	3175	3107

Распределение концентраций примесей по территории города очень неравномерно (табл. 124). Так, максимальные концентрации пыли наблюдаются в районе, где расположены предприятия строительных материалов. Отмечается относительно равномерное распределение загрязненности воздуха сернистым газом и оксидом углерода по районам города. Максимальные концентрации сернистого газа отмечаются в районе промышленных предприятий правобережной части. Максимум окиси углерода зафиксирован в жилых массивах, прилегающих к автомагистралям. Окислами азота атмосферный воздух наиболее загрязнен в районе промышленных предприятий цветной металлургии и вблизи автомагистралей. Максимальные концентрации наиболее часто наблюдаются в районе промышленных предприятий.

Таблица 124

Распределение по городу средних (1-я строка) и максимальных (2-я строка) нормированных значений концентраций примеси по отношению к среднему на окраине города

Примесь	Номер поста							
	1	3	4	5	6	7	8	9
Пыль	1,0	5,0		3,0		4,0	4,0	3,0
	1,0	3,1		5,3		6,0	6,4	4,5
Сернистый газ	1,0	2,0	1,6	1,6	1,6	2,0	1,6	2,0
	1,0	2,8	2,9	1,8	1,4	2,7	2,6	3,7
Оксид углерода	1,0	1,6	1,5	1,5	1,6	1,6	1,5	1,5
	1,0	1,9	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,3
Двуокись азота	1,0	3,0	2,0	2,0	3,0	2,5	3,0	3,5
	1,0	1,1	1,3	1,1	1,4	1,4	1,6	1,4

Следует отметить, что в зеленой зоне города по сравнению с промышленными районами концентрации вредных веществ значительно меньше. Так, содержание пыли вблизи промышленных предприятий превышает уровень загрязнения в загородной зоне

в 3—4 раза, количество сернистого газа и окиси углерода в среднем больше в 1,5—2,0 раза, концентрации окислов азота — в 3,0—3,5 раза.

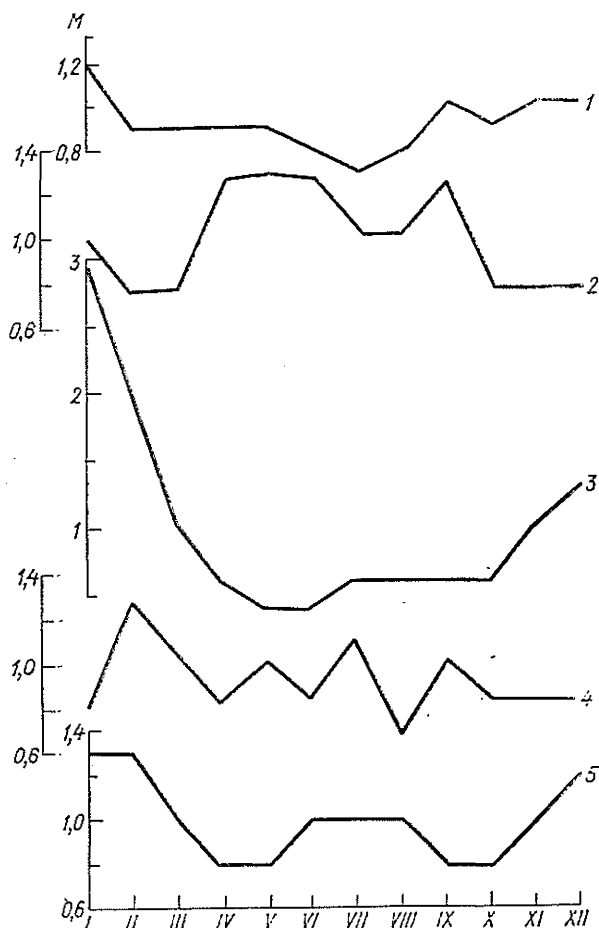


Рис. 45. Годовой ход концентрации окиси углерода (1), пыли (2), сажи (3), сернистого газа (4) и дву-окиси азота (5).

Годовой ход концентраций примесей удобно проследить по отношению M средней месячной концентрации по всем постам к среднему годовому значению этой примеси, т. е.

$$M = \frac{q_{\text{ср. мес}}}{q_{\text{ср. год}}}.$$

В течение года наибольшая запыленность воздуха отмечается в весенне-летний период (рис. 45). Это объясняется прежде всего повышенным (по сравнению с зимним периодом) переносом поч-

венной пыли после схода снежного покрова, ростом интенсивного движения личного транспорта, а также в значительной мере недостаточной уборкой проезжей части дорог. Степень загрязненности воздуха сажей тесно связана с началом и окончанием отопительного сезона. Наибольшие концентрации наблюдаются в ноябре—марте, когда устанавливаются низкие температуры и сжигается максимальное количество топлива. В годовом ходе концентраций окиси углерода и окиси азота наблюдается зимний максимум,



Рис. 46. Суточный ход концентрации окиси углерода.

который объясняется увеличением выбросов от низких источников (котельные и т. д.) и большой повторяемостью неблагоприятных условий рассеивания их в приземном слое воздуха. Концентрации сернистого газа достигают максимума в месяцы с наибольшим числом дней с туманом и дымкой. За рассматриваемый период наибольшее число дней с дымкой наблюдается в декабре—феврале. Максимум концентрации падает на февраль.

Загрязненность воздуха выбросами промышленных предприятий и автотранспорта зависит, как от количества выбросов, так и от метеорологических условий, характеризующих рассеивающую способность нижнего слоя атмосферы. В зависимости от скорости ветра наблюдается два максимума загрязненности воздуха. При скоростях ветра 0—1 м/с, когда горизонтальный перенос ослаблен, а конвективного переноса оказывается недостаточно для выноса примесей, происходит возрастание концентраций загрязняющих веществ от низких источников. Главную опасность в этих условиях представляют выбросы автотранспорта, основными составляющими которых являются окись углерода и окислы азота. Так, в суточном ходе концентраций окиси углерода, измеренных вблизи автомагистрали (рис. 46), наблюдается значительное их увеличение в дневные сроки с максимумами в 8 и 15—16 ч местного времени, что связано с особенностями работы городского транспорта. На утренние сроки приходится и наибольшая повторяемость штилей (табл. 125), что создает опасность увеличения высоких концентраций примеси. Несмотря на значительную по-

вторяемость (27 %) слабых ветров в ночные часы, существенной опасности увеличения концентраций не возникает из-за небольшого объема промышленных выбросов в этот период. Малые скорости ветра наиболее характерны и для зимнего периода. Повторяемость штилей с декабря по февраль составляет 45—48 %. Периоды со слабыми ветрами могут продолжаться от нескольких дней до пяти суток и более.

Таблица 125

Средняя повторяемость скорости ветра 0,1 м/с
в различные часы суток

Время, ч	21	03	10	16
Повторяемость, % . . .	27	31	14	23

При увеличении скорости ветра условия рассеивания низких выбросов улучшаются, но при этом возрастает степень загрязненности нижних слоев атмосферы выбросами из высоких источников. При скорости ветра 4—5 м/с за счет быстрого охлаждения горячих газов и уменьшения эффективной высоты их подъема у земли создаются опасные концентрации примесей. Повторяемость таких скоростей ветра в городе составляет в среднем 17 %; с апреля по июнь 22 %.

Степень загрязненности воздуха зависит не только от скорости, но и от направления ветра. В табл. 126 приведены отношения средней по городу концентрации примеси к среднему значению концентрации этой примеси для данного поста по каждому направлению ветра.

Распределение пыли по территории Красноярска характерно для городов с многочисленными источниками выбросов, расположенными по всем районам. Поэтому резкого повышения концентраций пыли при ветре какого-либо определенного направления не отмечается. Наименьшие концентрации пыли наблюдаются при юго-западных и западных ветрах. Как отмечалось ранее, наиболее запылены при любом направлении ветра жилые кварталы, районы автомагистралей и предприятий промышленности строительных материалов. Максимальное загрязнение окисью углерода наблюдается при штиле в районах автомагистралей с интенсивным движением транспорта. Менее всего город загрязнен этой примесью при северо-восточных и юго-восточных ветрах. Содержание в воздухе сернистого газа достигает наибольших значений при безветренной погоде и ветрах северо-восточного и восточного направлений. Окислами азота город наиболее загрязнен также в безветренную погоду и при ветрах юго-восточного и южного направлений. Наиболее загрязнена сернистым газом, окислами азота правобережная часть, районы, прилегающие к автомагистралям, и северо-восточный район города (пос. Коркино).

Устойчивая стратификация атмосферы также ведет к увеличению загрязненности воздуха низкими выбросами. При инверсионном распределении температуры ослабевает турбулентность и

Таблица 126

Распределение примеси при различных направлениях ветра

Направление ветра	Номер поста							
	1	3	4	5	6	7	8	9
Пыль								
С	2,0	0,5	1,0	2,0	1,3	0,8	1,3	1,3
СВ	4,0	0,5	1,3	1,0	1,3	0,7	0,8	1,3
В	2,0	0,6	1,3	1,3	1,3	0,6	1,0	1,0
ЮВ	4,0	0,6	1,3	0,8	1,3	0,5	1,0	0,8
Ю	2,0	0,7	1,3	1,3	1,3	0,8	1,0	1,3
ЮЗ	3,0	0,6	1,0	1,0	1,5	1,0	0,6	1,0
З	3,0	0,6	1,5	1,0	1,0	0,8	0,6	0,8
СЗ	4,0	0,7	2,0	1,0	1,3	0,8	1,0	1,0
Штиль	2,0	0,7	2,0	1,3	1,3	0,8	1,0	1,3
Сернистый газ								
С	1,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	0,7	1,0
СВ	3,5	0,8	0,9	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0
В	2,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9
ЮВ	1,3	0,5	0,8	1,0	0,8	1,0	1,3	1,0
Ю	2,5	1,2	1,0	1,0	0,8	1,2	1,0	0,8
ЮЗ	2,0	0,8	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8
З	1,3	0,7	1,0	0,8	1,3	0,8	0,8	0,8
СЗ	1,7	1,0	1,0	1,2	1,0	1,2	1,2	0,6
Штиль	2,0	0,9	1,2	1,2	1,2	0,8	1,2	0,9
Оксид углерода								
С	2,2	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0
СВ	1,6	1,0	0,9	1,0	1,0	0,8	1,0	0,9
В	1,5	0,9	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1
ЮВ	1,3	0,9	0,8	1,0	1,0	0,9	0,8	1,0
Ю	1,5	0,9	1,0	1,0	1,1	0,9	0,9	0,9
ЮЗ	1,8	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0
З	1,5	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0
СЗ	1,5	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Штиль	1,7	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	1,0
Двуокись азота								
С	2,5	0,6	1,0	1,0	1,7	0,8	0,7	0,8
СВ	2,5	0,6	1,7	2,5	1,2	0,7	0,8	0,8
В	2,5	0,8	1,2	1,2	1,2	0,7	1,2	0,8
ЮВ	3,0	0,9	1,2	1,5	1,0	0,6	0,9	0,7
Ю	6,0	0,7	1,2	1,1	0,9	1,5	0,8	0,7
ЮЗ	2,0	0,7	1,0	1,0	0,8	1,3	0,8	0,7
З	4,0	0,7	1,3	1,3	1,0	1,3	0,8	1,0
СЗ	4,0	0,5	1,0	1,3	0,8	0,8	0,8	1,0
Штиль	1,5	0,9	0,9	1,2	0,8	0,9	0,9	0,9

прекращается конвекция. Перенос низких примесей осуществляется лишь горизонтальными потоками воздуха, что оказывается недостаточным для очищения нижних слоев атмосферы от примесей и ведет к значительному росту их концентраций. В условиях Красноярска наиболее характерны радиационные инверсии, вероятность образования которых, особенно в летнее время, наибольшая в ночные и ранние утренние сроки (рис. 47).

Опасность высокой загрязненности воздуха возрастает, когда слабые скорости ветра сочетаются с приземной инверсией, т. е.



Рис. 47. Годовой ход повторяемости приземных (1—4) и приподнятых инверсий (5) с нижней границей 0,01—0,25 км.

Приземные инверсии: 1 — за 3 ч; 2 — за 9 ч; 3 — за 15 ч; 4 — за 21 ч.

ослабленный горизонтальный перенос воздуха дополняется отсутствием конвективного турбулентного перемешивания. В условиях Красноярска слабые скорости ветра (менее 2 м/с) сопровождаются образованием приземных инверсий в среднем в 38 % случаев. При наличии приподнятых инверсий, расположенных непосредственно над дымовыми трубами, создается опасность интенсивной загрязненности воздуха высокими выбросами. Повторяемость приподнятых инверсий незначительна, максимальное ее значение наблюдается в декабре и не превышает 4 %.

Наряду с процессом переноса и рассеивания примесей существуют другие факторы, определяющие уровень концентраций примесей в городе. Так, за счет различных эффектов наложения выбросов, уровень концентраций примесей повышается при определенных направлениях ветра. В Красноярске концентрации относительно повышены при северо-восточном и восточном направлениях ветра, повторяемость которых незначительная и изменяется в течение года соответственно от 3—6% в январе до 13 % в июле.

Интенсивное загрязнение воздуха наблюдается при продолжительных туманах. Вредное воздействие дымовых и газовых примесей при туманах обнаруживается более остро, чем при других погодных условиях, а наличие примесей в туманах дополнительно ухудшает видимость. Характер туманов с ноября по январь отличается их значительной продолжительностью (табл. 127), которая составляет от 5,0 до 6,6 ч, что представляет наибольшую опасность для накопления примесей. В остальное время года продолжительность туманов не превышает 3,5 ч.

Таблица 127

Средняя продолжительность туманов в сутки

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Продолжительность, ч .	6,6	3,5	3,0	3,3	2,5	3,3	2,0	3,0	3,2	3,0	5,0	6,1

Немаловажное влияние на загрязнение воздуха оказывает режим осадков. Небольшое количество их достаточно эффективно очищает атмосферу от примесей. При этом наиболее интенсивно вымываются из атмосферы твердые примеси и заметно удаляется растворимый в воде сернистый газ. Содержание окислов азота и углекислого газа почти не уменьшается. Наиболее благоприятные условия для вымывания примесей осадками создаются летом, когда месячные суммы осадков достигают наибольших значений, равных 61—68 мм (табл. 46). В холодный период года, когда осадки выпадают преимущественно в твердом виде и в небольших количествах, влияние их на уровень загрязнения примесями несущественно.

В целом следует отметить, что Красноярск находится в неблагоприятных (в связи с загрязнением) погодных условиях. Особенно ухудшаются условия рассеивания примесей в зимние месяцы, когда значительно возрастает повторяемость инверсионного распределения температуры, слабых ветров, туманов.

Таким образом, загрязнение воздуха при определенном объеме выбросов зависит от изменения ряда метеорологических элементов. Синоптическая ситуация, являясь сама по себе комплексной метеорологической характеристикой, хотя и выраженной качественно, может быть связана с определенным уровнем загрязнения атмосферы (табл. 128). Для оценки уровня загрязнения воздуха используется параметр $P = m/n$, где n — общее число измерений в течение дня, m — количество измерений в течение этого же дня с существенно повышенными концентрациями. Повышение загрязнения городского воздуха имеет место в западной части антициклона, где обычно наблюдается вынос теплого воздуха и преобладает неблагоприятный для Красноярска северо-восточный и восточный перенос, а также в малоградиентных барических полях, характеризующихся слабым ветром и повышенной повторяемостью инверсий.

Таким образом, под влиянием различных метеорологических условий уровень загрязнения воздуха претерпевает ото дня ко дню

Характеристика загрязнения воздуха при различных синоптических ситуациях

Синоптическая ситуация	Среднее значение P	Повторяемость (%) величины $P > 0,2$
Ложбина	0,21	52
Гребень	0,22	53
Восточная периферия антициклона	0,14	11
Западная периферия антициклона	0,27	71
Малоградиентное поле	0,25	64

значительные изменения. Изучение закономерностей распространения примесей в атмосфере, влияния метеорологических условий, способствующих скоплению примесей в воздухе, позволяет составлять прогнозы уровня его загрязнения. Необходимость такого прогнозирования очевидна. Развитие промышленности в Красноярске вызвало высокий уровень концентрации примесей в воздухе. Принятие кардинальных мер по защите атмосферы связано с большими трудностями и рассчитано на длительный период, а существующий уровень техники часто не позволяет обеспечить нужную чистоту газов. Поэтому, естественно, возникает вопрос о возможности уменьшения выбросов в атмосферу хотя бы в те сравнительно короткие периоды времени, когда создаются неблагоприятные метеорологические условия и может возникнуть опасное загрязнение воздуха в жилых районах.

Уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу на предприятиях города осуществляется по заранее разработанному плану и предусматривает такие мероприятия, как строгое соблюдение технологического режима, усиление контроля за работой очистных устройств, запрещение залповых выбросов, использование высококачественного сырья, обеспечивающее минимальное поступление вредных веществ в атмосферу, переход на сжигание малосернистого топлива и т. д.

Для предотвращения случаев интенсивного загрязнения воздуха имеются определенные возможности воздействия и на автотранспорт (проверка состояния выходящих из автохозяйств машин, рассредоточение движения на автомагистралях для избежания заторов, отмена рейсов, не являющихся абсолютно необходимыми и др.)

На промышленных предприятиях города проводятся значительные природоохранные мероприятия. Наиболее эффективны эти меры в сокращении выбросов в атмосферу твердых веществ (пыли, золы, сажи и др.). За последние шесть лет содержание пыли в атмосфере уменьшилось более чем в четыре раз. На диаграмме (рис. 48) представлена динамика изменения содержания пыли в атмосферном воздухе.

Однако усилий в деле охраны природы только государственных служб недостаточно. Необходимо также экологическое воспи-

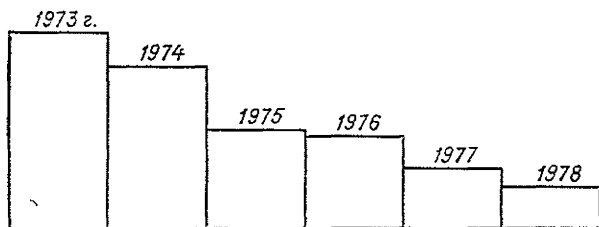


Рис. 48. Динамика изменения содержания пыли в атмосферном воздухе по годам.

тание и самовоспитание трудящихся, ибо от всех нас прежде всего зависит чистота среды нашего обитания.

10.2. Биоклиматическая характеристика города

В санитарно-гигиеническом аспекте представляют интерес не только данные об основных метеорологических факторах, но и об их сочетаниях, определяющих дискомфортность внешней среды, главным критерием которого является оптимальное психофизиологическое состояние человека.

Согласно климатическому районированию территории СССР для строительства [62] Красноярск расположен в климатическом районе I, где природно-климатические факторы, определяющие общность типологических требований к зданиям и сооружениям, характеризуются суровой и длительной зимой, большими объемами снегопереноса, большой продолжительностью отопительного периода, низкими средними температурами воздуха.

Согласно климатическому районированию территории СССР для типизации жилищ, проведенному ЦНИИЭП жилища, Красноярск входит в район 5 (средняя полоса), для которого характерны холодный, прохладный и комфортный классы погоды, в подрайон 5б с повторяемостью комфортной и теплой погоды, равной 17—32 %, и в светоклиматический пояс III.

По биоклиматическому районированию Сибири и Дальнего Востока по теплозащитным свойствам одежды [46], рассчитанным по климатическим данным, район Красноярска находится в зоне IIIB (теплое лето и суровая зима).

Физиолого-гигиеническая характеристика климата разных районов страны [35] позволила разработать санитарно-климатическое районирование СССР, в соответствии с которым Красноярск относится к типу II климата, определяемому наличием всех трех классов холодной погоды, комфортной погоды, теплой и очень теплой погоды.

В соответствии с районированием по природно-климатическим условиям жизни населения Красноярск расположен в зоне обыч-

ной трудности (зона III), в подзоне III 3б — Западно-Сибирский лесостепной и степной районы с холодной зимой и теплым летом; повторяемость погод, благоприятных для жизни населения, составляет 50—60 % за год.

Санитарно-гигиеническая роль солнечной радиации в жизни человека имеет большое значение. Наиболее эффективна и ценна ультрафиолетовая часть спектра. Знание и рациональное ее использование позволяют правильно нормировать и обеспечивать архитектурно-градостроительными средствами инсоляцию отдельных зданий и территорий.

Резкая континентальность климата способствует тому, что по числу ясных дней и продолжительности солнечного сияния Красноярск превосходит районы Европейской части СССР на тех же широтах и вполне сопоставим с ее районами, расположенными южнее.

Наибольшей интенсивности прямая и суммарная радиация (0,91 и 0,85 кВт/м²) достигает в летние месяцы при ясном небе, а при обычных средних условиях погоды она равна соответственно 0,45 и 0,63 кВт/м². Такая напряженность солнечной радиации при положительных температурах создает дополнительную нагрузку на терморегуляторный аппарат облучаемого солнцем человека.

В санитарно-гигиеническом отношении инсоляционный режим зимой считается благоприятным. С октября по март продолжительность солнечного сияния равна 488 ч, или 27 % годового. В этот же период повторяемость непрерывной продолжительности солнечного сияния более 4 ч достигает 57 %. Высота солнца, продолжительность светового дня и другие факторы, влияющие на инсоляцию, являются благоприятными с точки зрения обеспечения инсоляции зимой. Распределяется солнечное сияние в течение дня равномерно (по 50 % в первой и второй половине дня), а на время 2 ч до полудня и 2 ч после полудня приходится за год 727 ч солнечного сияния, или 38 % годового. Инсоляционный режим Красноярска в целом является удовлетворительным, однако в летние месяцы при интенсивной солнечной радиации и тепловом излучении сильное нагревание различных поверхностей приводит к значительному перегреву внешней среды.

Согласно районированию [31, 62], город расположен в светоклиматическом поясе III, характеризуемом за весь светлый период средней рассеянной и суммарной освещенностью, равной соответственно 12 и 24 клк; светоклиматический коэффициент равен единице, продолжительность естественного освещения при критической освещенности 2500 лк составляет 3900 ч, при 5000 лк — 3200 ч, при 7500 лк — 2800 ч и т. д.

Большую санитарно-гигиеническую роль играют ветровой режим и снегозаносимость. Ветровой режим следует рассматривать как фактор, влияющий на загрязненность атмосферного воздуха, и как фактор, воздействующий на микроклиматическое состояние (комфортность) внешней среды.

