

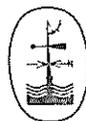
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

ЯКУТСКОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ
УПРАВЛЕНИЕ ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

ЯКУТСКАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

КЛИМАТ Якутска

Под редакцией
канд. геогр. наук Ц. А. ШВЕР, С. А. ИЗЮМЕНКО



Ленинград Гидрометеониздат
1982

551.582
УДК 551.582.1 (571.56-21)

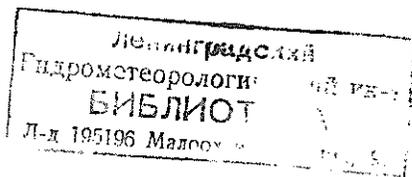
к 43

В книге всесторонне освещены основные черты климата Якутска, рассмотрены физико-географические условия города, изложена краткая история метеорологических наблюдений.

Приведены сведения о закономерностях циркуляции атмосферы, определяющих резко континентальный климат центральных районов Якутии. Представлены как общие климатические характеристики по сезонам, так и подробные сведения по основным элементам климата, дана санитарно-гигиеническая оценка климата и микроклимата города. В приложении помещен справочный материал по климату города.

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

319032



К 1903040000-086
069(02)-82 8-81(1)

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

ПРЕДИСЛОВИЕ

С научно-техническим прогрессом связан непрерывный процесс урбанизации. Развитие старых и строительство новых городов осуществляется в огромных масштабах. При разработке генеральных планов реконструкции и застройки городов, а также при эксплуатации городского хозяйства привлекаются научные данные, в том числе и климатические. Изучение климата города, получение количественных характеристик климата имеет большое практическое значение и представляет сложную научную задачу.

Современный город выступает в жизни общества, с одной стороны, как чрезвычайно многоплановый социальный организм, а с другой — как сложный экономико-географический, архитектурный, инженерный и культурный комплекс, находящийся в зависимости от природных условий.

В «Справочнике по климату СССР» [78] город описывается едиными характеристиками, которые представляют собой климатический фон и в этом смысле чрезвычайно важны. В предлагаемой книге «Климат Якутска» основное внимание уделяется рассмотрению именно таких общих характеристик, полученных по материалам большого ряда метеорологических наблюдений. Однако Якутск хотя и небольшой город, но в климатическом плане не совсем однородный. Климатические различия в городе даются на основе мезо- и микроклиматических наблюдений, проводившихся, хотя и эпизодически, в последние годы.

Климат города влияет на здоровье его населения, поэтому в книге приведены биоклиматические и санитарно-гигиенические оценки климата и микроклимата.

Книга состоит из двух частей: текста и таблиц приложения, существенно дополняющих и уточняющих текст, имеющих также и самостоятельное значение.

В таблицах, где данные приводятся по срокам, время указывается местное среднесолнечное.

Средние значения элементов, приведенные в таблицах годового хода, и средние, которые можно вычислить из таблиц повторяемости или суточного хода, могут расходиться из-за различия в используемом периоде наблюдений. Во всех таких случаях надо отдать предпочтение приведенным средним.

Книга подготовлена в отделе климата Якутской гидрометеорологической обсерватории. В ее составлении принимали участие:

С. А. Изюменко (параграфы 1.2, 6.2 (Туманы) 6.5, главы 4, 5, 7, 8, 12), З. И. Мещерякова (параграфы 2.3, 6.2, 6.6, 6.7, глава 3), Л. И. Сазонова (параграфы 2.1, 2.2, 6.1, 6.3, 6.4, 6.8, глава 11), Н. Р. Мяркьянов (параграф 1.3), В. К. Бекетов, С. А. Изюменко (параграф 1.1), В. М. Пивкин (глава 10), Л. Г. Басова, Г. Г. Чумак и Л. Ф. Черненко (глава 9). Технические работы выполнялись М. Д. Васильевой, И. В. Дорофеевой, Т. П. Орловой, Г. Н. Чернухой и А. Ю. Шин. Обследование зимних туманов в районе Якутска с борта самолета было проведено В. А. Кравцовой.