В холодное время года на организм человека основное влияние оказывают температура воздуха и скорость ветра. Проведенные микроклиматические исследования в Красноярске позволили установить, что дискомфортность зимой отмечается: при температуре воздуха -10°C и скорости ветра 3 м/с и более, при -15°C и скорости ветра 2 м/с и более, при -25°C без ветра. Кроме того, при любых температурах предельно допустимой является скорость ветра 5—6 м/с на уровне человека [34]. Вообще в Сибири, в частности в Красноярске, дискомфортными следует считать и менее жесткие сочетания температуры воздуха и скорости ветра, так как современная одежда сибиряка (по теплоизоляционным качествам) часто не соответствует погодным условиям, что усиливает неблагоприятные воздействия.

Нормативы режима труда на открытом воздухе в холодное время года определяют условия, при которых прекращаются работы или предоставляется перерыв для обогрева. Нерабочим считается день с фактической или условной (определяемой по И. А. Арнольди [11]) температурой воздуха ниже -45°C или день с отрицательной температурой при скорости ветра более 15 м/с; днем с перерывом для обогрева считается день с фактической или условной температурой воздуха от -30 до -45°C .

В теплое время года при перегревных условиях большую роль играет ветер, как охлаждающий фактор. Для нормального ветроохлаждения летом требуется небольшой ветровой поток (скорость ветра до 2 м/с на уровне человека); такая же скорость достаточна и для проветривания территории.

В соответствии с этими критериями по фактической температуре в Красноярске проведена специальная обработка метеорологических данных, которая позволила выявить дискомфортность зимних условий по повторяемости определенных сочетаний температуры воздуха и скорости ветра за три самых холодных месяца (декабрь—февраль) в очень холодную зиму 1968-69 г. (табл. 129).

Зимой повторяемость неблагоприятных сочетаний значительна (50—56 %): утром на восходе солнца за счет низких температур (-25°C и ниже), днем — из-за ветра (скорость ветра 5 м/с и более). За три самых холодных месяца самой холодной зимы дискомфортность определяется очень низкими температурами воздуха и значительными скоростями ветра во все сроки наблюдений.

Для определения количества нерабочих дней по погодным условиям была сделана выборка метеорологических данных. Критерием являются определенные сочетания температуры воздуха и скорости ветра:

Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Скорость ветра, м/с
$\leq -45,0 \dots$	0—4
$-40,0 \dots -44,9$	5—9
$-30,0 \dots -39,9$	10—14
$-20,0 \dots -29,9$	15—19
$-5,0 \dots -19,9$	20—21
Независимо от температуры	22

Таблица 129

Температурный и ветровой режим в наиболее холодную
и наиболее теплую зимы

Месяц	t °C	Δt	$T_{\text{макс}}$	$T_{\text{мин}}$	Σ	$\overline{v}$ м/с	Δv	$v_{\text{макс}}$	n	τ ч
-------	--------	------------	-------------------	------------------	----------	-----------------------	------------	-------------------	-----	----------

Холодная зима 1968-69 г.

XI	-12,8	-3,7	5,2	-35,2	-385,7	4,7	0,3	19	11	43
XII	-22,7	-6,1	-0,2	-42,5	-1089,9	2,8	-0,8	17	5	44
I	-26,7	-8,4	-8,8	-43,2	-1918,1	2,2	-1,4	10	6	28
II	-27,0	-11,1	-4,4	-44,0	-2675,5	3,7	0,4	15	10	56
III	-8,6	-0,7	6,6	-31,7	-2943,0	4,2	0,3	15	5	17
XI-III	-19,6	-6,0	6,6	-44,0	-9012,2	3,5	-0,2	19	37	188

Теплая зима 1959-60 г.

XI	-13,1	-4,0	0,2	-31,9	-391,6	4,2	-0,2	14	6	54
XII	-21,4	-4,8	-2,8	-39,1	-1056,3	4,0	0,4	12	12	73
I	-19,1	-0,8	0,5	-43,5	-1644,6	3,7	0,1	20	8	57
II	-9,7	6,2	6,8	-27,3	-1934,7	7,6	4,3	20	12	68
III	-11,8	-3,9	3,7	-28,8	-2308,8	4,4	0,5	18	2	16
XI-III	-15,0	-1,4	6,8	-43,5	-7336,0	4,8	1,0	20	40	268

Примечание. Здесь Σ — сумма отрицательных температур нарастающим итогом на последний день месяца, n — число дней с метелью, τ — продолжительность метелей.

При таких сочетаниях температуры и скорости ветра на открытом воздухе не могут производиться никакие работы. Были также определены условия погоды, по которым работающим на открытом воздухе необходимо предоставлять перерывы для обогрева через каждые 50 мин работы, причем они засчитываются в счет рабочего времени. К ним относятся следующие сочетания температуры воздуха и скорости ветра:

Температура воздуха, °C	Скорость ветра, м/с
-40,0... -44,9	0-4
-30,0... -39,9	5-9
-20,0... -29,9	10-14
-5,0... -19,9	15-19
>-5,0	20-21

На открытом воздухе в холодное время года количество нерабочих дней в Красноярске составляет в среднем 6, а дней с перерывом для обогрева 31; с учетом скорости ветра более 15 м/с за зимний период (ноябрь—март) число нерабочих дней в городе равно 17. Число дней с возможным обморожением лица составляет 24 [63].

Жесткость погоды, рассчитанная по формуле Бодмана по средним месячным данным, с декабря по февраль превышает критическое значение, а в ноябре, марте — близка к критическому

(3 балла). Сравнительные показатели жесткости погоды сведены в табл. 130.

Таблица 130
Жесткость погоды (баллы)

Город	Средняя		
	максимальная	за зимний период	минимальная
Красноярск	3,4	3,1	2,7
Новосибирск	4,5	3,7	2,9
Якутск	3,9	3,6	3,0
Москва	3,4	2,8	2,5

Дискомфортность внешней среды еще усугубляют значительные осадки зимой и ветрометелевая деятельность. В районе Красноярска снегозаносимость незначительная. Снегоперенос начинается при скорости ветра 6 м/с. Увеличение скорости ветра обычно сопровождается соответственно увеличением интенсивности снегопереноса и объемов переносимого снега. Максимальный за зиму объем переносимого снега при метелях по всем направлениям ветра составляет 65 м³ на 1 м пог. длины. Ветровой режим и снегозаносимость в Красноярске характеризуются в санитарно-гигиеническом отношении как неблагоприятные.

С медицинской точки зрения наибольшее значение имеют данные о повторяемости и продолжительности той или иной температуры или ее сочетаний с влажностью воздуха, скоростью ветра, солнечной радиацией, суточные амплитуды, межсуточная изменчивость и другие показатели. В различных исследованиях для биоклиматического описания используют метод эффективных температур (ЭТ) и эквивалентно-эффективных температур (ЭЭТ), понятие о душных и жарких днях.

Сущность понятия ЭЭТ заключается в том, что сочетание одновременно наблюдаемых температуры, влажности и скорости ветра выражается одним значением условной температуры, которое создает такое же теплоощущение у человека при полностью насыщенном и неподвижном воздухе. При штиле или при наличии защиты от ветра теплоощущение человека можно выразить через ЭТ, которая характеризует взаимное воздействие на человека только двух метеорологических элементов: температуры и влажности воздуха. При различных сочетаниях скорости ветра, влажности и температуры воздуха могут наблюдаться одинаковые теплоощущения.

В отношении интервала ЭЭТ, определяющего комфортные условия, единого мнения нет. Для различных климатических районов эти интервалы должны различаться. Человек, проживающий долгое время в одном месте, адаптируется к средним ЭЭТ своего района, и зона комфортности должна включать это среднее значение

(ЭЭТ рассчитываются по теплоощущениям нормально одетого человека, производящего легкую работу).

В Красноярске в 13 ч средняя месячная ЭЭТ в летние месяцы имеет следующие значения: в июне 14,0; июле 15,0; августе 14,0. Июль в Красноярске самый теплый месяц не только по температуре воздуха, но и по условиям теплоощущения. В среднем два дня в июле бывают дискомфортные из-за высокой температуры воздуха и небольшой скорости ветра.

В течение дня в июле ЭЭТ меняется следующим образом:

Время, ч	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ЭЭТ °С	14,4	15,1	15,4	16,7	16,4	16,2	16,1	16,0	15,0

Таким образом, дневной максимум ЭЭТ наблюдается тогда же, когда и максимум температуры воздуха, т. е. в 14—16 ч, но нарастание ЭЭТ в утренние часы идет быстрее, а убывание в послеполуденные медленнее, чем температуры воздуха. Это связано с суточным ходом скорости ветра. Оценка суровости погоды зимой приведена в приложении (табл. 57).

В соответствии с характеристикой классов погоды момента, разработанной В. И. Русановым [59], погода определяется как мягкая при фактической или условной температуре от 0 до -5°C , умеренно суровая — при $-6 \dots -15^{\circ}\text{C}$, суровая — при $-16 \dots -29^{\circ}\text{C}$, очень суровая — при $-30 \dots -45^{\circ}\text{C}$, крайне суровая — при температуре ниже -45°C .

Используя эти показатели как количественный критерий, можно установить, что умеренно суровая погода по средней месячной температуре воздуха отмечается в ноябре и марте, суровая — в декабре—феврале, а мягкая — только в апреле. Средние месячные условные температуры воздуха, учитывающие совместное действие температуры и ветра, характеризуются с ноября по март как суровые, а в апреле как умеренно суровые.

Характеризуя классы погоды момента для теплого времени года, В. И. Русанов отмечает преобладающее теплоощущение: для класса I — жарко и сухо, для класса II — тепло, для класса III — комфортно, для класса IV — жарко и влажно. При определении летней дискомфортности имелось в виду, что теплоизоляция одежды соответствует погодным условиям. Однако из-за частой смены погодных условий и резких колебаний суточных температур воздуха люди одеваются теплее, чем нужно, ориентируясь не на самый жаркий, но сравнительно короткий период дня, а на погоду прохладных утренних и вечерних часов. Дискомфортность в действительности наступает при более низких температурах, что в свою очередь удлиняет неблагоприятный период дня и года. Это позволяет считать дискомфортными (перегретыми) дни уже при температуре 20°C , влажности 20 % и более, ветре более $1,5 \text{ м/с}$ и интенсивности радиации около $0,698 \text{ кВт/м}^2$.

В формировании микроклиматических условий летом большая роль принадлежит радиационному и ветровому факторам. Так,

в наиболее теплый июль 1969 г. (средняя месячная температура выше многолетней на $3,2^{\circ}\text{C}$) дискомфортность на облучаемой солнцем территории возрастает по сравнению с находящейся в тени на 38 %, в нормальный месяц 1946 г. (средняя месячная температура равна многолетней) — на 43 %, а в относительно холодный 1954 г. (средняя месячная температура ниже многолетней на $3,1^{\circ}\text{C}$) — на 52 %.

Перегрев следует ожидать тогда, когда температура воздуха и напряженность радиации достигают своих максимальных значений, при этом важен не вообще максимум, а максимум, равный или более комфортной температуры, который в июле наблюдается с 11 до 18 ч, достигая своих наибольших значений в 14—16 ч.

Влажность воздуха играет существенную роль в формировании благоприятного для человека микроклимата, особенно летом.

В соответствии с районированием территории СССР по повторяемости душной погоды [41] Красноярск находится в районе III, причем повторяемость такой погоды в июле составляет 30—50 % (10—15 дней).

Значительные атмосферные осадки, преимущественно в летне-осеннее время года, могут создать дискомфортные условия. Число дождливых дней (с осадками 1 мм и более) с июня по ноябрь в Красноярске превышает 70, из них наибольшее число дней приходится на август (16 дней), а на июнь—июль падает 18 % всех дней. Средняя продолжительность выпадения осадков в день с осадками достигает 3—9 ч.

Определенное влияние на комфортность условий имеют такие атмосферные явления, как туман, гроза, град. Туман, как правило, усугубляет загрязненность атмосферного воздуха; гроза и град делают внешнюю среду дискомфортной, а иногда и опасной. По продолжительности и повторяемости наиболее существенными следует считать в Красноярске грозы, которые больше всего наблюдаются в июле и чаще всего начинаются во второй половине дня. При решении градостроительных задач учет их необходим.

11. ОБ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И СУММ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ

11.1. Изменения сезонной и годовой температуры воздуха

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. Полученные таким образом средние наглядно показывают изменение метеорологических элементов в течение длительного времени. Имеющийся ряд непрерывных метеорологических наблюдений в Красноярске (1915—1975 гг.) дает определенную возможность проследить за колебанием климата (рис. 49 и 50). В конце второго десятилетия XIX в. началось значительное понижение температуры. Самым холодным десятилетием (средняя годовая температура $0,0^{\circ}\text{C}$) были 1928—1937 гг. В середине 30-х годов отмечался небольшой подъем температуры (отклонение от нормы не превышало $0,2^{\circ}\text{C}$), который продолжался до середины 40-х годов. Затем наступил период небольшого понижения температуры, чередующегося с температурой, близкой к норме. Начавшееся затем в начале 50-х годов повышение температуры достигало максимума в 1955—1964 гг., после чего наблюдалось плавное ее понижение к вторичному минимуму ($\Delta T = -0,3^{\circ}\text{C}$) в 1965—1974 гг.

Весной определяется период похолодания в 20-е и в начале 30-х годов, наибольшее отрицательное отклонение ($\Delta T = -1,3^{\circ}\text{C}$) было в 1925—1934 гг. Это отклонение было и летом, хотя похолодание в летнем сезоне выражено слабее и ΔT не превышала $-0,4^{\circ}\text{C}$. Начавшееся затем повышение температуры весной охватило вторую половину 30-х и первую половину 40-х годов и достигло максимума 1938—1947 гг. ($\Delta T = 1,4^{\circ}\text{C}$), после чего наблюдалось постепенное понижение температуры и до конца периода кривая колеблется с небольшими амплитудами, не превышающими $0,7^{\circ}\text{C}$. Летом после окончания периода похолодания с десятилетия 1937—1946 гг. начался период небольшого потепления — температура держится около нормы с небольшими отклонениями ($\Delta T = 0,3^{\circ}\text{C}$).

Для осени период похолодания, окончившийся в начале 20-х гг., сменился потеплением, прерванным кратковременными понижениями температуры ($\Delta T = -0,6^{\circ}\text{C}$) в 1933—1942 и 1940—1949 гг., после чего снова наступило потепление, длившееся до начала 50-х годов. Затем температура резко понизилась и до конца периода оставалась ниже нормы. Для зимы в начале периода кратковременное потепление сменилось кратковременным похолоданием, по-

сле чего снова наступает потепление (амплитуда колебаний температуры $0,9^{\circ}\text{C}$). В середине 20-х годов отмечался максимум ($\Delta T = 0,5^{\circ}\text{C}$), а в 1925—1934 гг. температура снова понизилась и наступивший длительный период похолодания с минимумом ($\Delta T =$

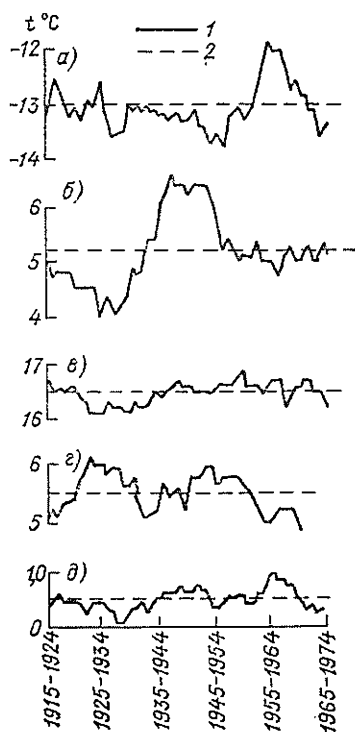


Рис. 49. Вековой ход сезонной и годовой температуры воздуха в 1915—1974 гг.

1 — по скользящим десятилетиям, 2 — средняя многолетняя температура; а — зима, б — весна, в — лето, г — осень, д — год.

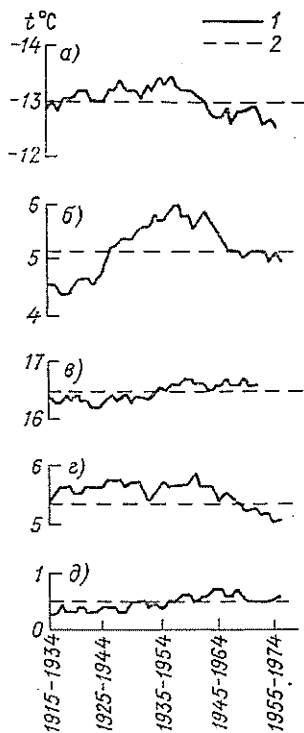


Рис. 50. Вековой ход сезонной и годовой температуры воздуха в 1915—1974 гг.

1 — по скользящим десятилетиям; 2 — средняя многолетняя температура; а — зима, б — весна, в — лето, г — осень, д — год.

$= -0,8^{\circ}\text{C}$) в 1947—1955 гг. закончился в начале 50-х годов. Начавшийся затем период потепления с максимумом ($\Delta T = 1,2^{\circ}\text{C}$) в 1955—1964 гг. длился до начала 60-х годов. После этого снова отмечается понижение температуры.

Если для построения кривых хода температуры воздуха по скользящим десятилетиям использовать данные наблюдений ст. Красноярск, город (рис. 51), то период наблюдения увеличивается на 15 лет (до 1899 г.), при этом обнаруживается, что в эти годы летом и осенью в Красноярске был период похолодания с минимумом ($\Delta T = -0,8^{\circ}\text{C}$) в осенний сезон, падающим на

десятилетие 1906—1915 гг., в летний сезон самыми холодными ($\Delta T = -0,3^\circ\text{C}$) были десятилетия 1903—1912 и 1905—1914 гг. Зимой понижение температуры наблюдалось в течение более короткого периода времени с минимумом ($\Delta T = -0,6^\circ\text{C}$) в 1907—

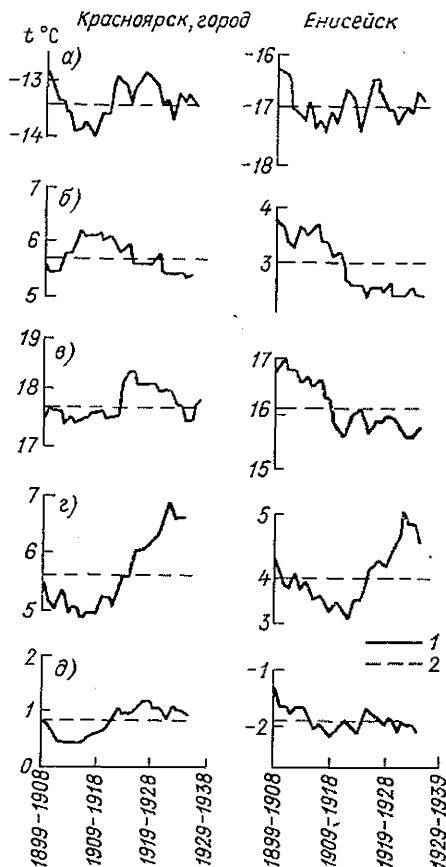


Рис. 51. Вековой ход сезонной и годовой температуры воздуха в 1899—1939 гг.

1 — по скользящим десятилетиям; 2 — средняя многолетняя температура воздуха; а — зима, б — весна, в — лето, г — осень, д — год.

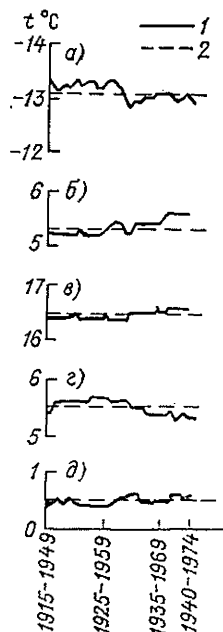


Рис. 52. Вековой ход сезонной и годовой температуры воздуха в 1915—1974 гг.

1 — по скользящим тридцатипятилетиям; 2 — средняя многолетняя температура воздуха; а — зима, б — весна, в — лето, г — осень, д — год.

1916 гг. Для весны период похолодания закончился раньше почти на целое десятилетие, чем для остальных сезонов. В годовом ходе период потепления обнаруживается уже в 1912—1921 гг. и достигает максимума ($\Delta T = 0,4^\circ\text{C}$) в 1917—1926 гг.

Кривая годового хода скользящих 35-летних средних температур дает возможность выявить незначительную тенденцию к потеплению, наступившему в 1928—1962 гг. (рис. 52) за счет повы-

шения температур в весенний, летний и зимний сезоны. Использование среднего квадратического σ для десятилетий (для весны $\sigma_{10}=0,6$, для лета $\sigma_{10}=0,2$, для осени $\sigma_{10}=0,3$, для зимы $\sigma_{10}=0,4$, для года $\sigma_{10}=0,2$) позволило выделить три класса сезонов и лет: 1) теплые, в которых среднее квадратическое отклонение равно $0,5^{\circ}\text{C}$ и более; 2) холодные, с отрицательными аномалиями такой же величины; 3) нормальные, где среднее квадратическое отклонение меньше $0,5^{\circ}\text{C}$ (табл. 131).

Таблица 131
Средняя многолетняя повторяемость (%) классов аномалии температуры

Класс аномалии	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
Теплая	21	37	39	25	33
Нормальная	42	30	21	33	15
Холодная	37	33	40	42	52

Чтобы выявить влияние р. Енисей на температурный режим Красноярска после пуска ГЭС в вековом колебании, сравним средние годовые и сезонные температуры воздуха за периоды 1933—1960 и 1967—1974 гг. на ст. Красноярск. По данным табл. 132 видно, что после пуска ГЭС годовая, а также средняя температура воздуха весеннего и осеннего сезонов по сравнению с нормой 1933—1960 гг. понизилась в среднем на $0,2^{\circ}\text{C}$. В летний период произошло значительное понижение температуры воды в Енисее (на $7-10^{\circ}\text{C}$), что соответственно послужило причиной понижения температуры воздуха (на $0,6^{\circ}\text{C}$). В зимнее же время наблюдается небольшое повышение температуры воздуха в связи с тем, что Енисей не замерзает.

Таблица 132
Средняя сезонная и годовая температура воздуха

Период	Весна	Лето	Осень	Зима	Год
1933—1960	5,4	17,5	5,6	-13,6	0,6
1967—1974	5,2	16,9	5,4	-13,4	0,4
Разность	0,2	0,6	0,2	-0,2	0,2

11.2. Изменения сезонных и годовых сумм осадков

Осадки являются весьма изменчивым метеорологическим элементом как во времени, так и в пространстве. Изменения количества атмосферных осадков рассматриваются с 1914 по 1974 г. Годовые суммы осадков испытывают значительные колебания, амплитуда которых составляет 325 мм (табл. 133). Наибольшие колебания

Таблица 133

Наибольшие и наименьшие сезонные и годовые суммы осадков

Сезон	Наибольшая сумма				Наименьшая сумма				Амплитуда колебаний, мм
	R мм	N %	$\Delta R/\sigma$	год	R мм	N %	$\Delta R/\sigma$	год	
Весна	113	171	2,4	1941	25	38	-2,2	1937	88
Лето	378	183	3,1	1953	104	50	-1,8	1950	274
Осень	185	185	3,1	1927	46	46	-2,0	1945	139
Зима	66	206	2,7	1951—1952	12	38	-1,5	1915—1916	54
Год	585	144	2,6	1953	260	64	-2,1	1945	325

количества осадков наблюдаются летом (274 мм), а наименьшие — зимой (54 мм).

Отношение наибольшей суммы сезонных осадков к наименьшей следующее: весна 4,5, лето 3,6, осень 4,0, зима 5,5, год 2,2. Это отношение показывает, во сколько раз может измениться сезонная сумма осадков. Наименьшая изменчивость характерна для лета, наибольшая — для зимы.

Положительные отклонения сумм осадков от нормы больше отрицательных, значение которых составляет 1,5—2,2 σ , в то время как положительные отклонения ближе к 3 σ .

Вековой ход сезонных и годовых количеств осадков (рис. 53) и сопоставление наибольших и наименьших средних десятилетних сумм осадков показывает, что они могут значительно отклоняться от нормы (табл. 134), особенно зимой, когда наибольшие суммы почти втрое превышают наименьшие. Вековые колебания сезонных сумм осадков обнаруживают свои закономерности. В многолетнем ходе осадков можно выделить периоды с большим и малым количеством осадков. В весеннем сезоне обнаруживается два периода с пониженными суммами осадков (1915—1933 гг., 1944—1954 гг.) и два периода, из которых в один осадки равны норме (1934—1943 гг.), в другой превышают ее (1955—1975 гг.). Летом вековые колебания осадков выражены сложно. Наблюдается до девяти периодов то повышения, то уменьшения сумм осадков. Так, с 1914 г. подряд наблюдалось три периода, в которые осадки были близки к норме, затем в течение двух лет количество выпавших осадков было ниже нормы, это вновь повторилось после пятилетнего периода с повышенным количеством осадков. Следующий двухгодичный период с пониженным количеством осадков вновь сменился четырехлетним увеличением осадков. Затем наступает период продолжительностью в 12 лет с малым количеством осадков, который сменился 15-летним периодом с повышенными суммами осадков.

Осенью наблюдается чередование двух периодов с повышенными и двух периодов с пониженными суммами осадков. Последний период увеличения осадков наблюдался в течение 28 лет.

Зимой наблюдались три периода колебаний осадков. Для первых двух периодов характерно выпадение осадков ниже нормы, третий характеризуется увеличением осадков (табл. 135). Общим для всех сезонов является увеличение сумм осадков в последние десятилетия. Годовой ход осадков можно характеризовать восемью периодами с общей тенденцией к повышению количества осадков.

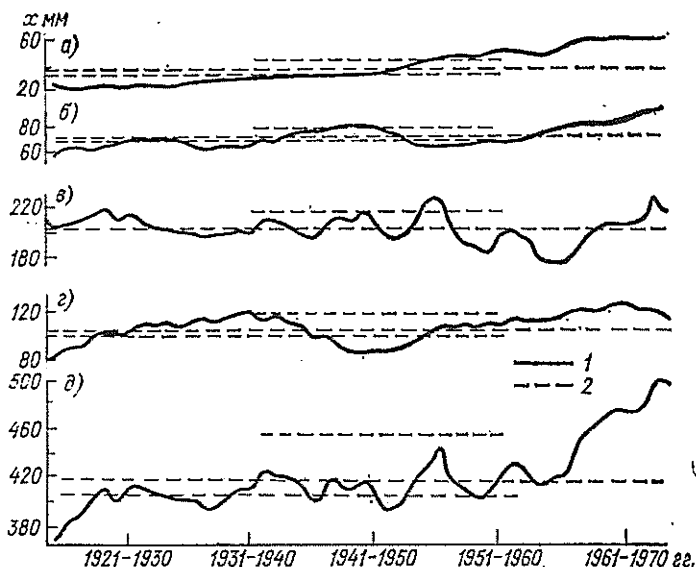


Рис. 53. Вековой ход сезонных и годовых сумм осадков.

1 — по скользящим десятилетиям, 2 — средние многолетние суммы осадков за 1915—1960, 1931—1960, 1915—1974 гг.; а — зима, б — весна, в — лето, г — осень, д — год.

Таблица 134

Наибольшая и наименьшая средняя десятилетняя сумма осадков

Сезон	Наибольшая сумма			Наименьшая сумма			Амплитуда колебаний, мм
	R мм	N %	10-летие	R мм	N %	10-летие	
Весна	94,6	132	1964—1973	55,4	77	1915—1924	39,2
Лето	231,1	112	1963—1972	180,2	87	1955—1964	50,9
Осень	125,2	121	1960—1969	79,8	77	1914—1923	45,4
Зима	58,8	157	1959—1968	21,3	57	1915—1924	37,5
Год	501,0	120	1963—1972	368,5	88	1915—1924	132,5

В заключение нужно отметить, что изменения температуры и осадков не говорят об изменении климата, а являются лишь положительными или отрицательными аномалиями, временными потеплениями или похолоданиями, очередными увеличениями или уменьшениями сумм атмосферных осадков.

Таблица 135

Периоды с повышенными и пониженными суммами осадков и повторяемость (%) классов их аномалии

Период	Продолжи- тельность, лет	Осадки, мм	N %	Класс аномалии			Тип периода
				избыток	норма	недостаток	
Весна							
1915—1933	19	62	86	57	120	118	1
1934—1943	10	72	100	100	125	67	1
1944—1954	11	66	92	60	90	153	1
1955—1973	19	84	117	177	33	92	2
Лето							
1914—1922	9	207	100	200	29	97	2
1923—1931	9	205	99	39	176	65	3
1932—1934	3	214	103	0	263	0	Смешанный
1935—1936	2	193	93	0	132	139	
1937—1941	5	223	108	71	158	59	3
1942—1943	2	178	86	0	132	112	1
1944—1947	4	227	110	178	0	147	1
1948—1958	11	190	92	96	0	215	1
1959—1975	15	214	103	118	142	38	1
Осень							
1914—1921	8	76	74	0	28	275	1
1922—1935	14	109	106	116	100	88	1
1936—1945	10	97	94	80	93	125	1
1946—1973	28	111	108	128	126	44	1
Зима							
1915—1933	19	23	62	0	70	212	1
1934—1943	10	30	81	0	173	62	1
1944—1973	30	48	129	204	141	22	1
Год							
1915—1931	17	384	92	22	128	130	3
1932—1934	3	400	95	0	217	0	Смешанный
1935—1938	4	433	103	92	163	0	1
1939—1943	5	414	99	74	130	74	Смешанный
1944—1947	4	405	97	92	54	185	2
1948—1950	3	410	98	0	146	122	3
1951—1954	4	452	108	92	109	92	Смешанный
1955—1973	19	450	107	215	35	96	2

12. ВЕТЕР В СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЕ

12.1. Режим скоростей ветра в пограничном слое

Изучение ветрового режима как у земли, так и в пограничном слое представляет особый интерес. Режим скоростей ветров в пограничном слое рассмотрен на следующих стандартных уровнях — 100, 200, 300 и 500 м от поверхности земли и на высоте флюгера по ст. Красноярск за 1928—1952 гг.

Анализ средней скорости ветра по высотам (приложение, табл. 58) показал, что средняя годовая скорость ветра с высотой возрастает, причем ее изменения от высоты к высоте совершенно различны. Если в слое от высоты флюгера до 100 м наблюдается скачок скорости в зимнее время на 2,6 м/с, а в остальные месяцы на 1,3—1,9 м/с, то выше, в слое от 100 до 200 м, колебания плавные и изменение составляет 0,6—1,1 м/с. Скорость ветра к уровню 500 м снова увеличивается. Наибольшие скорости по всей толщине пограничного слоя наблюдаются в зимнее время и переходные сезоны года. Лето менее ветрено. В слое 500 м средняя скорость в январе составляет 8,4 м/с. Разность скорости между январем и июлем равна 2,0 м/с.

Наибольшие скорости приходятся на юго-западное и западное направления во всем пограничном слое, диапазон колебания составляет 7—14 м/с (приложение, табл. 59). Следует отметить, что на всех уровнях в холодный период года средняя скорость ветра больше на 4—7 м/с, чем в теплый период. Наибольшие изменения (на 2,4—4,7 м/с) скорость ветра испытывает в слое от 200 до 500 м. В летние месяцы изменение от высоты к высоте скорости ветра юго-западного и западного направлений более сглажено, в слое от 100 до 500 м оно составляет 1,5—2,5 м/с, выше 0,5 м/с. Малые скорости в летнее время имеют ветры северного направления (в пределах 2,5—5,4 м/с). В зимнее и весеннее время малые скорости наблюдаются при северном и северо-восточном направлениях.

В течение года на всех высотах пограничного слоя преобладающим направлением ветра является юго-западное и западное.

На эти два румба приходится в среднем 61 % повторяемости всех направлений. Преобладание этих ветров является следствием воздействия сибирского антициклона, который в холодное полугодие устанавливается над южными широтами Азиатской части СССР на сравнительно продолжительный период. На высоте флю-

гера наименьшую повторяемость (3 %) имеют ветры северного, северо-восточного и юго-восточного направлений, а в слое 100—200 м — северного и северо-восточного направлений (повторяемость 2—3 %).

Более полное представление о режиме ветра дает максимальная скорость, данные о которой имеют наибольшее практическое значение.

12.2. Вертикальные профили сильных ветров в нижнем километровом слое атмосферы

Распределение скорости ветра в нижнем километровом слое атмосферы требуется знать в первую очередь для обеспечения безопасности и оптимальных условий посадки, взлета самолетов и вертолетов, для расчета загрязнения нижних слоев атмосферы, для решения разнообразных вопросов, связанных со строительным проектированием, эксплуатацией машин и механизмов, имеющих большие размеры.

Особый интерес представляют данные по вертикальным профилям ветра при максимальных его скоростях на заданном уровне над земной поверхностью.

В Главной геофизической обсерватории им. Воейкова выполнен ряд крупных работ по изучению ветрового режима в пограничном слое атмосферы [20, 21]. В результате выяснено, что в нижнем километровом слое атмосферы вертикальное изменение максимальных скоростей ветра имеет неравномерный характер. Профили сильных ветров, представленные в виде одной какой-либо функции высоты, имеют сложную форму. Расчет ветровых профилей до высоты порядка 1000 м над поверхностью земли для практических задач сотрудниками ГГО предлагается проводить следующим образом. Рассматривается зависимость скорости ветра на каждой высоте этого слоя от скорости на фиксированном уровне. По данным радиозондирования аэрологической станции Воейкова рассчитана таблица и построены графики, выражающие такую зависимость. Аналогично построена табл. 136, рассчитанная по данным радиозондирования аэрологической станции Емельяново за 1962—1976 гг. В них представлены данные об изменении скорости ветра с высотой в 900-метровом слое при максимальных за месяц скоростях на высотах 12, 100, 200, 300, 500, 600 и 900 м над землей. Данные по профилям в табл. 136 осреднены по градациям скоростей на уровнях с максимальными за месяц скоростями (фиксированных уровнях) и использованы для построения рис. 54—57.

Анализ профилей позволяет сделать следующие выводы.

При максимальных скоростях на верхней границе 900-метрового слоя скорость ветра с высотой увеличивается. Например, при скорости ветра на уровне 900 м 13—15 м/с скорость в слое с высотой увеличивается от 13 м/с на уровне флюгера до 13,7 м/с на уровне 900 м, при скорости 16—18 м/с — меняется от 2,2 до 16,7 м/с.

Таблица 136

Вертикальные профили ветра в 900-метровом слое атмосферы над Емельяново, осредненные по грациям скорости

Градации скорости ветра (м/с) на фиксированном уровне	На уровне флюгера	Высота, м						Число профилей
		100	200	300	500	600	900	

На уровне флюгера

4—6	6,0	8,6	9,2	8,6	8,6	8,9	10,0	8
7—9	7,8	10,8	11,0	11,1	11,6	11,8	12,4	56
10—12	10,8	14,1	13,5	14,4	16,0	16,8	19,3	109
13—15	13,9	16,1	15,9	16,1	18,6	19,9	20,9	64
16—18	17,5	17,2	16,1	16,6	18,2	19,4	25,4	20
19—21	19,8	19,4	19,1	18,9	21,6	21,6	26,4	13

На высоте 100 м

10—12	5,4	10,8	10,5	10,7	11,2	11,0	10,4	31
13—15	8,4	14,2	13,8	13,3	14,6	14,8	15,3	45
16—18	10,5	16,9	15,5	15,3	17,0	17,6	19,8	78
19—21	10,0	19,9	17,3	17,2	19,4	20,2	22,6	52
22—24	11,2	22,6	19,7	18,7	20,6	20,1	22,1	14
25—27	13,2	25,8	23,8	22,0	25,0	27,0	26,4	5
28—30	11,0	28,5	21,5	21,5	22,0	23,0	20,0	2
>30	14,7	32,6	26,7	22,7	22,3	23,3	21,0	3

На высоте 200 м

10—12	5,1	8,7	11,5	12,7	13,3	13,0	11,4	15
13—15	6,2	12,0	14,4	13,9	15,0	15,4	15,3	66
16—18	9,3	15,0	16,8	16,5	17,2	18,5	19,5	82
19—21	10,5	16,8	19,7	18,9	18,9	19,3	20,5	51
22—24	10,4	20,0	23,0	21,8	21,9	21,3	22,8	26
25—27	—	—	—	—	—	—	—	—
28—30	11,0	24,0	29,0	27,7	27,5	28,3	27,3	6

На высоте 300 м

10—12	4,1	8,4	9,9	11,8	12,8	11,8	11,1	14
13—15	4,8	10,5	12,6	14,0	13,8	13,7	13,9	42
16—18	8,4	13,2	15,0	17,2	17,1	17,8	18,4	70

Градация скорости ветра (м/с) на фиксированном уровне	На уровне флюгера	Высота, м						Число профилей
		100	200	300	500	600	900	
19—21	9,3	15,3	17,3	19,8	19,9	20,2	21,7	67
22—24	10,7	18,9	20,5	22,7	22,8	23,4	25,8	30
25—27	11,4	15,3	20,0	25,9	23,9	26,4	23,7	11
≥28	11,7	23,5	24,7	30,0	30,1	27,2	23,3	6

На высоте 500 м

13—15	2,3	7,4	8,6	10,8	14,0	14,5	15,2	11
16—18	4,0	8,7	11,5	13,8	17,2	17,4	16,1	38
19—21	7,5	11,9	13,4	15,2	20,0	20,3	20,6	68
22—24	9,2	14,4	15,4	17,1	23,0	22,5	22,3	65
25—27	9,9	16,3	16,9	19,8	26,1	25,2	27,3	19
28—30	8,1	14,3	14,3	16,3	28,9	26,3	25,1	15
31—33	11,3	18,3	19,8	23,5	31,4	29,0	25,6	8
≥34	11,0	16,8	20,3	20,8	35,6	29,7	26,8	7

На высоте 600 м

13—15	3,3	6,6	8,1	10,4	14,6	14,2	12,3	9
16—18	3,2	8,4	10,9	12,6	16,1	17,3	16,0	28
19—21	5,8	11,8	11,8	13,9	18,2	20,0	20,1	33
22—24	8,2	12,6	13,7	15,0	19,5	23,0	22,0	60
25—27	9,4	15,1	15,9	17,6	23,1	25,8	25,0	51
28—30	8,7	14,1	15,3	17,4	24,1	28,6	25,1	26
≥31	9,0	15,0	17,6	22,1	29,6	34,5	28,3	12

На высоте 900 м

13—15	1,3	6,7	6,9	8,6	10,5	11,1	13,7	10
16—18	2,2	6,4	8,7	10,6	13,3	14,1	16,7	18
19—21	4,4	8,0	9,3	11,3	13,7	15,7	20,1	25
22—24	6,5	11,2	12,3	13,4	17,2	18,9	23,2	40
25—27	7,9	12,4	13,1	14,2	17,7	20,3	26,1	64
28—30	9,3	13,2	14,1	15,4	19,7	22,0	29,0	39
31—33	8,0	12,5	13,4	15,6	18,8	22,0	32,0	17
≥34	9,3	15,7	16,6	18,1	22,0	24,0	37,9	21

При максимальных скоростях на уровне флюгера скорость ветра с высотой также увеличивается, за исключением уровней 200 и 300 м, где она незначительно ослабевает. Например, при скорости ветра на уровне флюгера 10—12 м/с скорость увеличивается до

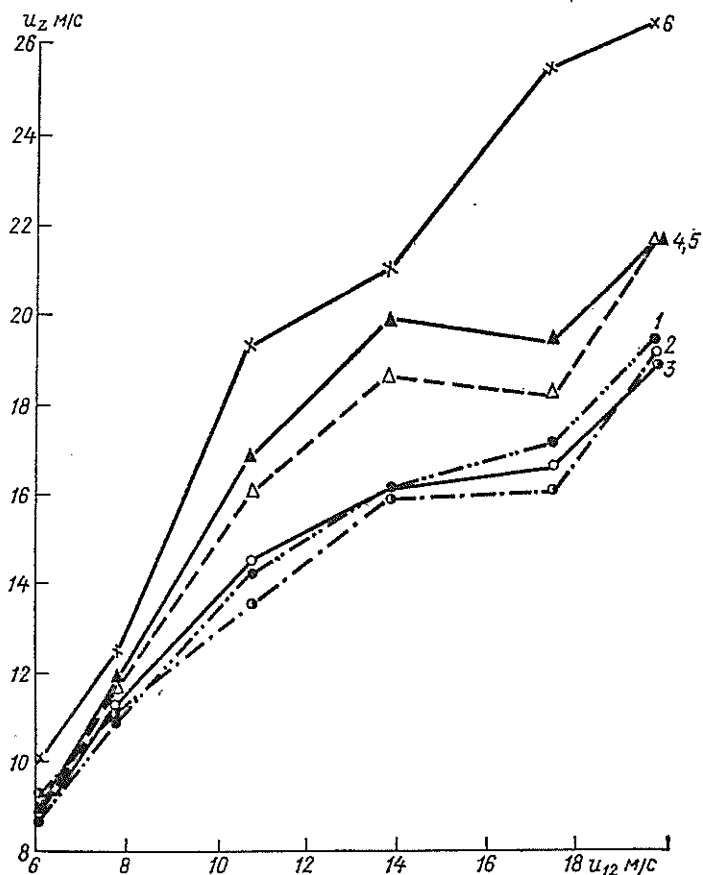


Рис. 54. Зависимость скорости ветра на высотах километрового слоя атмосферы от ее значения на уровне флюгера (12 м).

Высота, м: 1) 100, 2) 200, 3) 300, 4) 500, 5) 600, 6) 900.

14,1 м/с на уровне 100 м, затем ослабевает до 13,5 м/с на уровне 200 м и снова увеличивается до 19,3 м/с на 900 м.

При максимальных скоростях на высоте 100, 200, 300, 500 и 600 м над землей (за исключением градаций 10—12 м/с для 200 и 300 м, 13—21 м/с для 500, 600 м) по обе стороны от исходного уровня наблюдается ослабление скорости ветра. Например, при максимальных скоростях на высоте 100 м скорости на уровне флюгера и 200 м меньше скоростей на уровне 100 м при всех градациях. Результаты, изложенные в этом параграфе, согласуются с выводами работы [21].

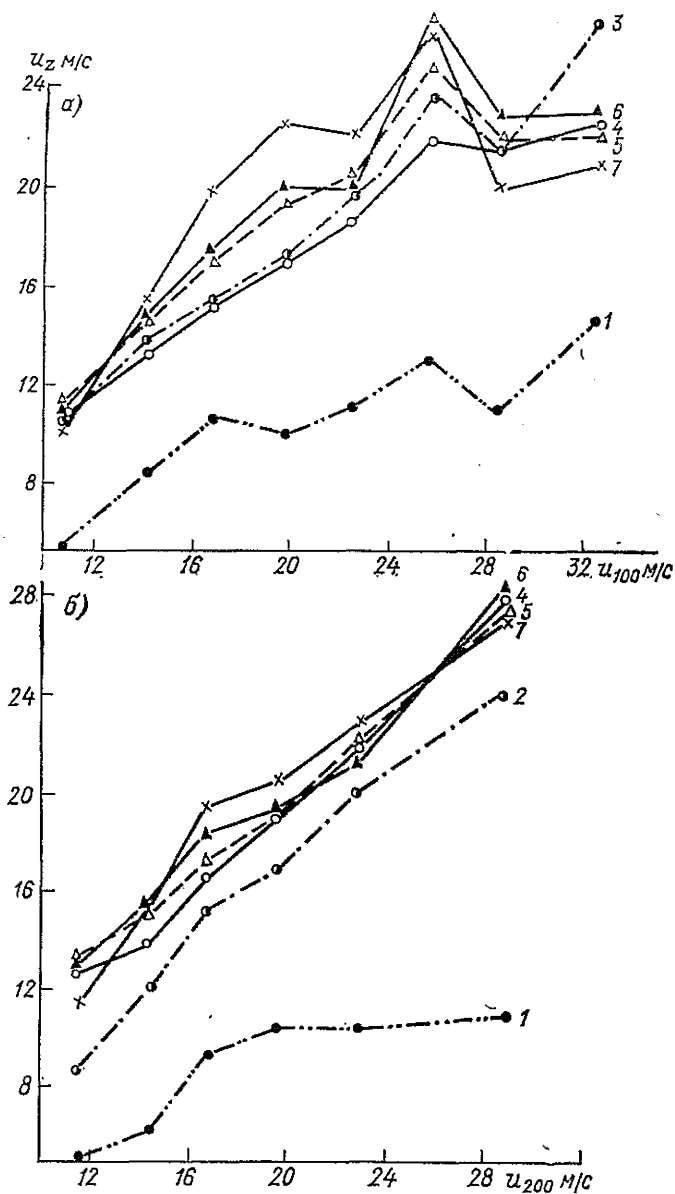


Рис. 55. Зависимость скорости ветра на высотах километрового слоя атмосферы от ее значения на уровнях 100 м (а) и 200 м (б).

Высота, м: 1) 12, 2) 100, 3) 200, 4) 300, 5) 500, 6) 600, 7) 900.