Большую помощь в проведении микроклиматических съемок оказали студенты Якутского государственного университета и сотрудники отделов Якутской ГМО.

Монография подготовлена с учетом рекомендаций Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова.

Общее руководство при составлении книги осуществлял С. А. Изюменко.

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

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Физико-географические условия местоположения города

Рассматриваемый район находится в глубине материка, в громадной Лено-Вилуйской депрессии, закрытой для свободного доступа воздушных масс с востока и юга горными системами, с запада Среднесибирским плоскогорьем, а с севера открытой для арктических масс воздуха. В этой связи смягчающего влияния Мирового океана почти не наблюдается, что накладывает свой отпечаток на климат, который является резко континентальным.

Якутск и его пригороды расположены на левом берегу среднего течения р. Лены в широкой долине, называемой Великая Туймаада.

В районе города р. Лена, имеющая направление с юга на север, образует обширную долину с поймой. Ширина реки (вместе с протоками) составляет 5—7 км. В весеннее половодье значительная часть поймы, как правило, затопляется, при этом образуется водная поверхность шириной около 10 км.

Долина представляет собой плоскую террасированную равнину, расчлененную р. Леной и ее притоками, старицами, протоками и озерами. Склоны долины удалены друг от друга на 17—20 км. Склон левобережной части долины, превышающий дно на 80—100 м и переходящий в слабохолмистое плато, простирается с юга на север примерно в 3—4 км западнее Якутска. Сплошную линию склона долины нарушают глубоко врезаемые долины временных водотоков или небольших речек: Шестаковки, Хорогора, Мархинки и др. Правый склон долины сравнительно невысокий, превышающий дно на 30—40 м, проходит в 12—14 км восточнее города.

В левобережной части долины выделяется три террасы: пойменная и две надпойменных. Пойменная терраса вдоль р. Лены имеет высоту до 10 м над меженным уровнем воды и регулярно затопляется паводковыми водами. Эта терраса расчленена протоками и старицами. Первая надпойменная терраса, на которой расположена большая часть города, имеет ширину 2,0—2,5 км. Ширина второй надпойменной террасы 3—5 км. Превышение второй надпойменной террасы над первой составляет 2—5 м, крутизна склонов 30—45°.

По геологическому строению территория города и его окрестностей представляет собой древний прогиб Сибирской платформы, который заполнен морскими отложениями мезозойского возраста, конгломератами, песчаниками, покрытыми сверху более поздними

отложениями, главным образом послетретичного периода (песком, лёссовидными суглинками и другими осадочными породами).

На надпойменных террасах в районе Якутска развиты черноземно-луговые и лугово-черноземные почвы, в пойме и на островах р. Лены — дерново-луговые аллювиальные почвы, характерные и для отдельных участков первой надпойменной террасы. В большинстве своем почвы засолены.

Распределение растительности тесно увязано с типом почв и рельефом. На островах и в пониженных частях поймы растут тальники, в ложбинах по иловатым отложениям поселяется полевой хвощ. С удалением от берега формируются разнотравно-злаковые луга. Кроме луговой растительности, на пойменной и частично надпойменных террасах распространены разнообразные кустарники и древесные породы: боярышник даурский, шиповник иглистый, ольховник кустарниковый и др.

К западу и юго-западу от города окружающая местность занята древесными лесонасаждениями: березовыми рощами, сосновыми и лиственничными борами, перемежающимися с полянами суходольных лугов. Этот район является зоной летнего отдыха. К северу и югу от города расположены поля и суходольные луговые участки (в основном занимаемые сельскохозяйственными угодьями).

Якутск был основан в 1632 г. как острог отрядом енисейских казаков под руководством Петра Бекетова. Через десять лет город был перенесен выше по р. Лене на левый берег, на его современное место. Через год после основания Якутского острога его население уже насчитывало двести человек, считая казаков, промысленных и торговых людей. В 1681 г. в Якутске проживало всего 642 чел., в 1823 г. — 4204 чел., в 1901 г. — 6 тыс. чел., в 1939 г. — почти 53 тыс. чел., в 1950 г. — свыше 57 тыс. чел., а по переписи 1979 г. в Якутске проживало уже 155 тыс. жителей. В 1939 г. Якутск занимал площадь 11,2 тыс. га, в 1970 г. — 16 тыс. га и в 1978 — 17,5 тыс. га (рис. 1). На территории города имеется множество озер, соединенных каналами, общая площадь зеркала воды составляет около 115 га.

Планировочная структура города радиально-кольцевая. Частая сетка улиц образует значительное количество небольших по площади кварталов (от 2 до 8 га). Проезжая часть улиц в основном приподнята, характер застройки ровный. Это преимущественно одно- и двухэтажные деревянные строения. Капитальная застройка каменными зданиями (4—6 и 9 этажей) составляет около 35 % селитебной части города. Кварталы двухэтажной деревянной застройки сосредоточены в основном в северо-восточной и северо-западной частях города, характер их застройки периметральный. Районы массовой жилой застройки осваиваются по принципу микроайонирования.

Городские улицы и дороги на 80 % имеют твердое покрытие (асфальт) и выполнены главным образом в насыпи. В то же время дороги, построенные в полный профиль (проезжая часть, обочина,

лоток, газон, тротуар), составляют лишь 10—12 % их общего числа. Практически на большинстве улиц и дорог территория между застройкой и границей проезжей части представляет собой открытый грунт. При узкой проезжей асфальтированной части дороги (6—9 м) это пространство является источником загрязнения проезжей части дороги и образования пыли.

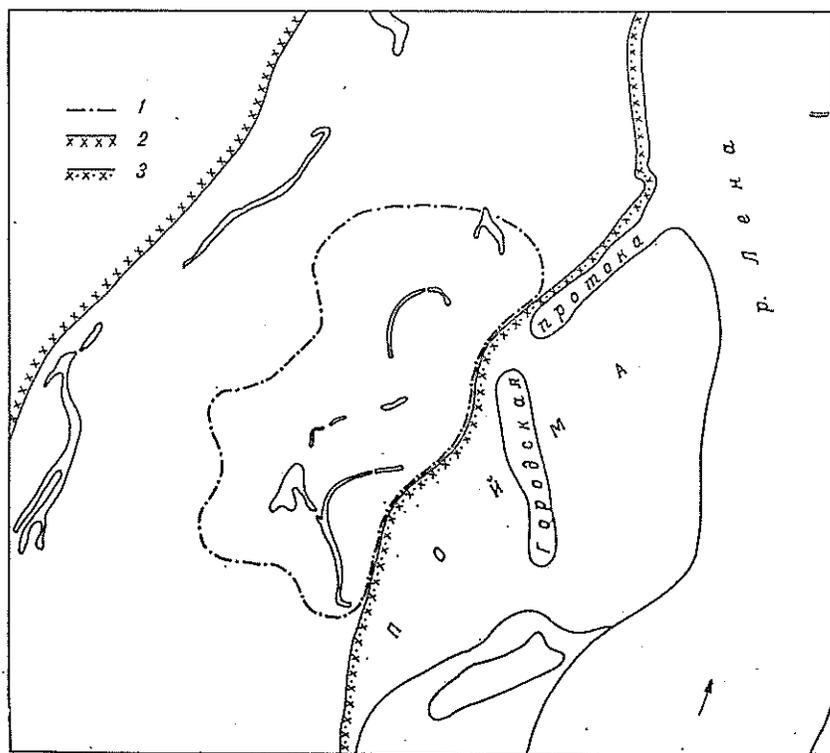


Рис. 1. Схематическая карта территории Якутска.

1 — городская черта, 2 — склон долины р. Лены, 3 — уступ первой надпойменной террасы к пойме.