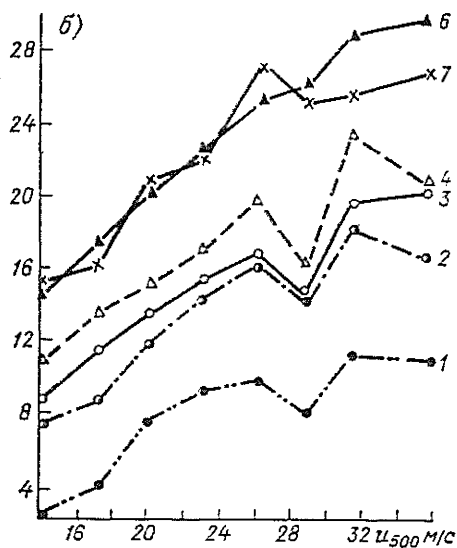
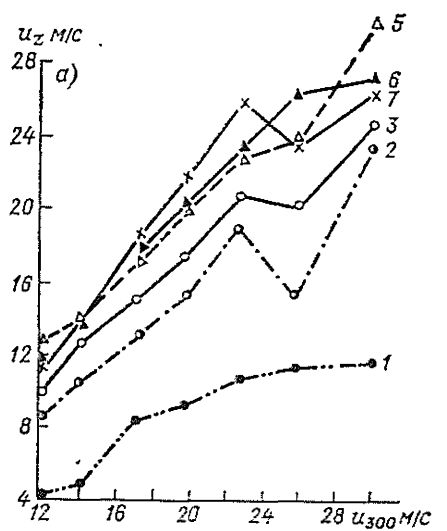


Рис. 56. Зависимость скорости ветра на высотах километрового слоя атмосферы от ее значения на уровнях 300 м (а) и 500 м (б).

Высота, м: 1) 12, 2) 100, 3) 200, 4) 300, 5) 500, 6) 600, 7) 900.

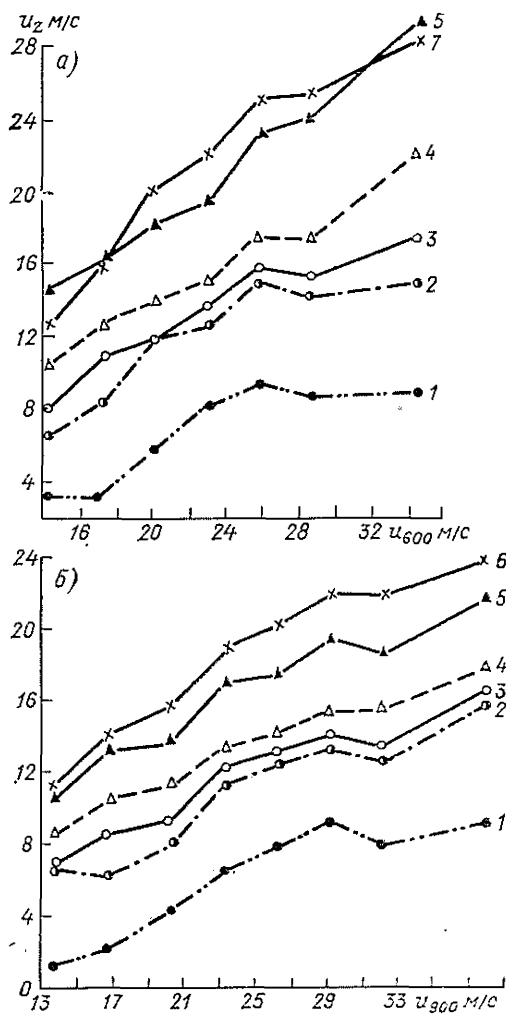


Рис. 57. Зависимость скорости ветра на высотах километрового слоя атмосферы от ее значения на уровнях 600 м (а) и 900 м (б).

Высота, м: 1) 12, 2) 100, 3) 200, 4) 300, 5) 500, 6) 600, 7) 900.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Климат Красноярска и его окрестностей резко континентальный, он характеризуется продолжительной малоснежной зимой, коротким теплым летом, короткой сухой весной с поздними возвратами холодов (заморозками), непродолжительной осенью с ранними заморозками и частыми возвратами тепла. В течение большей части года преобладает циклоническая форма циркуляции. Влиянием сибирского антициклона зимой определяются устойчивые сильные морозы. Температуры значительно изменяются от года к году, от месяца к месяцу, от одного дня к другому и даже в течение суток. Средняя температура воздуха в январе $-18,3^{\circ}\text{C}$, в июле $19,4^{\circ}\text{C}$. Колебания абсолютных температур возможны в январе от $+6$ до -55°C , а в июле — от $0,3$ до 40°C . В зимний период оттепели в городе наблюдаются ежегодно.

Годовая сумма осадков составляет 316 мм, большая часть из них выпадает в летний период. Осадки летом носят преимущественно ливневой характер. В конце мая и начале июня чаще всего ощущается недостаток влаги. В это время нередки засухи. Слабые и средней интенсивности суховеи наблюдаются ежегодно. Снежный покров устанавливается в начале первой декады ноября и сходит в конце третьей декады апреля. Средняя его высота на конец зимы составляет около 30 см. В отдельные малоснежные зимы почва промерзает до глубины 253 см, а нулевые температуры проникают до глубины 320 см.

Преобладающее направление ветра зимой и осенью юго-западное, весной и летом — западное. Наибольшие скорости ветра чаще наблюдаются весной.

Немаловажной особенностью климата города является обилие солнечной радиации, обусловленное малой облачностью и длинным летним днем. При сравнительно коротком безморозном периоде (в среднем 120 дней) суммы положительных температур велики (1875°C).

С санитарно-гигиенической стороны климат Красноярска характеризуется как суровый. Зимой дискомфортность определяется низкими температурами воздуха, а в переходные сезоны — еще и в сочетании со значительными скоростями ветра, в отдельные годы летом — относительно высокими температурами воздуха в сочетании с интенсивной солнечной радиацией.

Большой промышленный город, такой как Красноярск, существенно влияет на климат. Прозрачность и чистота воздуха уменьшаются, температура воздуха в зимнее время выше, чем в пригороде. На микроклимат прибрежных районов города в теплый период смягчающее воздействие оказывает р. Енисей.

Анализ данных по температуре воздуха и осадкам показал тенденцию к некоторому незначительному повышению температуры воздуха в городе и увеличению осадков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян А. Б. Водохранилища, их влияние на природу и хозяйство, принципы создания.— Вестник АН СССР, 1973, № 11. с. 42—51.
2. Адабашев И. И. Трагедия или гармония.— М.: Мысль, 1973.
3. Адаменко В. Н., Хайруллин К. Ш. Оценка условий пребывания человека на открытом воздухе зимой с учетом микроклимата застройки.— Труды ГГО, 1969, вып. 248, с. 74—81.
4. Адаменко В. Н., Хайруллин К. Ш. Инсоляция стен зданий по наблюдениям в Ленинграде.— Труды ГГО, 1973, вып. 306, с. 19—25.
5. Адаменко В. Н., Хайруллин К. Ш. Радиационно-термический режим застройки и задачи его биометеорологической оценки.— Материалы конференции «Климат—город—человек».— М.: 1974, с. 18—21.
6. Алисов Б. П. Климат СССР.— М.: изд. МГУ, 1956.—127 с.
7. Анапольская Л. Е. Основные принципы климатологического районирования для строительства.— Труды ГГО, 1963, вып. 149, с. 3—15.
8. Анапольская Л. Е., Мандель Д. Г. Методика оценки температурно-влажностного режима наружного воздуха.— Труды ГГО, 1969, вып. 250, с. 105—111.
9. Апсальмова З. Г. и др. Некоторые особенности пространственно-временного распределения значительных осадков на территории Москвы и Московской области.— Труды ЦВГМО, 1973, вып. 2, с. 105—109.
10. Ариэль Н. З., Ключникова Л. А. Ветер в условиях города.— Труды ГГО, 1960, вып. 94.—29 с.
11. Арнольди И. А. Гигиенические вопросы акклиматизации населения на Крайнем Севере.— М.: Медгиз, 1961, с. 7—23.
12. Ассман Д. Чувствительность человека к погоде.— Л.: Гидрометеоздат, 1966.—246 с.
13. Бартенева О. Д., Полякова Е. А. О световом эквиваленте солнечной радиации в условиях сухой атмосферы.— Труды ГГО, 1965, вып. 169, с. 3—10.
14. Бартенева О. Д., Полякова Е. А., Русни Н. П. Режим естественной освещенности на территории СССР.— Л.: Гидрометеоздат, 1971.—238 с.
15. Батталов Ф. З. Многолетние колебания атмосферных осадков и вычисление норм осадков.— Л.: Гидрометеоздат, 1968.—183 с.
16. Беер В. Техническая метеорология.— Л.: Гидрометеоздат, 1966.—292 с.
17. Берлянд М. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы.— Л.: Гидрометеоздат, 1975.—448 с.
18. Берлянд М. Е., Кондратьев К. Я. Города и климат планеты.— Л.: ГИМИЗ, 1972.—40 с.
19. Боженов И. К., Нагорский М. П. Геология района г. Красноярска. Материалы по геологии Красноярского края. Вып. 1. Томск, 1937.
20. Борисенко М. М., Заварина М. В. Рекомендации по расчету вертикальных профилей и максимальных скоростей ветра в пограничном слое атмосферы.— Л.: изд. ГГО, 1967.—12 с.
21. Борисенко М. М. Вертикальные профили ветра и температуры в нижних слоях атмосферы.— Труды ГГО, 1974, вып. 320.—205 с.
22. Будыко М. И. Климат и жизнь.— Л.: Гидрометеоздат, 1971.—472 с.

23. Будыко М. И. Изменения климата.—Л.: Гидрометеониздат, 1974.—280 с.
24. Васильева Л. Г., Голубова Т. А. Приземная инверсия температуры воздуха в разных районах СССР.—Труды ГГО, 1970, вып. 264, с. 3—22.
25. Виноградов Н. А., Дерябина В. А. Урбанизация и здоровье.—М.: Знание, 1970.
26. Влияние метеорологических факторов на тепловой режим зданий./ Л. Е. Анапольская и др.—Труды ГГО, 1970, вып. 268.—176 с.
27. Головин В. Ф., Малов О. И. Красноярский край.—Красноярск, 1970.
28. Голубова Т. А., Романова Е. Н. Результаты микросъемок полей застройки Ленинграда.—Труды ГГО, 1969, вып. 248, с. 57—62.
29. Голубова Т. А. Прямая солнечная радиация, поступающая на восточные и западные склоны.—Труды ГГО, 1976, вып. 351, 134 с.
30. Гольцберг И. А. Микроклимат СССР.—Л.: Гидрометеониздат, 1967.—286 с.
31. Заварина М. В., Борисенко М. М. О влиянии города на ветровой режим нижних слоев атмосферы.—В кн.: Материалы конференции «Климат—город—человек».—М.: 1974. с. 149—150.
32. Зарубин Г. П., Никитин Д. П., Новиков Ю. В. Окружающая среда и здоровье.—М.: Знание, 1977.
33. Иванов Б. Г. О влиянии загрязненности атмосферы на радиационный климат большого города.—Климат и погода, 1935, № 6, с. 27—31.
34. Ицкова А. И. К обоснованию гигиенических нормативов ветро-защитных мероприятий.—Гигиена и санитария, № 9, 1956, с. 11—18.
35. Кандрор И. С. и др. Физиологические принципы санитарно-гигиенического районирования территории СССР/И. С. Кандрор, Д. М. Демина, Е. М. Ратнер.—М.: Медицина, 1974.—176 с.
36. Кириллов М. В. Окрестности Красноярска.—Красноярск, 1977.—91 с.
37. Кириллов М. В. Красноярский край.—Красноярск, 1965.—135 с.
38. Кириллов М. В. и др. Красноярский край/М. В. Кириллов, Р. В. Николаев, И. А. Сериков, Ю. А. Щербаков.—Красноярск, 1960.—171 с.
39. Кириллов М. В. География Красноярского края и история развития его природы.—Красноярск, 1970.
40. Кириллов М. В. Особенности природы окрестностей Красноярска.—Красноярск, 1971.—159 с.
41. Климат и город. Материалы конференции «Климат—город—человек».—М.: 1974.
42. Климат Минска. Ред. М. А. Гольцберг.—Минск, 1976.—288 с.
43. Климат Москвы. Ред. А. А. Дмитриев, Н. П. Бессонов.—Л.: Гидрометеониздат, 1969.—321 с.
44. Клименко Л. В. Вековые колебания средней месячной температуры воздуха Москвы в зимнем сезоне.—В кн.: Климат большого города. М.: Изд. МГУ, 1965, с. 7—63.
45. Лиоло Т. Н., Циценко Г. В. Биоклиматическое районирование территории СССР по теплозащитным свойствам одежды, рассчитанным по климатическим данным.—В кн.: Климатические условия и тепловое состояние человека. Л., 1971, с. 91—136.
46. Лыжин К. Красноярский край.—Красноярск, 1958.—454 с.
47. Мамонтов Н. В. Статистические и вероятностные характеристики эквивалентно-эффективной температуры в Западной Сибири.—Труды Новосибир. гидрометцентра, 1971, вып. 5, с. 3—17.
48. Мухенберг В. В. Альbedo подстилающей поверхности территории Советского Союза.—Труды ГГО, 1963, вып. 139, с. 139.
49. Нифантьев Г. С. Город на Енисее.—Красноярск, 1973.—208 с.
50. Пивоварова З. И. Характеристика радиационного режима на территории СССР применительно к запросам строительства.—Труды ГГО, 1973, вып. 321.—128 с.
51. Пивоварова З. И. Учет суммарной солнечной радиации при проектировании зданий.—М.: Гидрометеониздат, 1969. с. 16—29.

52. Пивоварова З. И. Оценка суммарного прихода коротковолновой радиации на стены зданий.— Труды ГГО, 1967, вып. 209. с. 22—43.
53. Пивоварова З. И. Прямая солнечная радиация, поступающая на стены зданий.— Труды ГГО, 1967, вып. 193, с. 73—118.
54. Погосян Х. П., Бачурина А. А. Метеорологический режим города и градостроительство.— Л.: Гидрометеониздат, 1977.—67 с.
55. Погосян Х. П. Атмосфера и человек.— М.: Просвещение, 1977.—159 с.
56. Рекомендации по описанию климата большого города. Ч. 1, 1976.—142 с., ч. 2, 1977.—63 с.
57. Рубинштейн Е. С., Полозова Л. Г. Современное изменение климата.— Л.: Гидрометеониздат, 1966.—268 с.
58. Русанов В. И. Климатический атлас Западной Сибири для медицинских целей.— Томск, 1971.—71 с.
59. Справочник по климату СССР. Ч. 1—5, вып. 21.—Л.: Гидрометеониздат, 1967.
60. Строительные нормы и правила. Ч. 2, разд. А, гл. 6, 8. Строительная климатология и геофизика.— М.: Госстройиздат, 1973.—320 с.
61. Хайруллин К. Ш. Методика оценки зимних погодных условий, дискомфортных для человека.— Труды ГГО, 1973, вып. 303. с. 104—114.
62. Хайруллин К. Ш. Оттепели на территории СССР.— Л.: Гидрометеониздат, 1969.—48 с.
63. Хайруллин К. Ш. Биоклиматическая оценка суровости погоды при отрицательных температурах воздуха.— В кн.: Проблемы зимоведения. Вып. 4.— Чита: Забайкальский филиал ГО СССР, 1972. с. 54—55.
64. Хайруллин К. Ш. Исследование влияния солнечной радиации на термический режим поверхности стен в холодное полугодие.— Труды НИИАК, 1967, № 48, с. 97—101.
65. Цвинд А. А. Комплексный учет климата в строительстве на Дальнем Востоке.— Благовещенск, 1967.—232 с.
66. Швер Ц. А. Атмосферные осадки на территории СССР.— Л.: Гидрометеониздат, 1976.—302 с.
67. Шербаков А. Я. Восточная Сибирь. Вып. 5.— Л.: Гидрометеониздат, 1961.—300 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ
ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ
РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ

Таблица 1
Азимут $A_{\odot}$ и высота $h_{\odot}$ солнца на 15-е число месяца

Время		Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ч	мин													
6	30	$A_{\odot}$			84,5	89,1	94,3	97,6	96,7	92,7	84,6			
		$h_{\odot}$			1,4	12,2	20,2	23,2	21,1	15,2	7,4			
9	30	$A_{\odot}$	34,9	37,7	42,0	48,2	53,9	54,8	53,3	51,2	45,9	40,6	36,6	34,2
		$h_{\odot}$	5,6	13,0	23,2	35,0	43,7	47,1	45,1	38,6	29,5	19,6	10,2	4,9
12	30	$A_{\odot}$	7,1	7,8	8,8	10,3	11,8	23,8	12,0	10,7	9,2	8,2	7,4	7,0
		$h_{\odot}$	12,4	20,9	31,4	43,1	52,0	56,5	55,1	47,7	36,4	24,8	14,8	10,1
15	30	$A_{\odot}$	48,7	51,7	57,0	63,0	67,7	71,0	69,7	64,8	58,5	53,3	49,3	
		$h_{\odot}$	2,1	9,9	18,8	28,3	35,5	39,8	39,1	32,8	21,9	10,7	1,9	
18	30	$A_{\odot}$				101,2	107,1	109,4	107,0	102,7				
		$h_{\odot}$				4,2	11,0	15,2	14,6	8,4				

Таблица 2

Возможная и действительная месячная продолжительность τ солнечного сияния для стен разной ориентации

Ориентация стен	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Возможная продолжительность, ч												
Ю	273	269	363	334	318	290	309	333	351	327	248	216
С				90	186	238	222	139	34			
В, З	117	135	182	212	252	264	265	236	193	163	124	108
Действительная продолжительность, ч												
С	0	0	0	10	67	90	80	47	2	0	0	0
В	25	40	83	99	131	144	139	106	81	45	24	15
Ю	56	87	169	188	187	193	191	167	164	88	52	32
З	31	47	86	100	122	140	132	108	85	44	28	18
Отношение действительной τ к возможной, %												
С	0	0	0	11	36	38	36	34	6	0	0	0
В	21	30	46	47	52	54	52	45	42	28	19	4
Ю	21	32	46	56	59	66	62	50	47	27	21	15
З	26	35	47	47	48	53	50	46	44	27	23	17

Таблица 3
Средние месячные суммы радиации (МДж/м²) и среднее альбедо (%)

Станция	Вид радиации	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Дивногорская ГМО Красноярск (Лысая гора)	S'	21	54	122	205	210	331	293	210	134	50	17	8
	S'	4	38	138	256	218	369	323	193	109	59	17	8
	$\Delta S'$	17	16	-16	-51	-8	-38	-30	17	25	-9	0	0
Солянка Красноярск (Лысая гора)	S'	25	63	168	223	285	373	344	268	151	71	25	13
	S'	4	38	138	256	218	369	323	193	109	59	17	8
	$\Delta S'$	21	25	30	-33	67	4	21	75	42	12	8	5
Дивногорская ГМО Красноярск (Лысая гора)	D	54	96	184	226	272	256	268	205	147	92	50	29
	D	42	109	189	189	268	247	256	189	138	105	54	29
	ΔD	12	-13	-5	37	4	9	12	16	9	-13	-4	0
Солянка Красноярск (Лысая гора)	D	50	101	197	243	281	277	285	226	155	105	59	38
	D	42	109	189	189	268	247	256	189	138	105	54	29
	ΔD	8	-8	8	54	13	30	29	37	17	0	5	9
Дивногорская ГМО Красноярск (Лысая гора)	Q	75	151	310	427	482	587	562	415	285	142	67	38
	Q	46	147	327	444	486	620	578	377	243	163	67	34
	ΔQ	29	4	-17	-17	-4	-33	-16	38	42	-21	0	4

Станция	Вид радиации	I	II	III
Солянка Красноярск (Лысая гора)	Q	75	163	360
	Q	46	147	327
	ΔQ	29	16	33
Дивногорская ГМО Красноярск (Лысая гора)	B	-54	-54	-25
	B	-63	-21	42
	ΔB	9	-33	-67
Солянка Красноярск (Лысая гора)	B	-59	-42	4
	B	-63	-21	42
	ΔB	4	-21	-38
Дивногорская ГМО Красноярск (Лысая гора)	A	75	78	76
	A	52	61	48
	ΔA	23	17	28
Солянка Красноярск (Лысая гора)	A	77	79	69
	A	52	61	48
	ΔA	25	18	21

IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
469	562	654	628	494	302	180	84	50
444	486	620	578	377	243	163	67	34
25	76	34	50	117	59	17	17	16
151	260	331	310	210	109	-4	-63	-67
243	—	411	386	251	135	34	-46	-50
-92	—	-80	-76	-41	-26	-38	-17	-17
184	310	369	352	264	126	17	-38	-54
243	—	411	386	251	134	34	-46	-50
-59	—	-42	-34	13	-8	-17	8	-4
37	21	23	23	24	24	44	72	78
15	14	14	17	19	19	28	47	56
22	7	9	6	5	5	16	25	22
30	16	18	18	19	19	33	68	78
15	14	14	17	19	19	28	47	56
15	2	4	1	0	0	5	21	22

Таблица 4
Месячные годовые суммы радиации при действительных условиях облачности
(МДж/м²) и средние квадратические отклонения

Радиация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Прямая радиация на поверхность, перпендикулярную солнечным лучам S													
Средняя	122	214	377	444	444	612	562	461	302	201	96	84	3919
Максимальная	189	356	499	691	649	725	700	712	528	331	176	151	4634
Год	1955	1964	1970	1955	1956	1971	1956	1966	1966	1968	1967	1956	1955
Минимальная	50	117	272	302	260	524	406	210	130	88	46	42	3293
Год	1975	1972	1972	1957	1966	1956	1976	1967	1968	1972	1966	1972	1972
Прямая радиация на горизонтальную поверхность S'													
Средняя	25	63	168	222	285	373	344	268	151	71	25	13	2008
Максимальная	38	96	222	406	402	478	432	390	243	117	38	25	2388
Год	1963	1964	1961	1958	1960	1959	1956	1966	1966	1968	1967	1956	1958
Минимальная	13	29	126	105	151	264	243	122	63	34	13	4	1751
Год	1975	1960	1974	1960	1966	1963	1976	1967	1968	1972	1966	1958	1972
σ	0,00	0,45	0,55	1,64	1,55	1,10	1,18	1,34	1,22	0,55	0,00	0,00	3,87
Рассеянная радиация, D													
Средняя	50	101	197	243	281	276	285	226	155	105	59	38	2016
Максимальная	59	117	230	327	335	348	398	272	197	138	67	46	2212
Год	1964	1972	1964	1964	1954	1956	1954	1954	1954	1961	1959	1954	1964
Минимальная	42	84	168	223	243	230	226	197	109	63	50	21	1818
Год	1963	1958	1961	1961	1965	1957	1966	1968	1966	1958	1958	1958	1958
	и др.			и др.				и др.					
Суммарная радиация, Q													
Средняя	75	163	360	469	562	654	628	494	302	180	84	50	4021
Максимальная	84	197	394	628	687	742	763	599	381	218	92	67	4265
Год	1955	1964	1970	1958	1960	1959	1954	1954	1954	1968	1967	1954	1956
Минимальная	67	142	306	373	436	582	561	377	218	147	67	25	3779
Год	1975	1966	1961	1960	1966	1963	1971	1967	1965	1956	1958	1958	1967
	и др.	и др.											
σ	0,00	0,32	0,55	1,48	1,67	0,84	1,00	1,22	1,18	0,45	0,00	0,00	3,51