В силу плоского рельефа города, отсутствия уклонов и водоразделов значительная его площадь заболочена и обводнена стоячими водами.

Промышленные предприятия города носят местный характер, занимаемая ими площадь незначительна (около 46 га).

По генеральному плану застройка города будет осуществляться за счет реконструкции одно- и двухэтажного жилого фонда в центральной части города и нового строительства в пойме р. Лены на вновь образованной гидронамывом площади (около 800 га).

1.2. Краткая история развития метеорологических наблюдений

Первые метеорологические наблюдения в Якутске относятся к сентябрю 1736 г. По июль 1737 г. их проводил профессор И. Гмелин, который является пионером в изучении метеорологического режима в Якутске. К сожалению, результаты этих наблюдений не сохранились. С июня 1768 г. по август 1769 г. наблюдения велись геодезистом Исленьевым. Выводы из этих наблюдений были опубликованы Академией наук.

Далее следует остановиться на крупном явлении в истории развития метеорологических наблюдений в Якутске, которое имело определенное значение и для развития всей метеорологии в России. Имеются в виду наблюдения якутского купца А. Д. Неверова. В совершенно не изученном в климатическом отношении крае он в течение более трех десятилетий, вплоть до февраля 1854 г., проводил наблюдения над температурой воздуха, тщательно все записывая, причем с апреля 1829 г. наблюдения стал проводить в определенные сроки (7, 12 и 22 ч). Впоследствии академик А. Ф. Миддендорф напишет о Неверове: «Он воздвиг себе вечный памятник в истории науки, сам того не подозревая» [43].

В 1828 г. комиссионер Российско-американской компании Ф. Шергин по своей инициативе и на свои средства начал строить в Якутске уникальную шахту глубиной 117 м. Строительство шахты продолжалось девять лет. Эту шахту он использовал для наблюдений над температурой почвы на разных глубинах. Именно Ф. Шергин положил начало изучению многолетней мерзлоты в Якутске. С октября 1834 г. по октябрь 1838 г. он также проводил наблюдения и над температурой воздуха.

Большой вклад в изучение севера Сибири, в том числе и в изучение метеорологического режима Якутска, внес Миддендорф. Он прибыл в Якутск в феврале 1844 г., где по заданию Академии наук в течение семи недель проводил наблюдения в упомянутой шахте Шергина, а также метеорологические наблюдения. Другая серия наблюдений над температурой воздуха, проводившихся параллельно с наблюдениями Неверова, принадлежит инспектору местного училища Д. Давыдову, продолжившему с октября 1844 г. по июнь 1846 г. наблюдения Миддендорфа. Перерыв в наблюдениях в Якутске после 1854 г. продолжался недолго.

Дальнейшее развитие метеорологических наблюдений связано с именем начальника Вилюйской экспедиции Восточно-Сибирского отдела Русского географического общества Р. Маака. Он организовал метеорологические наблюдения в ряде пунктов, в том числе и в Якутске, где по его просьбе наблюдения с мая 1854 г. по февраль 1855 г. проводил врач Гольман. Возобновление метеорологических наблюдений в Якутске также связано с именем Р. Маака, по инициативе которого эти наблюдения, начатые в конце января 1862 г., велись по октябрь 1867 г. В январе 1870 г.

в Якутске были вновь организованы метеорологические наблюдения, которые продолжались по декабрь 1873 г. С января 1888 г. наблюдения ведутся без перерыва до настоящего времени. С 1888 по 1956 г. они проводились по программе станции II разряда, а с 1956 г. — по программе станции I разряда (рис. 2).

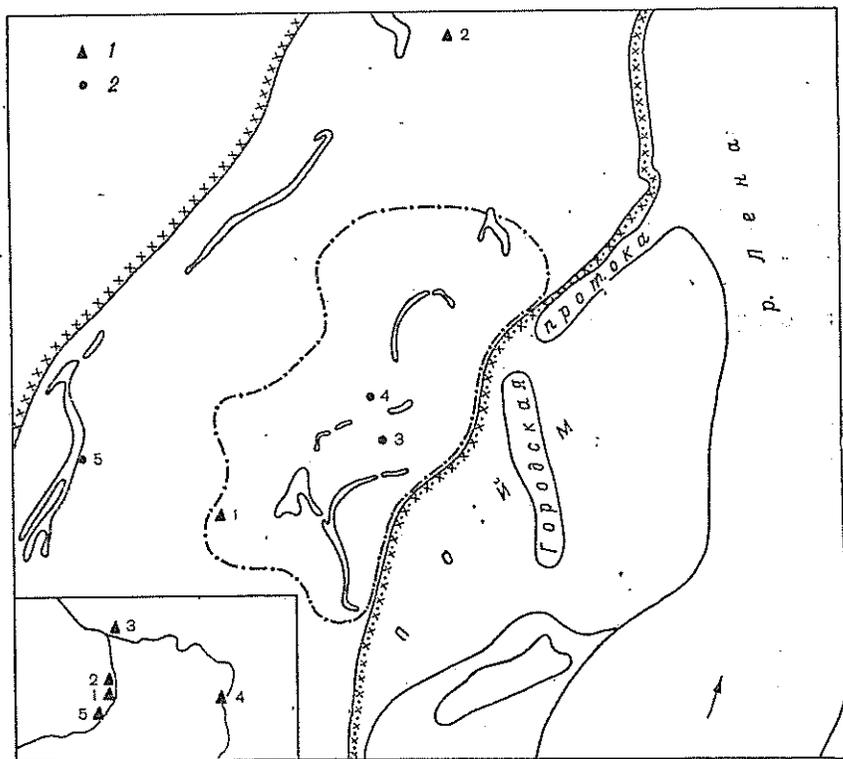


Рис. 2. Схема расположения метеостанций (1) и временных пунктов наблюдений (2).

1 — Якутск, ГМО, 2 — Якутск, аэропорт, 3 — Якутск, телемачта, 4 — Дворец пионеров, 5 — Ботанический сад.
На врезке: 1 — Якутск, ГМО, 2 — Маган, 3 — Батамай, 4 — Охотский Перевоз, 5 — Покровск.

Следует отметить, что перед Великой Октябрьской социалистической революцией в Якутии на некоторых метеорологических станциях наблюдения вели политические ссыльные. Так, на метеорологической станции Якутск с сентября 1913 г. по июнь 1915 г. наблюдателем работал Емельян Михайлович Ярославский (настоящая фамилия и имя Губельман Миней Израилевич).

Наблюдения над температурой воздуха с мая 1829 г. по февраль 1854 г. проводились по спиртовому термометру на высоте

1 м. Термометр находился в узком, грубо сколоченном ящике, стоявшем вертикально со множеством дыр. Одна сторона служила дверкой, сверху ящик был защищен крышкой. Погрешности термометра неизвестны. С 1854 по 1855 г., с 1862 и по 1867 г. и с 1870 по 1873 г. сведения о термометрах и их установке отсутствуют.

С января 1888 г. термометр находился в термометрической клетке, которая помещалась в небольшой по размеру будке (глубина и ширина 1,1 м, высота 1,4 м). Воздух не имел свободного доступа внутрь будки, так как ее северная и южная стороны были закрыты густыми деревянными решетками. Кроме того, будка стояла на плоской крыше сарая, отчего свободный приток воздуха снизу был затруднен. Этот воздух, нагретый крышею, мог влиять на показания термометров. С июня 1888 г. наблюдения проводились в новой будке Вильда, установленной в южной части двора у дощатого забора, искажающего показания термометра. Южная стенка будки двойная, но промежуток между стенками был прочно забран снизу и сверху досками. Лишь в августе 1896 г. этот недостаток был устранен и термометры установлены на высоте 3,3 м над поверхностью земли. В январе—феврале 1901 г. термометры находились под навесом сарая, в марте они были перенесены во вновь выстроенную будку. С июня 1911 г. наблюдения проводятся в английской будке.