Раднация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Отраженная радиация R_n													
Средняя	59	130	256	142	92	117	109	92	59	59	59	38	1212
Максимальная	67	163	314	298	117	134	130	126	80	109	75	50	1412
Год	1961	1964	1970	1966	1954	1959	1954	1954	1973	1961	1961	1954	1964
Минимальная	42	101	138	42	59	92	96	67	34	34	29	17	1048
Год	1971	1960	1959	1963	1966	1963	1971	1957	1965	и др.	1955	1958	1963
Поглощенная радиация B_n													
Средняя	17	34	105	327	469	536	520	402	243	122	25	13	2813
Максимальная	29	42	189	486	582	608	633	478	310	155	54	17	3025
Год	1967	1960	1959	1955	1956	1959	1954	1962	1954	1968	1955	1954	1956
Минимальная	8	25	54	243	377	450	461	302	180	75	13	8	2606
Год	1965	1966	1961	1966	1966	1963	1976	1967	1968	1972	1969	и др.	1972
Радиационный баланс B													
Средняя	-59	-42	4	184	310	369	352	264	126	17	-38	-54	1433
Максимальная	-34	-25	80	239	364	411	386	331	155	50	25	38	1588
Год	1958	1973	1959	1972	1960	1959	1961	1966	1958	1957	1966	1964	1959
Минимальная	-75	-67	-38	113	272	306	310	205	92	-4	-59	-80	1295
Год	1964	1964	1964	1958	1972	1963	1976	1967	1968	1961	1974	1975	1967
σ	0,32	0,00	и др.	0,77	и др.	0,55	0,45	0,55	и др.	0,32	0,00	0,32	1,84
Альбедо поверхности A_n													
Средняя	77	79	69	30	16	18	18	19	19	33	68	78	44
Максимальная	85	85	82	55	19	20	21	21	23	57	84	86	86
Год	1969	1969	1964	1966	1976	1973	1973	1973	1969	1961	1959	1968	1969
Минимальная	63	73	42	14	13	16	16	15	16	21	35	66	13
Год	1971	1955	1959	1961	1966	1963	1958	1962	1962	1957	1955	1955	1966

Таблица 5

Прямая S' и суммарная Q солнечная радиация (кВт/м²) на вертикальную поверхность ($\varphi=56^\circ$ с. ш.) *

Ориентация поверхности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Прямая солнечная радиация S'												
С	0	0	0	2,33	8,14	17,44	12,79	3,49	0	0	0	0
СВ	0	1,16	9,30	18,61	30,24	44,19	38,38	25,59	9,30	2,33	0	0
В	5,82	15,12	34,89	50,01	56,99	74,43	67,45	55,82	37,22	18,61	5,82	2,33
ЮВ	33,73	52,34	77,92	75,60	65,13	80,25	73,27	72,11	63,96	45,36	27,91	19,77
Ю	48,85	72,11	96,53	76,76	58,15	62,80	61,64	74,43	73,27	58,15	40,70	29,08
Суммарная солнечная радиация Q												
С	10,47	24,42	33,73	45,36	56,99	67,45	58,15	46,52	36,05	20,93	12,79	8,14
СВ	10,47	25,59	43,03	62,80	77,92	95,37	89,55	65,13	40,70	23,26	12,79	8,14
В	16,28	39,54	75,60	101,18	109,32	127,93	119,79	96,53	66,29	37,22	18,61	10,47
ЮВ	44,19	76,76	119,79	126,77	113,28	136,07	131,42	118,63	94,20	66,29	40,71	27,91
Ю	59,31	96,53	145,38	120,26	110,48	113,97	115,14	118,63	104,67	79,08	53,50	37,22

* По З. И. Пивоваровой.

Таблица 6

Коэффициент K для пересчета суточных сумм прямой радиации с горизонтальной поверхности на наклонную ($\varphi = 56^\circ$ с. ш.) *

Ориентация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\alpha = 5^\circ$												
С	0,53	0,75	0,85	0,92	0,96	0,98	0,97	0,94	0,89	0,80	0,66	0,50
Ю	1,36	1,25	1,16	1,07	1,03	1,02	1,02	1,05	1,11	1,19	1,35	1,53
$\alpha = 10^\circ$												
С	0,19	0,48	0,69	0,82	0,89	0,92	0,90	0,88	0,76	0,59	0,27	0,12
Ю	2,12	1,48	1,29	1,13	1,05	1,01	1,03	1,10	1,18	1,41	1,70	2,40
$\alpha = 20^\circ$												
Ю	2,75	2,05	1,52	1,25	1,14	1,06	1,08	1,18	1,38	1,22	2,35	3,40
С		0,05	0,36	0,62	0,77	0,82	0,81	0,70	0,50	0,18		
В		0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,97	0,98	0,99	0,98	0,98	0,49
З	0,54	1,00	1,00	0,94	0,94	0,93	0,92	0,94	0,94	0,98	1,06	0,54

* По З. И. Пивоваровой.

Таблица 7

Освещенность горизонтальной поверхности при действительных условиях облачности (тыс. лк). Красноярск
(по ст. Солянка на 1956—1965 гг.)

Время	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ч м												
Суммарная освещенность												
6 30				11,7	22,3	25,2	22,5	14,2	5,7			
9 30		16,3	34,0	44,4	53,9	55,7	56,6	46,5	30,8	20,4	10,2	
12 30	15,6	29,3	48,8	53,2	60,1	65,5	62,8	54,2	38,2	25,1	16,0	11,0
15 30		10,4	24,8	22,2	38,6	44,6	43,8	35,3	21,4	7,6		
18 30					8,4	12,8	11,8	5,3				
Рассеянная освещенность												
6 30				8,9	12,1	12,6	12,2	8,4	4,1			
9 30		12,1	20,6	25,4	23,8	24,0	23,3	19,9	14,7	13,7	8,2	
12 30	11,1	18,5	26,6	29,9	27,4	27,3	27,3	23,3	18,4	16,7	12,6	8,9
15 30		8,2	15,1	19,2	20,4	19,5	22,8	17,7	11,5	6,0		
18 30					6,2	8,3	7,8	4,1				

Таблица 8

Средние месячные суммы суммарной E_Q и рассеянной E_D освещенности (10^4 тыс. лк) и отношение освещенности в пригороде и в городе. 1976 г.

Освещенность	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Красноярск (Лысая гора), город												
E_{Q_r}	10	23	52	74	82	99	91	65	44	23	10	5
E_{D_r}	9	18	34	35	45	44	47	35	24	18	9	5
Солянка (пригород)												
E_{Q_n}	15	26	62	86	92	112	96	79	55	33	15	10
E_{D_n}	11	20	37	42	52	52	60	41	29	27	9	8
Отношение освещенности (%) в пригороде и в городе												
$\frac{E_{Q_n}}{E_{Q_r}}$	150	113	119	116	112	113	105	121	125	143	150	200
$\frac{E_{D_n}}{E_{D_r}}$	122	111	108	120	115	118	127	117	120	150	100	160

Таблица 9

Суммы (МДж/м²) фотосинтетически активной радиации. Красноярск (по ст. Солянка за 1954—1976 гг.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
S'	25	63	168	223	285	373	344	268	151	71	25	13
$0,47S'$	12	30	79	105	134	175	162	126	71	33	12	6
D	50	101	197	243	281	277	285	226	155	105	59	38
$0,53D$	26	54	104	129	149	147	151	120	82	56	31	20
Q_f^*	38	84	183	234	283	322	313	246	153	89	43	26

$$* Q_f = 0,47S' + 0,53D.$$

ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Таблица 10

Средняя и максимальная скорость ветра v (м/с)

Сезон	$\bar{v}$	$\pm \Delta \bar{v}_{\text{макс}}$	$\Delta v_{\text{макс}}$	$-\Delta v_{\text{макс}}$	$v_{\text{макс}}$	Расчетная $v_{\text{макс}}$
Зима	3,8	1,0	4,3	2,8	34	29
Весна	4,6	0,7	2,1	2,1	28	24
Лето	2,7	0,5	1,1	1,5	24	21
Осень	3,4	0,6	1,6	1,8	24	23
Год	3,6	0,7	1,0	1,2	34	29

Таблица 11
Средняя и наибольшая непрерывная продолжительность τ (ч) различных скоростей ветра

Скорость ветра, м/с	Зима		Весна		Лето		Осень	
	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$
≤ 2	12,6	413	7,8	222	15,8	233	12,0	150
≤ 3	17,0	490	11,7	384	38,4	345	19,6	347
≤ 4	27,3	497	22,4	415	113,7	702	51,3	639
≥ 5	3,6	30	2,7	21	1,8	13	2,4	26
≥ 8	1,9	12	1,6	8	0,6	12	1,2	15
≥ 12	0,3	4	0,1	1	0,0	0	0,1	1
≥ 16	0,1	2	0,0	0	0,0	0	0,0	0

Таблица 12
Повторяемость (%) ветра различных скоростей по направлениям

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Неза- висимо от на- правления
Январь									
0—1	3,3	4,8	3,6	0,5	0,7	8,1	12,7	7,0	47,6
2—5	1,1	3,0	1,6	0,3	1,8	0,8	11,0	2,5	25,8
6—9		0,1	0,2		0,7	10,1	4,5	0,3	15,2
10—13					0,1	6,2	2,9		8,3
14—17					0,03	1,6	0,8	0,03	2,6
18—20						0,4	0,1		0,4
21—24						0,03	0,03		0,1
Февраль									
0—1	3,2	6,2	2,8	0,5	0,5	4,7	15,2	6,3	44,9
2—5	1,4	4,0	2,2	0,4	1,6	8,7	15,9	3,3	31,9
6—9			0,4		0,5	8,1	5,2	0,4	14,7
10—13						3,9	2,7		6,3
14—17						0,8	0,8		1,8
18—20						0,2	0,1		0,4
Март									
0—1	3,4	4,7	2,6	1,4	0,8	2,9	11,7	3,9	33,9
2—5	1,3	5,5	4,2	0,5	0,8	11,9	16,6	2,7	38,4
6—9		0,3	1,1	0,1	0,1	8,2	6,4	0,4	17,5
10—13		0,03	0,1			3,3	3,5	0,1	7,3

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Неза- висимо от на- правления
14-17						0,4	0,6	0,1	2,0
18-20						0,1	0,2		0,7
21-24						0,03			0,1
25-28							0,03		0,05

Апрель

0-1	1,4	1,2	3,0	1,3	1,3	3,4	5,6	2,2	22,8
2-5	1,5	3,6	4,7	1,1	2,2	13,3	15,6	4,4	43,9
6-9	0,2	0,3	0,9	0,2	0,5	11,4	7,5	1,1	21,2
10-13	0,03	0,03	0,03		0,1	4,1	5,0	0,5	9,1
14-17					0,03	0,8	1,1	0,1	2,5
18-20						0,1	0,3		0,4
21-24									0,05

Май

0-1	1,3	2,2	2,4	0,7	1,0	2,7	6,9	2,3	22,8
2-5	2,4	4,8	4,6	1,1	3,3	13,7	16,0	4,7	45,8
6-9	0,3	0,3	0,8	0,2	1,0	7,5	7,5	2,0	20,2
10-12		0,1	0,1	0,03	0,3	2,6	5,0	0,5	8,6
14-17					0,1	0,5	0,8	0,1	2,2
18-20						0,1	0,1		0,4

Июнь

0-1	2,5	3,5	3,5	1,8	1,6	3,1	8,6	3,3	31,1
2-5	1,8	6,3	6,7	2,4	3,9	15,6	16,6	4,4	50,6
6-9	0,3	0,2	0,5	0,1	1,0	3,9	4,2	1,3	14,0
10-13	0,03				0,1	1,1	1,2	0,3	3,5
14-17					0,03		0,1	0,03	0,7
18-20									0,1

Июль

0-1	2,1	3,9	5,0	2,1	2,3	5,5	12,2	4,5	41,8
2-5	2,9	7,9	8,0	1,8	1,9	9,8	17,4	6,0	49,9
6-9	0,3	0,5	0,6	0,1	0,1	1,8	1,8	0,9	7,4
10-13		0,1	0,1			0,1	0,2	0,03	0,8
14-17							0,03	0,03	0,1

Скорость, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Неза- висимо от на- правления
Август									
0—1	2,7	4,8	5,6	1,5	2,1	4,6	11,4	5,6	43,4
2—5	2,2	6,4	6,8	1,7	2,0	12,4	17,1	5,3	47,6
6—9		0,1	0,5	0,1	0,2	2,9	2,2	0,7	7,4
10—13						0,2	0,6	0,1	1,3
14—17							0,1	0,03	0,2
18—20							0,1		0,1
Сентябрь									
0—1	2,4	4,2	5,6	2,4	1,9	5,6	10,2	3,1	40,5
2—5	1,1	3,6	4,5	1,0	3,1	15,4	16,8	4,4	44,5
6—9	0,01	0,2	0,5	0,1	0,4	6,2	3,8	0,9	12,0
10—13					0,1	1,0	1,0	0,2	2,4
14—17						0,1	0,2	0,03	0,6
Октябрь									
0—1	2,5	4,0	3,1	1,0	1,3	3,6	8,5	3,5	31,2
2—5	1,4	4,6	5,0	0,9	2,3	14,7	14,4	3,1	40,5
6—9	0,03	0,1	0,5	0,1	0,6	8,6	5,7	0,8	18,1
10—13			0,03		0,1	4,1	3,3	0,2	7,8
14—17						1,0	0,8	0,03	2,1
18—20						0,1	0,03		0,3
Ноябрь									
0—1	3,6	5,1	3,9	0,3	1,4	2,6	7,7	2,8	32,8
2—5	1,4	4,0	2,8	0,4	1,4	12,0	12,4	3,1	32,5
6—9	0,1	0,03	0,8	0,03	0,5	11,4	7,1	1,0	19,9
10—13			0,1		0,03	7,4	3,8	0,4	11,5
14—17			0,03			0,9	1,1	0,1	2,6
18—20						0,1	0,3		0,6
21—24									0,04
25—28									0,02
Декабрь									
0—1	4,8	6,4	3,6	0,8	0,6	7,0	11,5	8,2	45,4
2—5	1,4	2,6	1,8	0,3	0,6	9,8	12,0	2,8	26,7
6—9	0,03	0,1	0,3	0,1	0,2	9,6	5,3	0,7	16,4
10—13	0,03	0,1			0,3	4,1	3,0	0,2	8,4
14—17						0,7	0,6	0,1	2,5
18—20						0,1	0,3		0,6

ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

Таблица 13

Ежедневная средняя и экстремальная температура воздуха (°C)

Дата	Средняя суточная температура						Минимальная температура						Максимальная температура					
	наиболее высокая	год	$\bar{t}$	σ	наиболее низкая	год	наиболее низкая	год	$\bar{t}$	σ	наиболее высокая	год	наиболее высокая	год	$\bar{t}$	σ	наиболее низкая	год
Январь																		
1	2,1	1927	-16,6	9,4	-41,6	1917	-43,2	1917	-20,3	9,4	-2,5	1927	5,9	1927	-12,0	8,6	-36,0	1930
2	2,2	1948	-16,9	9,9	-43,7	1916	-45,5	1916	-20,7	9,8	-0,9	1948	4,8	1948	-12,5	8,6	-40,0	1930
3	-1,5	1958	-16,8	8,9	-39,5	1917	-44,6	1916	-20,9	9,5	-2,6	1958	2,2	1971	-12,3	8,9	-33,8	1938
4	-1,1	1971	-15,7	9,1	-39,0	1915	-41,3	1915	-19,9	9,3	-5,5	1972	4,9	1927	-11,8	8,5	-34,1	1931
5	-3,5	1958	-16,4	8,4	-38,6	1931	-42,5	1931	-20,4	8,8	-5,3	1958	2,5	1927	-11,7	8,4	-34,0	1931
6	-1,9	1963	-15,8	8,8	-48,0	1931	-49,5	1931	-20,5	9,2	-6,5	1963	1,4	1948	-12,1	8,4	-43,4	1931
7	1,1	1948	-15,8	9,5	-50,1	1931	-52,1	1931	-19,7	9,3	-1,6	1948	2,2	1948	-12,7	9,2	-48,2	1931
8	-1,9	1968	-15,7	9,0	-40,2	1961	-42,9	1933	-20,2	9,1	-3,4	1968	-0,8	1948	-11,7	8,5	-37,7	1961
9	-0,9	1975	-16,1	9,3	-45,3	1933	-47,9	1933	-20,5	10,2	-3,2	1975	1,5	1975	-11,9	8,2	-42,2	1933
10	0,0	1975	-16,2	8,6	-47,1	1915	-47,5	1915	-20,4	9,6	-3,2	1975	3,2	1975	-10,9	6,6	-27,7	1933
11	2,2	1975	-16,1	9,2	-45,0	1915	-49,0	1915	-20,6	9,6	1,3	1975	3,2	1975	-11,0	6,6	-30,7	1958
12	-3,4	1964	-15,7	9,0	-40,0	1915	-42,9	1915	-19,9	9,3	-5,9	1964	2,9	1975	-11,7	8,2	-35,5	1927
13	-1,6	1971	-15,4	8,6	-34,6	1927	-40,8	1915	-19,1	8,9	-4,1	1971	0,5	1971	-12,2	7,6	-32,0	1927
14	1,4	1916	-15,2	8,5	-39,8	1960	-42,5	1960	-19,5	9,0	-1,9	1916	2,2	1941	-10,7	7,7	-35,0	1960
15	2,8	1941	-15,4	9,6	-39,2	1966	-42,6	1966	-19,5	10,1	1,0	1941	4,4	1941	-10,5	8,1	-32,0	1927
16	-1,8	1941	-15,7	9,0	-40,4	1966	-43,6	1966	-20,3	9,3	-3,3	1946	2,5	1941	-10,4	7,5	-34,8	1940
17	-3,1	1961	-17,0	9,5	-40,2	1947	-43,0	1947	-20,8	9,4	-4,0	1961	-1,5	1970	-12,5	8,4	-34,8	1940
18	-1,8	1970	-17,0	10,0	-43,9	1947	-46,6	1947	-21,0	10,0	-3,4	1970	-0,8	1948, 1970	-12,8	9,5	-36,1	1960
19	-1,4	1928	-17,9	10,3	-43,7	1947	-46,3	1947	-21,8	10,0	-3,9	1928	1,6	1967	-13,1	9,8	-39,7	1960
20	2,8	1920	-18,0	10,8	-44,0	1947	-46,8	1947	-21,8	10,7	-5,1	1920	4,0	1920	-14,2	8,9	-33,3	1969

Дата	Средняя суточная температура						Минимальная температура						Максимальная температура					
	наиболее высокая	год	$\bar{t}$	σ	наиболее низкая	год	наиболее низкая	год	$\bar{t}$	σ	наиболее высокая	год	наиболее высокая	год	$\bar{t}$	σ	наиболее низкая	год
21	-0,6	1920	-18,0	10,5	-43,0	1947	-45,4	1947	-22,5	10,2	-4,7	1953	1,1	1959	-13,9	10,0	-35,7	1969
22	-4,2	1967	-18,3	9,3	-39,7	1947	-43,2	1941	-22,1	9,6	-6,7	1967	1,7	1959	-13,5	8,9	-34,4	1969
23	-2,8	1920	-17,6	8,5	-39,4	1947	-42,3	1947	-21,9	8,3	-7,3	1920	1,4	1967	-14,0	8,0	-36,1	1969
24	-3,2	1921	-16,7	8,4	-35,0	1947	-39,4	1947	-20,7	8,6	-6,0	1957	-1,6	1949	-12,3	7,4	-30,3	1943
25	-1,0	1949	-16,1	9,2	-40,5	1919	-44,1	1919	-19,8	9,1	-3,0	1949	0,4	1949	-11,6	8,4	-30,0	1940
26	-1,7	1949	-17,5	9,3	-40,6	1919	-44,6	1919	-21,2	9,0	-6,9	1949	1,5	1949	-12,9	8,4	-30,4	1928
27	-1,0	1921	-18,8	8,8	-37,9	1919	-41,2	1919	-22,5	8,7	-5,1	1921	-2,6	1960	-14,0	7,4	-31,6	1937
28	-3,8	1921, 1960	-18,7	8,8	-39,6	1920	-41,6	1920	-23,2	8,9	-5,8	1960	-0,2	1960	-14,0	7,6	-31,2	1937
29	-3,6	1960	-17,4	8,9	-37,6	1920	-40,6	1920	-21,9	8,6	-4,8	1960	0,1	1960	-13,3	8,0	-30,4	1937
30	-0,6	1923	-17,3	9,7	-36,4	1939	-40,0	1939	-21,4	9,7	-2,3	1923	1,7	1961	-13,3	8,9	-34,0	1939
31	-1,3	1918	-17,9	9,3	-39,1	1929	-42,0	1929	-21,5	9,4	-3,9	1918	0,5	1960	-14,0	9,1	-36,7	1929

Июль

1	26,4	1922	17,7	3,2	12,6	1920	6,0	1933	12,2	3,0	20,2	1922	31,2	1959	23,5	3,9	16,3	1930
2	28,2	1922	17,9	3,7	11,5	1937	5,6	1920	12,1	3,1	19,1	1922	32,7	1969	23,4	4,1	16,3	1937
3	25,2	1969	17,9	3,8	10,6	1925	4,9	1920	12,1	3,3	18,9	1922	33,2	1969	23,5	4,6	14,0	1925
4	25,9	1953	18,3	3,7	10,8	1972	5,8	1933	12,5	3,2	17,9	1957	34,1	1953	23,8	4,3	14,4	1925
5	25,9	1932	18,5	3,5	10,2	1925	5,4	1972	12,8	3,4	18,5	1914, 1952	31,7	1932	24,1	3,8	14,5	1925
6	24,8	1932	18,3	3,5	11,0	1936	4,6	1925	13,2	3,2	20,3	1921	30,8	1952	23,7	4,0	13,1	1936
7	25,7	1952	18,1	3,3	10,1	1917	6,7	1974	12,4	2,6	17,4	1952	32,0	1952	24,0	3,9	16,7	1954
8	25,1	1943	18,4	3,3	10,5	1954	6,1	1927	13,0	3,5	19,7	1948	32,7	1950	24,0	3,9	14,3	1954
9	24,4	1969	18,7	2,9	11,2	1957	4,6	1957	12,7	3,2	18,5	1952	33,0	1969	24,2	3,8	15,7	1957