Наблюдения над атмосферным давлением ведутся непрерывно с 1888 г.

Наблюдения над ветром проводились сначала визуально (с 1829 по 1873 г.), а затем инструментально (с 1888 г.). Однако сведения о приборе до 1911 г. отсутствуют.

Начало аэрологических наблюдений относится к 1925 г. С этого времени начали проводить ветровое зондирование атмосферы (с помощью шаро-пилотов), а с 1937 г.— температурно-ветровое зондирование (с помощью радиозондов). С 1934 по 1961 г. нижние слои атмосферы исследовались методом самолетного зондирования.

С апреля 1931 г. проводятся актинометрические наблюдения.

До 1888 г. местоположение метеорологической станции неизвестно. С 1888 по 1901 г. она находилась в северо-западной части города. Затем была перенесена (сведения об этом местоположении станции отсутствуют). С ноября 1909 г. по май 1911 г. станция размещалась на территории приходского училища в южной части города. С июня по октябрь 1911 г. метеоплощадка находилась на территории обширного двора Ольгинского приюта. Затем станция была перенесена в северо-восточную часть города, ее метеоплощадка занимала часть двора краеведческого музея, обнесенного оградой высотой 3 м. С июля 1915 г. по сентябрь 1930 г. станция находилась в юго-западной малонаселенной части города и метеоплощадка располагалась на открытом месте. В октябре 1930 г. станция была перенесена на расстояние примерно 3 км от прежнего местоположения. В конце 50-х годов в результате ин-

тенсивного строительства города в юго-западном направлении станция оказалась на его окраине. Поэтому в ноябре 1964 г. она вновь была перенесена, теперь в северо-западном направлении примерно на 600 м от прежнего местоположения.

Метеорологические наблюдения проводились не только в Якутске, но и в его пригородах, а именно: в пос. Марха (Мархинское), в 13—14 км к северу от Якутска, и в аэропорту, примерно в 12 км к северу от города.

1.3. Водные объекты и их режим в районе Якутска

В Якутске и его пригородах насчитывается несколько десятков озер. Наиболее крупные из них: Сайсары (площадь 0,6 км², глубина до 5 м), расположенное в городе, и озера Белое (площадь 0,8 км², глубина до 7 м) и Атласское, находящиеся в пригороде.

Котловины озер в основном имеют плоское дно и слабовыраженные склоны. Берега озер зарастают камышом и осокой. Наполнение озер водой происходит за счет таяния снега и частично за счет летне-осенних дождей. В многоводные годы эти озера пополняются также водами водотоков Шестаковки, Хорогора, Мархинки и др.

В гидрологическом режиме озер четко прослеживается весенний подъем уровня. Он начинается обычно со второй декады мая и наступает на 10—15 суток позже, чем половодье на реках района.

В течение летне-осеннего периода происходит медленное понижение их уровня. Годовая амплитуда колебания по данным наблюдений на оз. Сайсары не превышает 20—25 см. Низшие уровни воды в озерах наблюдаются в августе—сентябре.

Появление первых ледяных образований, установление ледостава на озерах происходит в первой половине октября, а полное оттаивание льда — в конце мая — начале июня. Наибольшей толщины (60—100 см) лед на озерах достигает в марте.

В ближайших пригородах Якутска в радиусе 15—20 км имеется три реки: Шестаковка, Хорогор и Мархинка длиной от 12 км (Хорогор) до 36 км (Мархинка). Гидрологический режим этих рек отличается своей маловодностью и неустойчивостью. Так, на р. Хорогор сток воды наблюдается только в период снеготаяния и значительных дождей. Речка Мархинка имеет сток всего в течение двух—пяти месяцев, а в остальное время года она находится в пересохшем состоянии. Более многоводной является р. Шестаковка, в которой сток наблюдается в период с мая по октябрь. В особо засушливые годы р. Шестаковка также пересыхает. Так, в 1956 г. сток отсутствовал в течение 25 дней.