Дата	Средняя суточная температура						Минимальная температура						Максимальная температура					
	наиболее высокая	год	$\bar{t}$	σ	наиболее низкая	год	наиболее низкая	год	$\bar{t}$	ρ	наиболее высокая	год	наиболее высокая	год	$\bar{t}$	σ	наиболее низкая	год
10	25,8	1975	19,0	3,2	12,8	1968	5,5	1957	13,0	2,8	19,9	1952	35,8	1975	25,0	4,1	14,5	1931
11	25,6	1974	19,1	3,3	9,3	1931	6,7	1931	13,3	2,7	18,2	1952	34,7	1974	24,7	4,4	11,4	1931
12	26,3	1974	18,9	3,3	11,6	1931	5,5	1934	13,2	2,7	18,0	1921	36,2	1974	24,8	4,3	15,9	1931
13	25,5	1935	18,9	3,1	12,1	1933	5,7	1957	13,4	2,7	19,7	1935	32,4	1974	24,8	3,8	16,3	1933
14	25,5	1923	18,8	3,1	11,5	1940	6,0	1914	13,6	2,8	19,4	1921	32,0	1924	23,9	3,9	15,3	1940
15	24,6	1968	18,4	3,3	11,3	1940	7,6	1934	13,5	2,9	19,1	1923	31,9	1968	23,3	4,1	14,1	1933
16	25,3	1921, 1945	18,6	3,3	11,6	1975	7,0	1975	13,6	3,1	19,8	1968	33,6	1945	23,6	3,8	15,6	1941
17	28,6	1921	18,7	3,4	12,2	1940	7,3	1974	13,5	3,1	20,3	1969	30,4	1926	23,7	4,0	14,8	1940
18	26,7	1921	18,5	3,2	11,6	1954	4,2	1933	12,9	3,2	19,0	1921	30,4	1958, 1968	23,8	3,6	15,6	1927
19	26,7	1922	18,7	3,0	11,8	1954	6,2	1917	13,5	3,0	16,5	1922	30,2	1922	23,7	3,4	15,1	1954
20	24,8	1953	19,1	3,2	12,0	1954	6,2	1954	13,6	2,7	21,3	1953	30,7	1943	24,3	3,6	15,3	1931
21	26,9	1922	19,5	3,2	13,1	1947	7,0	1934	13,7	2,9	18,8	1953	32,5	1924	25,1	3,5	17,7	1947
22	25,2	1929	19,2	3,0	11,4	1931	6,9	1957	13,8	2,7	20,7	1922	30,9	1953	25,2	3,7	15,9	1931
23	25,2	1953	18,7	3,1	11,8	1971	8,6	1917	13,9	2,4	19,6	1921	31,6	1953	24,0	3,8	15,7	1928
24	25,0	1964	18,9	3,3	12,8	1934	6,7	1931	13,4	2,7	18,0	1921	33,9	1964	24,0	4,2	14,9	1934
25	27,1	1964	19,1	3,1	12,0	1935	6,7	1927	13,7	3,1	20,9	1964	34,8	1964	24,1	3,8	16,9	1949
26	24,3	1964	19,0	2,5	13,1	1971	6,5	1935	13,4	2,7	19,3	1953	32,1	1964	24,5	3,3	15,0	1959
27	23,5	1917	19,3	2,6	9,4	1971	7,1	1935	13,9	2,6	19,3	1962	31,0	1923	24,9	3,1	16,6	1971
28	24,6	1926	19,0	3,0	10,1	1971	6,3	1971	14,0	2,4	18,6	1954	31,3	1926	24,5	3,7	14,9	1971
29	26,3	1926	18,8	3,2	11,6	1925	4,4	1971	13,5	2,8	19,3	1963	35,0	1926	24,4	4,2	15,3	1966
30	24,0	1948	18,8	2,8	13,4	1919	6,2	1968	13,3	3,1	18,5	1973	33,1	1962	24,6	3,5	17,6	1938
31	24,6	1942	18,7	2,8	13,3	1920	4,9	1919	13,4	3,0	19,7	1952	32,0	1942	24,7	3,7	16,0	1938

Таблица 14
Средняя месячная и годовая температура воздуха (°C)

Станция	Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Красноярск, город	1884—1892, 1894—1896, 1898—1935 гг.	—17,8	—16,3	—8,0	2,0	9,7	16,9	19,9	16,4	9,9	1,9	—8,7	—16,0	0,8
Красноярск, ж.-д. ст.	1927—1935 гг.	—17,4	—16,5	—7,8	2,0	10,1	17,1	19,9	16,4	9,9	1,5	—8,4	—16,2	0,9
Красноярск	1933, 1938—1962, 1966—1975 гг.	—18,3	—15,9	—7,9	1,7	9,1	16,4	19,4	16,2	9,6	1,6	—9,1	—16,6	0,5
Красноярск, гидропорт	1937, 1939—1941, 1943—1954 гг.	—18,0	—15,4	—7,4	1,7	9,7	17,2	20,3	17,3	10,3	2,4	—8,1	—16,2	1,2
Базанха	1936—1937 гг.	—17,9	—15,9	—7,6	2,5	8,9	16,0	—	16,0	9,3	1,6	—8,4	—16,1	—
Торгашино	1935—1937 гг.	—17,5	—15,8	—7,3	2,3	9,9	17,0	19,6	16,4	9,9	2,4	—8,3	—15,7	1,1
Красноярск, оп. поле	1914—1975 гг.	—16,8	—14,4	—7,4	1,3	8,8	15,8	18,7	15,6	9,1	1,3	—9,0	—15,8	0,6
Столбы	1927—1942, 1946—1975 гг.	—17,1	—14,6	—8,6	—0,9	6,4	13,7	16,8	13,8	7,4	—0,7	—10,6	—15,9	—0,9
Емельяново	1966—1975 гг.	—20,0	—18,4	—10,0	0,4	7,9	14,8	17,7	14,5	7,9	0,3	—11,1	—19,2	—1,3
Самая высокая температура (год)														
Красноярск	1884—1892, 1894—1896, 1898—1975 гг.	—8,6 1964	—8,0 1963	—1,8 1968	6,5 1887	14,1 1945	22,3 1888	24,0 1895	20,9 1888	15,2 1886	6,2 1932	—2,0 1899	—5,4 1898	3,1 1888
Самая низкая температура (год)														
		—30,6 1940	—27,0 1969	—13,5 1914	—3,6 1930	5,2 1926	12,4 1936	15,7 1925, 1954	12,4 1917	5,0 1968	—4,8 1913	—18,3 1952	—28,3 1949	—1,3 1947

Примечание. Средние месячные значения в таблицах по месяцам и за год и в таблицах обеспеченностей иногда несколько расходятся, что связано с рядами наблюдений неодинаковой длительности (различные объемы выборки). Это касается не только температуры воздуха, но и других элементов.

Таблица 15
Экстремальные температуры воздуха (°C)

Месяц	Минимальная температура				Максимальная температура			
	$\bar{T}_{\text{сут}}$	$\bar{T}$	T	Год	$\bar{T}_{\text{сут}}$	$\bar{T}$	T	Год
I	-22,8	-38	-55		-13,7	-2	6	
II	-20,9	-34	-44	1969	-10,5	2	10	
III	-13,2	-28	-39	1971	-2,2	9	17	
IV	-3,6	-13	-24		6,6	18	32	1972
V	2,9	-6	-17		15,9	28	35	1974
VI	10,0	3	-3	1933	23,3	32	38	
VII	13,4	7	0,3	1971	25,9	32	40	
VIII	10,7	3	-2		22,6	31	36	
IX	4,5	-4	-12		15,5	25	33	1966
X	-2,4	-14	-33		6,3	18	25	1967
XI	-13,1	-28	-47		-4,9	6	14	1966
XII	-21,5	-37	-48		-12,1	1	10	1955
Год	-4,7	-42	-55		6,0	34	40	

Примечание. Экстремальные температуры в таблице без указания года получены приведением.

Таблица 16
Средняя суточная амплитуда A температуры воздуха при различном состоянии неба и вне зависимости от состояния неба (по нижней облачности)

Месяц	Состояние неба			Вне зависимости от состояния неба	$A_{\text{макс}}$	$A_{\text{мин}}$
	ясно	полужасно	пасмурно			
I	9,7	7,8	5,5	9,4	28,0	1,1
II	11,0	8,6	5,8	10,6	25,9	1,5
III	11,6	7,9	6,0	10,9	25,8	2,0
IV	13,0	8,6	6,3	10,7	23,5	1,0
V	16,1	11,1	7,7	12,9	26,8	1,8
VI	15,7	10,9	8,6	12,9	24,9	1,7
VII	14,3	10,6	7,6	12,2	23,7	3,1
VIII	15,1	10,3	6,6	11,7	24,1	2,4
IX	14,9	8,8	5,8	10,7	25,6	2,4
X	11,8	7,6	5,7	8,8	26,0	0,7
XI	9,4	8,1	5,1	8,5	23,9	0,7
XII	9,5	8,1	6,4	9,0	28,0	1,2

Таблица 17

Повторяемость (%) суточной амплитуды температуры воздуха в различных пределах (вне зависимости от состояния неба по нижней облачности)

Амплитуда, °С	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1,0—3,9	13,7	6,7	5,2	2,3	1,3	0,2	1,1	3,2	5,8	14,3	17,8	17,9
4,0—6,9	31,3	27,5	23,1	23,4	11,9	9,6	8,8	17,3	29,4	33,5	35,2	31,1
7,0—9,9	26,6	31,6	28,2	29,3	29,0	24,8	29,0	29,5	22,8	25,2	26,0	26,2
10,0—12,9	13,3	18,9	24,4	24,7	20,0	29,1	29,7	22,6	19,1	14,8	12,5	11,0
13,0—15,9	8,0	8,4	13,4	13,4	19,1	20,9	24,3	19,1	12,7	7,8	4,3	6,5
16,0—18,9	4,7	3,5	4,3	4,8	14,7	12,1	6,6	7,1	8,0	2,8	2,3	4,3
19,0—21,9	1,6	1,4	1,3	1,8	3,2	3,0	0,5	1,1	2,2	1,4	1,6	2,3
22,0—24,9	0,2	1,4	0,1	0,3	0,7	0,3		0,1		0,2	0,3	0,6
25,0—27,9	0,5	0,5			0,1							
28,0—30,9	0,1	0,1										0,1

Таблица 18

Число дней с минимальной температурой воздуха в различных пределах

Температура, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
-54,9	-50,0	0,04											
-49,9	-45,0	0,2											0,1
-44,9	-40,0	0,9	0,1									0,1	0,8
-39,9	-35,0	2,0	0,7	0,1								0,2	2,0
-34,9	-30,0	2,9	2,4	0,4								0,8	2,7
-29,9	-25,0	3,9	4,7	1,4	.						0,02	1,7	4,1
-24,9	-20,0	5,5	5,8	2,8	0,2						0,2	3,1	5,0
-19,9	-15,0	6,8	6,2	6,0	0,6	.					0,4	5,1	5,7
-14,9	-10,0	5,6	5,3	8,3	2,5	0,02					1,6	6,1	5,7
-9,9	-5,0	2,6	2,6	7,2	6,3	0,9				0,1	5,3	7,2	3,5
-4,9	0,0	0,5	0,5	4,1	12,4	6,4	0,2		.	3,2	11,9	4,6	1,3
0,1	5,0	0,02	0,1	0,7	6,5	12,4	2,9	0,1	2,2	12,4	8,5	1,0	0,02
5,1	10,0			0,02	1,4	7,8	11,1	4,9	11,0	11,4	2,8		
10,1	15,0				0,1	3,1	13,1	17,0	14,7	2,8	0,4		
15,1	20,0					0,4	2,7	9,0	3,1	0,1			
20,1	25,0						0,1	0,1	0,04				

Примечание. Точка (•) в таблице означает, что абсолютный минимум ниже, чем минимальные температуры за рассматриваемый период.

Таблица 19

Число дней с максимальной температурой воздуха в различных пределах

Температура, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
-49,9	-45,0	0,03											
-44,9	-40,0	0,1											0,2
-39,9	-35,0	0,2	0,05									0,05	0,6
-34,9	-30,0	1,1	0,1									0,2	1,1
-29,9	-25,0	1,6	1,1	0,1								0,4	1,6
-24,9	-20,0	2,8	2,8	0,4								1,0	2,7
-19,9	-15,0	4,2	5,0	1,3							0,05	2,4	3,7
-14,9	-10,0	7,6	5,9	3,3	0,2						0,1	4,0	6,4
-9,9	-5,0	8,7	6,8	5,9	0,7						0,6	6,4	7,5
-4,9	0,0	4,2	4,5	9,5	3,2	0,2				0,05	4,0	8,0	5,3
0,1	5,0	0,5	1,7	6,8	8,4	1,8				1,1	8,8	5,5	1,8
5,1	10,0	0,1	0,3	3,1	9,2	6,4	0,3		0,3	4,8	8,6	2,0	0,2
10,1	15,0			0,5	5,8	8,2	2,6	0,3	3,2	11,0	5,9	0,1	
15,1	20,0			0,03	2,3	7,6	7,5	4,3	9,5	8,6	2,5		
20,1	25,0				0,2	4,7	11,0	14,1	11,9	3,8	0,5		
25,1	30,0					1,9	7,1	10,4	5,5	0,6			
30,1	35,0					0,2	1,5	1,8	0,6				
35,1	40,0							0,03					

Примечание. Точка (•) в таблице означает, что абсолютный максимум выше, чем максимальные температуры за рассматриваемый период.

Таблица 25

Суммы положительных средних суточных температур воздуха за периоды с температурами выше 0, 5, 10, 15 °С по декадам

Темпера- тура, °C	IV			V			VI			VII			VIII			IX			X	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
>0	1	18	64	134	226	347	487	653	841	1036	1232	1443	1622	1784	1946	2068	2164	2233	2276	2292
>5			29	99	190	312	452	618	806	1001	1197	1408	1587	1749	1911	2033	2129	2198	2209	
>10						122	262	428	616	811	1007	1218	1397	1559	1721	1843	1875			
>15							15	181	369	564	760	971	1150	1312	1358					

Таблица 26

Даты перехода температуры воздуха через 8 °С весной и осенью (начало и конец отопительного сезона) и продолжительность τ (дни) этого периода различной вероятности

Характеристика	Средняя дата	Вероятность, %							Дата	
		5	10	25	50	75	90	95	самая ранняя	самая поздняя
Дата начала	22 IX	5 IX	10 IX	15 IX	22 IX	30 IX	6 X	9 X	2 IX 1967 г. и др. 17 IV 1943 г.	19 X 1932 г. 29 V 1972 г.
Дата конца	13 V	24 IV	2 V	9 V	13 V	21 V	25 V	27 V		
Средняя продолжительность $\tau_{ср}$ $\tau_{макс}$ год $\tau_{мин}$ год	235 255 1968 198 1966	210	216	225	233	243	252	254		

Таблица 27

Число дней с температурой почвы 0 °С и более на различной глубине z (под естественным покровом)

Месяц	$z=20$ см			$z=40$ см			$z=80$ см			$z=160$ см		
	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$
X	1,4	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XI	25,6	30	13	10,8	30	0	•	17	0	0	0	0
XII	31	31	31	30,2	31	11	19,8	31	0	•	7	0
I	31	31	31	31	31	31	30,5	31	20	9,4	31	0
II	28,3	29	28	28,3	29	28	28,2	29	23	25,4	29	0
III	30,9	31	29	31	31	31	31	31	31	31,2	31	27
IV	19,9	30	4	25,6	30	10	29	30	27	30,9	30	30
V	•	8	0	3	14	0	13,3	26	0	29,1	31	12
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,2	30	0
Сумма за зиму	169,8	189	149	159,8	189	136	155,5	172	131	140,4	164	105

Таблица 28

Средние даты наступления различного состояния почвы весной и продолжительность τ периода от схода устойчивого снежного покрова до наступления мягкопластичного состояния почвы на глубине 10—12 см

Состояние почвы	Дата			Продолжительность периода, дни		
	средняя	наиболее ранняя	наиболее поздняя	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\tau_{\text{мин}}$
Мягкая	24 IV	10 IV 1948 г.	6 V 1958, 1969 гг.	28	47, 1957 г.	9, 1974 г.
Мягкопластичная	2 V	20 IV 1953, 1974 гг.	2 V 1963 г.			
Твердопластичная	7 VI	2 V 1963 г.	12 VII 1966 г.			

РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ

Таблица 29

Средние месячные и годовые характеристики влажности воздуха

Месяц	Абсолютная влажность, гПа					
	$\bar{e}$	σ	$e_{\text{макс}}$	год	$e_{\text{мин}}$	год
I	1,4	0,4	2,3	1948	0,5	1940
II	1,5	0,4	2,6	1946	0,7	1969
III	2,4	0,4	3,2	1968	1,6	1937
IV	4,0	0,6	5,0	1945	2,9	1966
V	6,3	0,8	8,4	1945	4,9	1954
VI	11,4	1,0	12,7	1943	8,8	1961
VII	15,0	1,1	17,8	1953	12,2	1974
VIII	13,2	1,0	15,2	1954	11,0	1951
IX	8,6	0,7	9,8	1966	6,8	1968
X	4,8	0,5	5,7	1967	3,3	1961
XI	2,4	0,5	3,6	1973	1,3	1952
XII	1,6	0,5	2,6	1951	0,6	1947

Месяц	Относительная влажность, %					
	$\bar{f}$	σ	$f_{\text{макс}}$	год	$f_{\text{мин}}$	год
I	72	5	79	1945	59	1967
II	71	6	80	1956	61	1948
III	65	4	74	1944	57	1968
IV	57	3	64	1960	49	1968
V	53	4	61	1949	44	1960
VI	62	3	70	1972	51	1969
VII	71	5	78	1941	60	1974
VIII	76	4	83	1941	66	1962
IX	75	4	82	1955	62	1973
X	68	4	76	1969	57	1971
XI	71	5	82	1947	58	1955
XII	72	4	81	1956	62	1957

Месяц	Дефицит влажности, гПа					
	$\bar{d}$	σ	$d_{\text{макс}}$	год	$d_{\text{мин}}$	год
I	0,6	0,3	1,5	1964	0,2	1969
II	0,8	0,3	1,6	1963	0,3	1956
III	1,5	0,4	2,5	1968	0,6	1937
IV	3,4	0,8	5,2	1972	1,9	1937
V	6,6	1,0	8,3	1962	4,9	1969
VI	8,0	1,2	11,3	1969	5,4	1937
VII	7,3	1,4	12,0	1969	4,8	1954
VIII	4,8	1,1	8,2	1974	3,4	1947
IX	3,4	0,7	6,0	1973	2,0	1955
X	2,8	0,5	4,3	1971	1,4	1974
XI	1,1	0,4	2,5	1955	0,5	1947
XII	0,7	0,3	1,5	1957	0,2	1949

Таблица 30

Средняя месячная, максимальная и минимальная относительная влажность воздуха f (%) в различные часы суток

Время, ч	$\bar{f}$	$f_{\text{макс}}$	$f_{\text{мин}}$	Время, ч	$\bar{f}$	$f_{\text{макс}}$	$f_{\text{мин}}$
Январь				Июль			
1	73	80	59	1	82	88	68
7	74	82	61	7	78	85	70
13	69	77	57	13	56	67	45
19	72	80	59	19	66	75	49
Февраль				Август			
1	74	84	60	1	85	90	73
7	76	85	61	7	84	89	76
13	65	76	53	13	61	71	50
19	70	80	56	19	75	84	58
Март				Сентябрь			
1	69	81	59	1	81	88	69
7	73	83	65	7	83	91	76
13	56	65	48	13	61	72	45
19	62	71	50	19	74	82	60
Апрель				Октябрь			
1	64	71	56	1	71	80	60
7	65	72	57	7	74	82	65
13	47	57	38	13	59	68	49
19	54	62	40	19	67	78	54
Май				Ноябрь			
1	61	70	52	1	73	83	61
7	61	70	50	7	74	85	63
13	42	52	31	13	67	78	51
19	48	58	38	19	71	82	56
Июнь				Декабрь			
1	73	80	65	1	73	80	64
7	70	81	63	7	73	83	66
13	50	57	40	13	70	79	58
19	57	66	43	19	72	80	62

Таблица 31
Число дней с разным количеством осадков

Месяц	Количество осадков, мм										Среднее квадратическое отклонение		
	следы (0,0 мм)	≥0,1	≥0,5	≥1,0	≥5,0	≥10,0	≥20,0	≥40,0	≥60,0	≥80,0	≥0,1	≥1,0	≥5,0
I	4,3	12,1	6,4	3,4	0,2						4,9	2,4	0,4
II	3,8	9,8	5,1	2,9	0,2	0,03					4,6	2,5	0,6
III	4,8	9,5	5,2	3,1	0,3	0,05					3,4	2,1	0,6
IV	3,4	10,3	7,3	5,5	1,0	0,3					3,9	2,5	1,4
V	2,6	13,5	10,9	8,6	2,5	0,8	0,1				4,2	3,2	1,4
VI	2,4	13,8	11,4	9,5	3,7	1,6	0,4	0,06	0,01		3,6	3,2	1,9
VII	2,3	13,9	11,8	10,3	4,7	2,1	0,8	0,2	0,2		3,2	2,8	2,1
VIII	2,1	15,6	12,9	10,7	4,3	1,8	0,6	0,2	0,02	0,02	3,8	3,4	2,1
IX	2,2	14,7	11,9	9,8	2,6	0,8	0,08	0,04			3,4	2,9	1,5
X	3,9	14,7	11,0	7,9	1,9	0,5					4,7	3,3	1,4
XI	4,0	15,5	10,2	7,2	0,9	0,2	0,02				4,1	3,4	1,1
XII	3,8	13,9	8,3	5,2	0,4	0,03					4,8	3,6	0,9
Год	40	157	112	84	23	8	2	0,5	0,2	0,02			

Таблица 32

Характеристики числа полусуток со значительным количеством осадков за год

Наибольшее число полусуток	Год	$\bar{x}$	σ	Наименьшее число полусуток	Год
14	1953	7,4	3,45	1	1962

Таблица 33

Характеристики числа бездождных дней ($\bar{x}$, σ) и повторяемость отклонений $P\%$ средней многолетней по градациям

Наибольшее число дней в году	Год	$\bar{x}$	σ	Наименьшее число дней в году	Год	Повторяемость отклонений, дни					
						0 ± 9	$\pm 10 \pm 19$	$\pm 20 \pm 29$	$\pm 30 \pm 39$	$\pm 40 \pm 49$	± 50
109	1940	57	21	10	1936	28	36	22	8	3	3

Таблица 34

Средняя относительная влажность воздуха (%) в 13 ч и повторяемость (%) дней с низкой относительной влажностью в 13 ч в бездождные периоды

Относительная влажность, %	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Средняя	43	34	40	41	48	51	57

Повторяемость, %

≤ 20	6	16	4	0,7	1		0,6
21—30	18	30	24	19	6	4	3

РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Таблица 35

Число дней n с туманом и дымкой

Месяц	Туман				Дымка			
	$\bar{n}$	σ	$n_{\text{макс}}$	год	$\bar{n}$	σ	$n_{\text{макс}}$	год
I	6,0	3,0	18	1940	17,6	6,3	30	1950
II	4,4	3,3	14	1953	16,1	6,3	28	1971
III	1,3	1,7	6	1972	13,8	5,4	25	1955
IV	0,3	0,5	2	1945	6,4	4,3	15	1949
V	0,4	0,7	3	1948	3,1	2,3	9	1945
VI	0,6	0,8	3	1943	4,3	3,0	11	1972
VII	1,3	1,4	5	1938	7,8	5,4	20	1955
VIII	3,9	2,4	9	1967	11,1	5,3	19	1955
IX	3,7	2,3	9	1951	9,8	4,3	20	1959
X	1,6	1,2	5	1974	8,8	5,1	19	1968
XI	2,1	2,1	7	1944	9,3	5,3	22	1953
XII	5,5	4,6	16	1969	15,3	6,7	29	1968
Год	31,8	9,2	48	1953	122,2	33,4	167	1953

Таблица 36

Число дней n с грозой и градом

Месяц	Гроза						Град			
	$\bar{n}$	σ	$n_{\text{макс}}$	год	$n_{\text{мин}}$	год	$\bar{n}$	σ	$n_{\text{макс}}$	год
IV	0,03	0,0	1	1970	0		0,03	0,0	1	1975
V	2	2,0	7	1943	0		0,2	0,5	2	1972
VI	5	2,4	11	1966	2	1957 и др.	0,4	0,7	3	1956
VII	8	3,5	19	1967	3	1949 и др.	0,3	0,5	2	1961
VIII	5	2,6	12	1971	1	1945 и др.	0,2	0,5	2	1959
IX	0,7	1,0	4	1969	0		0,2	0,5	2	1972
Год	21	6,8	43	1967	12	1940 и др.	1	1,1	5	1972

Таблица 37

Повторяемость (%) скорости ветра при максимальном за год отложении льда на проводах

Вид отложения	Скорость ветра, м/с		
	0—1	2—5	6—9
Изморозь зернистая, $d \geq 35$	34	33	33
Изморозь кристаллическая $d \geq 50$	88	4	1
$d \geq 51-86$	7		

Таблица 38

Ветровые Q и результирующие R нагрузки (г/м) при гололеде на провода воздушных линий, возможные в определенное число n лет

Характеристика	Число лет				
	2	5	10	15	20
Q при $R_{\text{макс}}$	0	2	8		
Q при $v_{\text{макс}}$	0	2	8		
R	200	210	230	230	240

Таблица 39

Максимальная масса P гололедно-изморозевых отложений (г/м) на проводе гололедного станка и ее повторяемость один раз в определенное число n лет

Масса отложений один раз в					Наблюдаемый максимум		
2 года	5 лет	10 лет	15 лет	20 лет	масса	плотность, г/см ²	год
2	3	5	6	7	6	0,05	1970

Таблица 40

Максимальные гололедные нагрузки (г/м), возможные один раз в заданное число лет, на провода воздушных линий ($d=10$ мм, $h=10$ м)

Максимальные нагрузки один раз в					$P_{\text{макс}}$
2 года	5 лет	10 лет	15 лет	20 лет	
7	12	17	22	25	22

Таблица 41

Повторяемость (%) ухудшения дальности видимости (≤ 4 км) в зависимости от атмосферных явлений

Сезон	Атмосферные явления, ухудшающие видимость					
	туман	метель	дымка	мгла	осадки	низкая облачность
Зима	16	7	38	10	28	0,1
Весна	1	7	20	9	59	3
Лето	24		36	24	11	5
Осень	23	1	30	13	31	2
Холодный период	16	7	36	10	31	0,01
Теплый период	23	0,6	32	18	23	4

Таблица 42

Число периодов n с определенной градацией дальности горизонтальной видимости D и их средняя непрерывная продолжительность $\bar{\tau}$ (ч)

Месяц	$D \leq 0,5$ км		$D \leq 1$ км		$D \leq 2$ км		$D \leq 4$ км	
	n	$\bar{\tau}$	n	$\bar{\tau}$	n	$\bar{\tau}$	n	$\bar{\tau}$
I	8	1,2	21	2,0	76	8,0	28	2,6
II	5	1,2	22	2,1	80	7,2	29	2,1
III	2	0,8	4	1,5	50	4,1	33	2,7
IV	1	0,0	2	2,6	11	3,0	13	2,4
V	1	1,1	1	1,0	4	2,6	10	2,6
VI	0,2	0,8	0,5	0,8	2	2,5	12	3,0
VII	1	0,5	0,4	0,6	3	1,8	20	2,8
VIII	3	1,5	1	1,2	12	2,5	26	3,1
IX	2	1,3	2	1,4	11	2,2	19	2,2
X	3	1,3	3	1,7	22	4,2	22	2,3
XI	3	1,2	8	1,3	32	4,4	30	2,3
XII	12	1,5	25	2,5	68	6,8	32	2,4

КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 43

Повторяемость (%) различных сочетаний температуры воздуха и направления ветра

Температура, °С		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
от	до									
Январь										
—49,9	—45,0									0,1
—44,9	—40,0									0,9
—39,9	—35,0	0,03		0,03	0,05	0,03	0,2	0,03		2,2
—34,9	—30,0	0,1	0,1	0,2	0,05	0,03	0,3	0,03	0,1	4,5
—29,9	—25,0	0,1	0,2	0,1		0,3	1,6	0,6	0,05	7,0
—24,9	—20,0	0,1	0,1	0,3	0,03	0,5	3,4	0,9	0,1	7,2
—19,9	—15,0	0,05	0,2	0,3	0,1	1,2	7,0	2,7	0,3	8,3
—14,9	—10,0	0,2	0,1	0,2	0,1	2,7	10,6	3,5	0,4	4,0
—9,9	—5,0	0,1	0,05	0,03		4,0	11,1	2,8	0,1	1,2
—4,9	—0,0				0,03	1,6	4,2	0,8		0,05
0,0	4,9				0,03	0,03	0,3	0,05		0,03
Сумма		0,7	0,7	1,2	0,4	10,4	38,7	11,4	1,0	35,5
Июль										
5,0	9,9	0,03	0,03			0,1	0,5	0,2	0,03	0,1
10,0	14,9	0,3	0,5	0,5	0,4	2,2	6,2	2,3	1,1	6,4
15,0	19,9	1,1	1,9	1,7	1,3	4,5	14,4	6,0	1,6	11,0
20,0	24,9	1,1	2,3	3,0	0,6	2,2	5,6	4,2	1,7	5,3
25,0	29,9	0,6	1,6	2,4	0,4	0,5	0,9	0,6	0,8	1,2
30,0	34,9		0,1	0,3	0,03	0,2		0,03	0,03	0,03
Сумма		3,1	6,4	7,9	2,7	9,7	27,6	13,3	5,3	24,0

Таблица 44

Повторяемость (%) сочетаний температуры воздуха и скорости ветра по градациям при различных условиях облачности в 13 ч

Температура, °C		Скорость ветра, м/с																				
от	до	0—1			2—3			4—6			7—10			11—15			16—20			>20		
		Нижняя облачность (баллы)																				
		0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10

Январь

—43,9	—42,0	0,2																				
—41,9	—40,0	0,3																				
—39,9	—38,0	0,3		0,3																		
—37,9	—36,0	0,6																				
—35,9	—34,0	0,7		0,1																		
—33,9	—32,0	0,4	0,1																			
—31,9	—30,0	2,0			0,1																	
—29,9	—28,0	2,0						0,1					0,2						0,1			
—27,9	—26,0	3,5		0,1	0,3			0,1						0,1								
—25,9	—24,0	3,4		0,1	0,2			0,5						0,1								
—23,9	—22,0	2,5		0,1	0,1		0,1	0,1						0,5			0,1					
—21,9	—20,0	3,2		0,3	0,8		0,1	0,5						0,7								
—19,9	—18,0	3,8	0,1		0,8			0,8						0,6	0,1							
—17,9	—16,0	3,2		0,2	1,6		0,3	1,5	0,5	0,2				0,2			0,5		0,1			
—15,9	—14,0	4,0	0,3	0,6	1,0	0,1	0,2	1,3	0,1	0,1	1,8	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2	
—13,9	—12,0	3,0	0,5	0,6	0,9		0,5	2,2	0,1	0,5	1,1		0,1	0,1	0,1					0,1		
—11,9	—10,0	1,6	0,1	0,2	1,4	0,2	0,2	2,1	0,5	0,7	1,2	0,1	0,1	0,1	0,5					0,1		
—9,9	—8,0	1,3	0,2	0,2	1,2	0,1	0,2	1,8		0,3	1,3	0,2	0,7	0,2	0,1		0,1				0,1	

Температура, °C		Скорость ветра, м/с																				
от	до	0—1			2—3			4—6			7—10			11—15			16—20			>20		
		Нижняя облачность (баллы)																				
		0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10
—7,9	—6,0	1,0		0,5	1,5	0,2	0,3	2,1	0,3	0,5	1,5	0,1	0,6	0,1								
—5,9	—4,0		0,2	0,1	1,1	0,2	0,6	1,9	0,2	0,5	2,0	0,5	0,3	0,1		0,1		0,1				
—3,9	—2,0	0,5	0,1		0,3			1,1	0,3	0,1	0,2	0,6	0,1	0,5		0,1	0,1					
—1,9	—0,1						0,1	0,6	0,1	0,1	0,8	0,1	0,1									
0,0	1,9				0,1		0,2	0,1			0,5											
2,0	3,9							0,1														
Сум- ма		37,5	1,6	3,4	11,4	0,9	2,7	16,9	2,1	3,0	12,6	2,0	2,2	2,2	0,2	0,3	0,9		0,1			

Июль

10,0	11,9					0,1			0,1									
12,0	13,9	0,2		0,1		0,8		0,1	0,7		0,1	0,1						
14,0	15,9		0,2	1,4	0,2	0,2	1,2	0,2	0,8	0,1								
16,0	17,9	0,1	1,0	2,0	0,3	1,9	2,1	0,8	0,3	1,3								
18,0	19,9	0,5	1,3	1,3	0,5	2,3	2,4	0,2	1,6	1,4	0,2	0,1	0,2					
20,0	21,9	0,8	2,1	1,9	1,5	3,9	2,8	1,1	2,4	0,7	0,2	0,2	0,2					
22,0	23,9	1,6	1,8	1,4	3,1	3,3	1,9	1,8	2,2	0,9	0,7	0,1	0,1					
24,0	25,9	1,6	2,4	0,9	2,8	3,5	0,8	1,3	1,1	0,7	0,1							
26,0	27,9	1,8	0,4	0,2	3,6	2,0	0,4	1,3	1,0		0,3							
28,0	29,9	1,0	1,0		2,0	0,6		1,0	0,3	0,1	0,1							
30,0	31,9	0,3	0,1		1,0	0,4			0,1									
32,0	33,9	0,1	0,1					0,3										
Сумма		8,0	10,4	9,2	15,0	18,2	12,4	7,9	9,4	6,6	1,7	0,6	0,6					

Таблица 45

Повторяемость (%) сочетаний температуры и относительной влажности воздуха. Год

Влажность, %		Температура воздуха, °C								
от	до	от -49,9 до -45,0	от -44,9 до -40,0	от -39,9 до -35,0	от -34,9 до -30,0	от -29,9 до -25,0	от -24,9 до -20,0	от -19,9 до -15,0	от -14,9 до -10,0	от -9,9 до -5,0
100	90			0,0		0,0	0,4	0,8	0,9	0,7
89	80		0,0	0,1	0,3	1,1	1,6	1,7	1,5	1,8
79	70	0,01	0,2	0,5	0,7	1,2	1,6	2,0	2,9	3,2
69	60		0,02	0,0	0,2	0,3	0,9	1,3	1,9	2,1
59	50				0,01	0,04	0,1	0,5	1,1	1,5
49	40					0,0	0,01	0,1	0,4	1,1
39	30						0,0	0,02	0,1	0,4
≤29						0,0			0,0	0,1
Повторяемость		0,01	0,2	0,6	1,2	2,6	4,6	6,4	8,3	10,9
Обеспеченность		0,01	0,2	0,8	2,0	4,6	9,2	15,6	24,4	35,3

Влажность, %		Температура воздуха, °C								Повторяе- мость, %	Обеспечен- ность, %
от	до	от -4,9 до -0,0	от 0 до 4,9	от 5,0 до 9,9	от 10,0 до 14,9	от 15,0 до 19,9	от 20,0 до 24,9	от 25,0 до 29,9	от 30,0 до 34,9		
100	90	1,0	1,5	1,6	2,1	1,2	0,03			10,2	10,2
89	80	1,8	2,0	2,2	2,8	2,2	0,3			19,4	29,6
79	70	1,6	1,8	1,8	2,4	2,4	0,7	0,02		23,0	52,6
69	60	2,0	1,8	1,5	1,7	2,0	1,1	0,1	0,0	16,9	69,5
59	50	1,8	1,8	1,4	1,4	1,5	1,3	0,4	0,0	12,9	82,4
49	40	1,5	1,5	1,2	0,9	1,0	1,1	0,5	0,03	9,3	91,7
39	30	0,8	0,9	0,9	0,8	0,6	0,7	0,5	0,1	5,8	97,5
≤29		0,1	0,3	0,4	0,6	0,5	0,3	0,2	0,03	2,5	100
Повторяемость		10,6	11,6	11,0	12,7	11,4	5,5	1,7	0,2		
Обеспеченность		45,9	57,5	68,5	81,2	92,6	98,1	99,2	100		

Таблица 46

Повторяемость (%) различных сочетаний температуры и относительной

Температура, °С		Относительная									
от	до	100—96	95—91	90—86	85—81	80—76	75—71	70—66	65—61	60—56	55—51
День											
37,9	36,0										0,04
35,9	34,0										0,3
33,9	32,0										0,8
31,9	30,0										1,6
29,9	28,0									0,2	0,9
27,9	26,0							0,2	0,2	0,4	1,1
25,9	24,0					0,04	0,2	0,5	0,8	0,9	1,5
23,9	22,0		0,04	0,04	0,2	0,1	0,4	0,7	1,4	0,9	1,1
21,9	20,0	0,04	0,2	0,1	0,3	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5
19,9	18,0	0,3	0,2	0,7	0,6	0,8	0,4	1,3	1,2	1,4	1,0
17,9	16,0	0,3	0,7	0,3	0,5	0,9	1,0	0,7	0,7	1,0	1,1
15,9	14,0	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6	1,0	0,6	0,3
13,9	12,0	0,1	0,5	0,2	0,9	0,5	0,3	0,5	0,4	0,2	0,3
11,9	10,0	0,04	0,1	0,04	0,04	0,3	0,3	0,04	0,1	0,3	0,3
9,9	8,0		0,04	0,04	0,2	0,1	0,1	0,1	0,04		0,02
7,9	6,0			0,04		0,04				0,04	
5,9	4,0										
3,9	2,0										
Повторяе- мость		1,1	2,2	1,8	3,3	4,3	3,6	5,6	6,8	6,9	8,5
Обеспечен- ность		100	98,9	96,7	94,9	91,6	87,3	83,7	78,1	71,3	64,4
Ночь											
25,9	24,0										
23,9	22,0										
21,9	20,0	0,03	0,2	0,3	0,2	0,4	0,5	0,4	0,6	0,4	0,3
19,9	18,0	0,5	0,9	1,4	1,2	0,8	0,8	0,9	0,5	0,3	0,2
17,9	16,0	2,3	3,5	3,3	2,2	1,9	1,2	1,1	0,7	0,6	0,2
15,9	14,0	3,1	4,5	3,7	2,3	2,4	1,1	1,5	0,7	0,4	0,03
13,9	12,0	1,3	4,4	3,5	2,4	1,9	1,7	1,0	0,4	0,2	
11,9	10,0	1,9	3,6	2,7	2,6	1,6	0,9	0,7	0,3	0,03	0,1
9,9	8,0	1,5	2,4	1,3	1,2	1,3	0,6	0,3	0,5	0,3	0,03
7,9	6,0	1,2	0,9	0,8	0,9	0,4	0,4	0,2	0,4	0,03	0,03
5,9	4,0	0,4	0,8	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	
3,9	2,0	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	
1,9	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,03				
-0,1	1,9						0,03	0,1			
Повторяе- мость		12,4	21,5	17,6	13,7	11,2	7,5	6,5	4,4	2,6	1,1
Обеспечен- ность		100	87,6	66,1	48,5	34,8	23,6	16,1	9,6	5,2	2,6

влажности воздуха днем (12—16 ч), ночью (23—04 ч). Июнь—август

влажность, %								Повторяе- мость, %	Обеспечен- ность, %
50—46	45—41	40—36	35—31	30—26	25—21	20—16	15—11		

					0,04			0,04	0,04
			0,04	0,04		0,1		0,2	0,2
			0,1	0,2	0,2	0,04	0,04	0,7	0,9
0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	0,7	0,1	0,2	2,9	3,8
0,5	1,2	1,3	1,1	1,4	0,6	0,3		6,9	10,7
1,0	1,7	2,3	1,9	1,1	0,7	0,4	0,04	10,7	21,4
1,5	1,9	1,8	1,7	1,6	0,7	0,04	0,04	13,3	34,7
1,9	1,0	1,8	1,2	1,2	0,2	0,2		12,4	47,1
1,7	1,7	1,4	0,9	0,9	0,3	0,1		13,6	60,7
1,3	1,0	1,2	1,0	0,7	0,04	0,04		13,2	73,9
0,7	0,9	0,4	0,4	0,5	0,1			10,2	84,1
0,3	0,3	0,5	0,1	0,1	0,2	0,04		6,6	90,7
0,3	0,3	0,5	0,1	0,1				5,2	95,9
0,2	0,4	0,3	0,04	0,04				2,5	98,4
0,1	0,1							1,0	99,4
0,1	0,04	0,04	0,04					0,3	99,7
	0,2	0,1		0,04				0,3	100
9,7	10,9	12,1	9,1	8,6	3,8	1,4	0,3		
55,9	46,2	35,3	23,2	14,1	5,5	1,7	0,3		

0,03								0,03	0,03
								0,2	0,2
0,1	0,03	0,03						3,5	3,7
0,2	0,1							7,8	11,5
0,3	0,03	0,03	0,03					17,4	28,9
0,1			0,03					20,0	48,9
0,1		0,03						17,0	65,9
0,1	0,03							14,5	80,4
0,2								9,7	90,1
								5,3	95,4
								2,5	97,9
								1,5	99,4
								0,5	99,9
								0,1	100
1,1	0,2	0,1	0,1						
1,5	0,4	0,2	0,1						

Номер пункта	Название станции, поста	Высота, м	Характеристика местоположения
11	Школа глухонемых	355	Склон долины р. Енисей, в 1 км от реки; западная окраина города
12	Остров Отдыха	135	Пойменная терраса р. Енисей; северо-западная часть острова
13	ст. Енисей	150	Правый берег Енисея; юго-западная часть города; с юга на расстоянии 100—200 м проходит железнодорожное полотно
14	пос. Базанха	150	Долина р. Базанха, правый берег; юго-западная окраина города
15	ДОСААФ	158	Торгашинская терраса р. Енисей. Юг города, открытое ровное поле
16	Цементный завод	158	Торгашинская терраса Енисея, в 2400 м от реки; южная окраина города
17	Лысая гора	246	Плоский холм северного отрога Восточного Саяна, 2—3 км юго-восточнее Красноярска; холм занят под индивидуальные сады с дачными домиками; высота садовой растительности 2—3 м
18	Лыжная база	305	Отроги Восточного Саяна; северный возвышенный склон; окружение — лес
19	«Столбы»	536	Куйсумские горы; территория заповедника «Столбы»; метеоплощадка расположена на крутом юго-восточном склоне холма, со всех сторон окружена смешанным лесом высотой 15—20 м; в 20 м к юго-западу и в 50 м к западо-северо-западу произрастают отдельные деревья.

Примечание. В пунктах мезоклиматического изучения (см. рис. 36) наблюдения проводились за период 1975—1977 гг. На острове Отдыха проводились восьмисрочные наблюдения, на Лысой горе — четырехсрочные, по всем остальным пунктам — трехсрочные (3, 9, 15, время — московское).

Таблица 49

Средняя месячная и годовая температура воздуха до (1-я строка) и после (2-я строка) создания водохранилища

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Сухобузимское	-18,8 -20,6	-17,6 -21,6	-10,8 -10,4	-0,5 2,0	8,6 8,0	15,8 15,5	18,4 18,6	15,2 14,5	8,6 7,8	-0,2 -0,4	-10,8 -10,9	-17,9 -19,4	-0,3 -1,4
Канск	-18,7 -20,5	-17,4 -21,2	-10,2 -10,4	-0,3 2,0	8,7 8,1	15,9 15,8	18,8 18,6	15,7 14,8	9,0 7,8	0,0 -0,5	-10,8 -11,0	-17,7 -19,3	-0,6 -1,3
Кача	-16,2 -17,8	-15,6 -18,4	-10,4 -9,9	-2,6 -0,2	6,4 5,9	13,2 13,1	15,9 16,1	13,2 12,6	7,4 6,3	-1,3 -1,4	-11,1 -10,3	-16,0 -16,1	-1,4 -1,7
Кемчуг	-15,2 -16,8	-13,7 -17,0	-8,2 -8,1	-1,2 1,4	7,9 7,4	14,6 14,6	17,3 17,5	14,7 14,0	9,3 7,6	0,1 0,1	-9,7 -9,1	-15,1 -15,6	0,1 -0,3
Красноярск, оп. поле	-14,9 -16,7	-13,7 -17,1	-7,5 -7,5	0,2 2,5	9,2 8,4	16,0 15,6	18,5 18,6	15,6 14,8	9,6 8,3	0,8 0,5	-9,0 -8,6	-14,8 -15,5	0,8 0,3
Красноярск	-15,5 -17,3	-13,4 -18,2	-7,7 -7,8	1,7 2,7	9,4 8,6	16,3 15,9	18,6 18,9	15,7 15,0	10,5 8,4	1,0 0,6	-9,4 -8,7	-16,5 -15,9	0,9 0,2
Столбы	-15,4 -16,7	-14,0 -16,8	-8,5 -8,6	-1,6 0,4	6,9 6,5	13,9 14,0	16,6 17,1	14,0 13,3	8,1 6,6	-1,1 -1,0	-11,0 -9,5	-15,2 -14,7	-0,6 -0,8
Балахта	-19,7 -20,4	-17,5 -20,5	-11,9 -10,4	-1,0 1,8	6,5 7,9	15,1 15,2	17,4 17,9	15,0 14,4	8,6 7,8	0,0 0,2	-10,8 -9,9	-17,8 -18,7	-1,2 -1,2
Светлолобово	-18,2 -19,8	-16,1 -19,8	-10,4 -9,9	-0,2 1,6	8,9 8,4	15,4 15,6	17,6 17,9	15,1 14,6	9,2 8,2	0,3 0,8	-10,1 -9,2	-14,8 -19,0	-0,4 -0,9

Таблица 50

Изменение средней месячной температуры воздуха после создания водохранилища (разности с данными ст. Красноярск, оп. поле)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Сухобузмское	-0,1	-0,8	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,5	0,1	-0,7	-1,0	-0,1
Кача	0,1	0,6	0,4	0,1	0,4	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4	0,3
Кемчуг	0,1	0,2	0,1	0,2	0,4	0,4	0,1	-0,1	-0,4	0,2	0,2	0,0	0,1
Красноярск	0,1	-0,5	-0,1	-0,2	-0,1	-0,4	-0,3	-0,5	-0,3	-0,3	-0,2	0,1	-0,2
Красноярск, город — Пединститут	1,3	2,7	1,3	0,3	0,0	-0,2	-0,3	0,0	0,8	1,3	1,0	2,0	0,8
Красноярск, ж.-д. ст.— Пединститут	1,3	2,8	1,3	0,4	0,2	0,1	0,2	0,1	1,1	1,5	0,9	1,9	1,0
Гидропорт — Остров Отдыха	3,0	2,8	1,4	0,4	-0,7	-2,2	-2,2	-1,3	-0,3	0,4	0,9	2,3	0,4
Столбы	0,5	0,5	-0,2	-0,2	0,6	0,5	0,5	0,1	-0,2	0,3	0,1	0,8	0,3
Дивногорская ГМО	2,1	1,2	0,5	-0,6	-0,6	-0,9	-0,5	-0,4	0,3	0,5	0,9	2,7	0,4
Балахта	—	0,4	1,4	0,0	-0,3	0,4	0,4	0,0	0,5	0,5	0,4	-0,5	0,4
Светлолобово	0,4	-0,6	0,8	0,2	0,5	0,5	0,4	0,1	0,1	0,2	0,2	-0,9	0,1

Таблица 51

Изменение средней месячной температуры воздуха после создания водохранилища (разности с данными ст. Канск)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Сухобузимское	-0,1	-0,3	0,5	0,2	0,0	0,0	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
Кача	0,1	1,2	0,8	0,2	0,2	0,1	0,6	0,3	0,1	0,4	1,4	1,5	0,6
Кемчуг	0,0	0,6	0,4	0,3	0,0	0,0	0,4	0,1	-0,6	0,2	0,9	1,0	0,3
Красноярск, оп. поле	0,0	0,4	0,3	0,0	-0,2	-0,3	0,4	0,1	-0,1	0,2	0,7	1,1	0,2
Красноярск	0,5	0,0	0,1	-0,1	-0,5	-0,4	0,0	-0,5	-0,2	0,2	0,8	1,3	0,1
Красноярск, город — Пединститут	3,0	3,6	2,3	0,8	0,3	0,3	0,9	0,4	0,8	0,8	1,4	3,3	1,5
Красноярск, ж.-д. ст.— Пединститут	3,1	3,5	2,3	0,9	0,4	0,6	1,4	0,7	0,9	1,2	1,6	3,8	1,7
Гидропорт — Остров Отдыха	3,7	3,7	2,0	-0,2	-0,8	-1,4	-1,5	-1,0	-0,2	0,8	1,4	3,8	0,9
Столбы	0,5	0,9	0,1	-0,2	0,4	0,2	0,8	0,1	-0,3	0,7	0,7	2,0	0,5
Дивногорская ГМО	2,1	1,6	0,8	-0,3	-0,8	-1,2	0,1	-0,4	0,3	1,1	1,8	4,2	0,8
Балахта	1,1	0,7	1,8	0,1	0,0	0,2	0,8	0,4	0,3	0,8	1,1	0,6	0,7
Светлолобово	0,4	-0,1	0,6	0,1	0,1	0,1	0,6	0,3	0,0	0,5	1,0	-0,5	0,3

Таблица 52

Средняя месячная и годовая температура воздуха в различных районах города за период 1974—1977 гг.

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Емельяново	—14,9	—19,9	—8,9	1,0	7,5	15,4	18,1	13,2	8,4	—2,4	—12,2	—19,8	—1,2
Коркино	—19,6	—17,7	—6,0	2,1	8,6	16,8	19,0	14,9	9,7	0,1	—4,4	—14,6	0,7
Красноярск, оп. поле	—16,3	—15,9	—6,7	1,9	8,3	16,5	18,5	14,2	9,2	—0,2	—7,5	—15,1	0,6
Красноярск	—17,3	—17,1	—6,8	2,0	8,6	16,5	19,1	14,4	9,4	—0,9	—9,8	—17,0	0,1
Космос	—16,7	—16,2	—6,0	3,0	9,5	17,8	19,7	15,5	10,2	0,7	—6,8	—14,9	1,3
Пединститут	—15,6	—14,4	—5,2	3,1	9,5	17,7	19,9	15,5	10,9	1,6	—5,8	—13,6	2,0
ул. Фрунзе, 33	—15,4	—15,2	—6,0	3,8	9,1	17,3	19,3	15,0	9,9	0,6	—6,5	—14,1	1,5
Школа глухонемых	—18,0	—15,3	—6,4	1,7	8,3	16,4	18,5	14,2	9,3	0,2	—6,7	—13,7	0,7
Остров Отдыха	—14,7	—14,3	—5,3	2,4	8,5	15,8	18,1	14,7	10,2	1,3	—5,7	—13,7	1,4
Енисей	—14,6	—14,3	—5,3	2,7	9,2	17,2	19,5	15,2	10,1	0,9	—5,9	—13,6	1,8
Лысяя гора	—15,8	—15,5	—6,3	2,2	8,8	17,0	18,8	14,6	9,5	0,3	—7,8	—14,9	0,9
Лыжная база	—19,0	—17,2	—8,0	3,0	8,2	17,0	17,7	14,5	8,6	—1,1	—7,1	—14,4	0,2
Столбы	—15,4	—15,5	—8,1	—0,2	6,2	14,8	17,0	12,8	7,9	—1,8	—7,0	—14,0	—0,3
Дивногорская ГМО	—13,5	—16,9	—7,6	0,6	7,2	14,9	18,1	13,4	8,9	—0,8	—8,8	—15,6	0,0

Таблица 53

Средняя суточная амплитуда колебаний температуры воздуха в различных районах города (1975—1977 гг.)

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Коркино	8,3	9,5	9,3	11,0	12,2	14,0	13,8	11,0	12,1	8,1	7,2	7,2	10,3
Красноярск, оп. поле	7,8	9,9	9,6	10,5	12,2	13,0	12,5	10,2	11,0	8,6	7,2	7,8	10,0
Красноярск	10,8	11,9	11,0	12,3	13,1	14,5	9,6	11,6	11,8	10,6	9,0	9,6	11,3
Космос	8,8	12,0	11,4	12,4	13,3	14,5	14,1	11,7	12,5	9,3	8,4	9,0	11,4
Пединститут	7,5	10,0	10,4	11,6	12,7	14,1	13,0	10,6	9,6	8,6	7,6	7,8	10,3
ул. Фрунзе, 33	7,5	9,4	9,8	10,6	11,9	13,1	12,9	10,2	10,7	8,1	7,0	7,2	9,9
Школа глухонемых	6,8	9,1	9,3	11,0	12,6	13,4	12,8	10,6	10,8	8,3	6,6	7,2	9,9
Остров Отдыха	6,9	9,3	9,5	11,1	12,5	15,0	12,9	10,7	10,7	8,2	6,7	7,0	10,0
Енисей	7,9	10,2	10,5	12,4	13,7	14,4	13,9	12,1	11,9	8,7	7,7	7,7	10,9
Лысая гора	7,3	9,2	9,3	10,8	11,8	13,3	12,4	10,5	11,1	8,5	7,0	7,6	9,9
Лыжная база	4,0	7,8	8,0	9,7	10,7	11,0	10,1	7,8	9,4	7,0	6,0	7,2	8,2

Таблица 54

Абсолютный максимум температуры воздуха до (1-я строка) и после (2-я строка) создания водохранилища

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Сухобузимское	1 3	5 4	11 10	21 24	32 32	34 37	37 37	33 34	33 27	24 25	11 11	5 4	37 37
Канск	2 4	7 3	12 9	24 30	31 34	33 36	35 35	36 32	31 29	23 24	12 10	7 4	36 36
Красноярск, оп. поле	4 3	8 5	14 13	21 31	32 33	32 35	35 36	33 33	31 30	22 24	13 10	7 4	35 36
Красноярск	2 3	7 6	14 13	22 32	32 31	32 35	33 34	33 32	28 28	23 25	7 12	8 5	33 35
Столбы	2 1	4 2	13 11	17 29	30 31	29 32	32 35	30 32	29 26	20 22	9 7	4 2	32 35
Балахта	2 4	3 2	10 11	20 24	31 34	33 34	34 35	33 34	32 28	23 23	12 9	5 4	34 35
Светлолобово	1 3	5 2	13 12	22 31	31 34	33 36	34 37	33 34	32 32	22 22	13 13	7 3	34 37

Таблица 55

Абсолютный минимум температуры воздуха до (1-я строка) и после (2-я строка) создания водохранилища

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Сухобузинское	-51 -49	-48 -50	-44 -45	-30 -24	-11 -9	-6 -6	2 1	-3 -1	-9 -8	-26 -32	-37 -43	-53 -47	-53 -50
Капск	-48 -46	-43 -48	-40 -45	-30 -19	-9 -9	-3 -5	2 2	0 -1	-8 -8	-26 -32	-36 -41	-49 -44	-49 -48
Кача	-48 -45	-45 -47	-42 -46	-31 -23	-15 -18	-5 -6	-1 0	-6 -3	-10 -14	-30 -33	-38 -39	-47 -46	-48 -47
Кемчуг	-46 -44	-43 -44	-40 -37	-30 -25	-13 -16	4 -4	6 2	4 -2	-6 -10	-25 -28	-35 -39	-48 -46	-48 -46
Красноярск, оп. поле	-44 -42	-40 -40	-35 -34	-26 -20	-11 -8	-1 -2	5 4	2 1	-8 -6	-23 -25	-32 -37	-44 -44	-44 -44
Красноярск	-44 -43	-41 -44	-35 -39	-18 -19	-10 -12	0 -3	6 0	2 -1	-4 -7	-22 -27	-33 -36	-39 -44	-44 -44
Столбы	-44 -41	-37 -41	-31 -32	-29 -24	-13 -12	-2 -3	4 3	2 1	-6 -9	-25 -26	-34 -38	-41 -43	-44 -45
Балахта	-49 -47	-45 -45	-43 -38	-35 -31	-11 -11	-3 -4	2 1	0 1	-8 -7	-26 -28	-38 -40	-50 -46	-50 -47
Светлолобово	-46 -45	-41 -44	-40 -41	-30 -25	-11 -10	-2 -2	4 1	-1 0	-8 -7	-26 -25	-37 -34	-48 -46	-48 -46

Таблица 56

Абсолютный минимум температуры воздуха в различных районах города за период 1974—1977 гг.

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Емельяново	—48	—50	—34	—21	—7	—3	3	—2	—8	—32	—36	—45	—50
Коркино	—36	—39	—	—15	—4	2	6	0	—9	—24	—	—38	—39
Красноярск, оп. поле	—39	—41	—26	—17	—6	1	6	1	—10	—25	—28	—41	—41
Красноярск	—40	—43	—29	—15	—5	0	4	0	—7	—27	—31	—41	—43
Космос	—40	—41	—27	—15	—4	2	7	2	—10	—26	—29	—41	—41
Пединститут	—38	—40	—24	—16	—5	3	7	2	—	—22	—27	—39	—40
ул. Фрунзе, 33	—37	—39	—24	—16	—5	2	7	3	—7	—23	—26	—39	—39
Школа глухонемых	—37	—37	—24	—17	—5	0	5	2	—8	—23	—26	—38	—38
Остров Отдыха	—34	—37	—23	—15	—5	2	8	4	—6	—21	—24	—36	—37
Енисей	—36	—36	—23	—16	—4	2	6	2	—6	—22	—23	—39	—39
Лысая гора	—37	—37	—24	—16	—5	2	7	1	—8	—24	—28	—38	—38
Лыжная база	—	—37	—23	—	—	—	—	—	—7	—23	—25	—40	—40
Столбы	—36	—36	—26	—20	—6	—1	7	2	—6	—26	—24	—34	—36
Дивногорская ГМО	—40	—41	—26	—20	—4	0	5	3	—3	—24	—24	—40	—41

ВОЗДУШНЫЙ БАССЕЙН ГОРОДА

Таблица 57

Повторяемость (%) суровости погоды по условной температуре атмосферного воздуха за три самых холодных месяца зимы 1968-69 г.

Суровость погоды	XII				I				II				За три самых холодных месяца			
	Срок наблюдений, ч															
	1	7	13	19	1	7	13	19	1	7	13	19	1	7	13	19
Крайне суровая (ниже —45 °С)	13				18	8			25	19	13	7	18	9	4	2
Очень суровая (от —30 до —45 °С)	31	62	61	50	64	54	62	69	38	62	67	87	44	59	63	69
Суровая (от —16 до —29 °С)	50	38	31	38	18	38	38	31	37	19	20	6	35	32	30	25
Умеренно суровая (от —6 до —15 °С)	6		8	12									2		3	4

ВЕТЕР В СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЕ

Таблица 58

Средняя скорость ветра (м/с) на разных высотах в нижнем километровом слое атмосферы

Высота, м	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Амплитуда
Флюгер	3,0	2,7	3,4	3,9	3,9	3,0	2,2	2,2	2,8	3,6	4,2	3,8	3,2	2,0
100	5,5	5,3	5,2	5,5	5,2	4,6	3,8	3,9	4,7	5,2	6,1	6,1	5,1	2,3
200	6,2	6,1	6,0	6,2	6,0	5,2	4,4	4,6	5,7	6,2	7,2	7,2	5,9	2,8
500	8,4	8,2	8,0	7,7	7,4	6,4	5,4	5,8	7,5	8,4	9,6	10,1	7,7	4,7

Таблица 59

Средняя скорость ветра (м/с) по направлениям на разных высотах в нижнем километровом слое атмосферы. Емельяново

Высота, м	Средняя скорость	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь									
100	3,7	0,4	0,8	3,4	3,0	4,0	7,3	7,3	3,3
200	4,5	0,8	1,8	4,2	4,6	4,8	7,8	7,9	4,2
500	6,0	0,8	1,0	4,4	7,0	6,8	12,0	10,5	5,8
900	7,5	2,5	2,0	6,8	6,3	6,8	13,9	13,8	7,8
Февраль									
100	3,6	1,4	1,3	1,8	3,2	3,7	6,4	7,5	3,1
200	4,6	1,7	3,0	3,4	4,0	4,6	7,5	8,0	4,6
500	6,2	1,9	1,7	4,7	6,6	5,8	10,8	10,2	7,6
900	6,9	5,3	2,8	4,4	4,8	6,0	10,8	13,0	8,3

Высота, м	Средняя скорость	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Март									
100	4,1	1,7	2,2	3,6	4,1	3,3	6,4	7,1	4,6
200	5,0	3,7	2,9	4,4	4,7	4,0	7,6	8,0	5,1
500	6,4	3,9	3,2	5,8	7,2	5,2	9,3	10,0	6,4
900	6,7	4,0	2,4	4,8	7,8	5,9	9,5	11,4	7,8
Апрель									
100	5,2	3,8	3,0	5,0	4,3	5,4	7,0	7,9	5,1
200	6,1	5,3	3,6	4,8	5,3	5,7	8,5	9,0	6,5
500	7,0	6,0	4,3	5,4	6,3	6,4	9,9	10,8	7,1
900	7,0	5,4	3,6	4,8	5,2	6,2	10,3	12,0	8,3
Май									
100	5,0	3,0	3,2	3,9	4,0	5,0	7,7	7,7	5,6
200	6,1	4,4	4,3	5,2	5,0	6,0	8,7	8,7	6,8
500	7,4	5,6	6,2	4,9	6,5	7,9	10,9	9,6	7,3
900	7,6	6,4	4,2	5,0	6,0	7,4	11,8	11,4	8,4
Июнь									
100	4,4	2,9	3,4	3,9	3,8	4,2	5,6	6,4	5,0
200	5,3	4,6	3,8	4,5	4,8	4,8	6,6	7,1	6,0
500	6,4	5,2	4,7	5,6	6,5	5,5	7,9	8,8	6,6
900	6,5	5,4	4,7	6,2	6,1	5,6	8,1	9,3	6,8
Июль									
100	3,8	2,8	3,6	3,7	3,4	3,3	3,9	5,0	4,3
200	4,4	4,2	3,7	4,3	3,9	3,1	4,8	5,8	5,3
500	5,4	4,9	5,2	5,2	5,2	4,5	5,7	6,5	6,3
900	5,6	5,4	5,1	6,0	5,8	4,0	5,7	6,9	5,6
Август									
100	4,1	2,5	3,2	4,4	3,2	4,0	5,3	5,6	4,7
200	4,8	3,6	3,4	4,4	4,6	4,2	6,3	6,7	5,2
500	5,8	3,7	4,4	5,5	5,8	4,7	7,8	8,2	6,6
900	6,2	5,0	4,1	6,2	5,6	5,0	7,6	9,3	7,0
Сентябрь									
100	4,4	4,4	2,5	3,4	3,7	4,4	6,1	5,7	4,8
200	5,0	3,1	4,0	4,2	4,4	4,5	7,0	7,0	5,6
500	6,4	3,5	5,0	5,7	5,4	5,5	9,1	9,7	7,1
900	6,7	4,9	4,7	5,1	5,4	6,1	9,1	11,0	7,2
Октябрь									
100	4,7	2,0	3,6	3,8	3,9	4,4	7,8	7,4	4,5
200	5,5	2,5	4,1	4,6	4,9	5,1	8,9	8,3	5,7
500	6,9	4,7	3,8	5,6	6,6	7,1	10,3	10,7	6,6
900	7,5	4,5	2,4	6,1	6,2	6,7	12,2	13,1	8,8

Высота, м	Средняя скорость	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
-----------	---------------------	---	----	---	----	---	----	---	----

Ноябрь

100	4,7	1,5	1,8	3,7	4,7	4,5	7,6	8,8	5,0
200	5,4	1,9	2,9	4,3	5,3	5,7	8,6	9,5	5,1
500	6,8	2,4	1,9	4,4	6,8	7,9	12,3	11,9	7,2
900	7,8	4,7	2,6	4,0	6,2	7,5	13,1	15,3	9,0

Декабрь

100	3,5	0,6	1,6	2,7	2,8	3,4	5,8	7,2	4,0
200	4,4	1,6	1,5	3,6	4,2	4,2	6,8	8,5	5,0
500	6,3	3,0	2,2	4,6	6,7	5,8	10,6	10,9	6,5
900	7,2	5,4	3,3	5,2	6,5	5,1	10,1	12,6	9,5

Год

100	4,2	2,2	2,5	3,6	3,7	4,1	6,4	7,0	4,5
200	5,1	3,1	3,2	4,3	4,6	4,7	7,4	7,9	5,4
500	6,4	3,8	3,6	5,2	6,4	6,1	9,7	9,8	6,8
900	6,9	4,9	3,5	5,4	6,0	6,0	10,2	11,6	7,9

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ВВЕДЕНИЕ	4
1.1. Краткая история развития города и метеорологических наблюдений	—
1.2. Физико-географические особенности Красноярска	10
2. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ	13
2.1. Солнечное сияние	—
2.2. Радиационный баланс и его составляющие	17
2.3. Приход радиации на вертикальные поверхности	24
2.4. Естественная освещенность	25
3. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ	27
3.1. Некоторые характерные типы погоды	33
3.2. Атмосферное давление	37
3.3. Ветер	38
4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ	45
4.1. Температура воздуха	—
4.2. Температура почвы	53
5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ	57
5.1. Влажность воздуха	—
5.2. Атмосферные осадки	60
5.3. Снежный покров	70
6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ	74
6.1. Облачность	—
6.2. Атмосферные явления	82
7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ	96
7.1. Зима	—
7.2. Весна	98
7.3. Лето	101
7.4. Осень	105

8. КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	107
9. ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОГО КЛИМАТА	112
9.1. Мезо- и микроклиматические особенности города и его окрестностей	—
9.2. Микроклиматические особенности различных типов застройки	124
9.3. Агрометеорологическая оценка условий произрастания естественной и культурной растительности в городской и пригородной зонах Красноярска	131
9.4. Влияние р. Енисей и Красноярского водохранилища на климат города	134
10. ВОЗДУШНЫЙ БАССЕЙН ГОРОДА	144
10.1. Загрязненность воздуха в городе	—
10.2. Биоклиматическая характеристика города	153
11. ОБ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И СУММ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ	160
11.1. Изменения сезонной и годовой температуры воздуха	—
11.2. Изменения сезонных и годовых сумм осадков	163
12. ВЕТЕР В СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЕ	167
12.1. Режим скоростей ветра в пограничном слое	—
12.2. Вертикальные профили сильных ветров в нижнем километровом слое атмосферы	168
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	175
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	176
ПРИЛОЖЕНИЕ	179
ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ	—

КЛИМАТ КРАСНОЯРСКА

Редактор З. Н. Пильникова. Техн. редактор Е. А. Маркова. Корректор Л. Б. Емельянова

Н/К

Сдано в набор 19.02.82. Подписано в печать 06.10.82. М-33127. Формат 60×90¹/₁₆. Бум. тип. № 1. Лит. гарн. Печать высокая. Печ. л. 14,5. Кр.-отт. 14,75. Уч.-изд. л. 15,9. Тираж 1000 экз.

Индекс ПРЛ-34. Заказ № 184. Цена 1 руб.

Гидрометеонздат. 199053, Ленинград, 2-я линия, д. 23.

Ленинградская типография № 8 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 190000, г. Ленинград, Прачечный переулок, 6.