Половодье на реках района начинается, как правило, в конце апреля—первых числах мая, продолжается в среднем 30—40 суток и заканчивается в конце мая — первой декаде июня. В отдельные годы, особенно когда в период снеготаяния выпадают

сильные дожди, половодье на р. Шестаковке может длиться 50 суток.

В летне-осенний период прохождение дождевых паводков на малых реках наблюдается от одного до восьми раз: на р. Шестаковке — от 6 до 32 суток и на р. Мархинке — от 2 до 18 суток. Наибольшие расходы дождевых паводков, как правило, существенно меньше расходов половодья. Но в отдельные годы на р. Шестаковке максимальный годовой расход формируется и проходит в период дождевых паводков.

В настоящее время сток малых рек района весь используется для сельскохозяйственных нужд.

Восточнее Якутска с юга на север протекает полноводная и могучая река Лена — одна из величайших рек не только Советского Союза, но и земного шара. Она берет начало на северо-западном склоне Байкальского хребта и, принимая множество притоков, несет свои воды через всю Восточную Сибирь до моря Лаптевых. У Якутска она течет по обширной долине — Великой Туймааде, которая простирается от Табагинского до Кангалаского мыса (на 70—75 км).

Река Лена имеет заметные сезонные различия: весной становится бурной и полноводной, разливаясь на многие километры, летом в ее русле появляются многочисленные мели и острова; она течет то величаво и спокойно, то покрывается пенистыми гребнями волн. В холодный период на семь-восемь месяцев река прячется под толстым слоем льда и снега.

С появлением на льду воды начинается разрушение льда на р. Лене, затем образуются закраины и промоины. Одновременно происходит и уменьшение плотности ледяного покрова. Обычно в районе Якутска начало разрушения льда приходится на середину мая. Самое раннее разрушение льда наблюдалось 1 мая 1975 г., а самое позднее — 28 мая 1946 г. (см. табл. 1 приложения).

Вскрытие Лены в районе города (между Табагой и Кангаласцами) происходит за одни-два суток. Ледоход на рассматриваемом участке проходит при достаточно высоких уровнях воды (от 3 до 9 м). Следует отметить, что вскрытие Лены за последние семь лет осуществляется при довольно невысоких (по сравнению с зимним меженным) уровнях — от 3 до 5 м.

Ото льда Лена очищается в среднем в конце мая, через семь—девять суток после начала ледохода. В 1943 г. Лена очистилась ото льда у Якутска уже 10 мая, а в 1946 г. только 6 июня. В зависимости от степени суровости зимы и характера весны ледоход на Лене продолжается от трех (1943 г.) до 16 суток (1950 г.).

Период наивысших уровней воды в реке совпадает в основном с периодом ледохода. Нередко наивысшие уровни воды связаны с заторообразованием. Отмечаются они в большинстве случаев спустя 1—3 суток после начала ледохода, и только в 1958, 1974, 1975 гг. они наблюдались лишь на восьмые—десятые сутки.

Одной из характеристик годового хода уровня является интенсивность его изменения. В районе Якутска она достигает 2—3 м за сутки. Интенсивность спада половодья, как правило, в 1,6—1,8 раза меньше интенсивности его подъема.

За период наблюдений (1928—1975 гг.) в районе Якутска максимальные уровни воды р. Лены изменялись от 913 см (24 мая 1958 г.) до 418 см (27 мая 1965 г.) (рис. 3).

Одной из характерных особенностей вскрытия большинства сибирских рек, в том числе р. Лены, является образование заторов, которые охватывают очень большие участки (до 100 км) и наблюдаются длительное время (до 10 суток — Покровский затор 1967 г.). На р. Лене от с. Табага до пос. Кангалассцы (на протяжении 70 км) насчитывается семь очагов заторообразования.

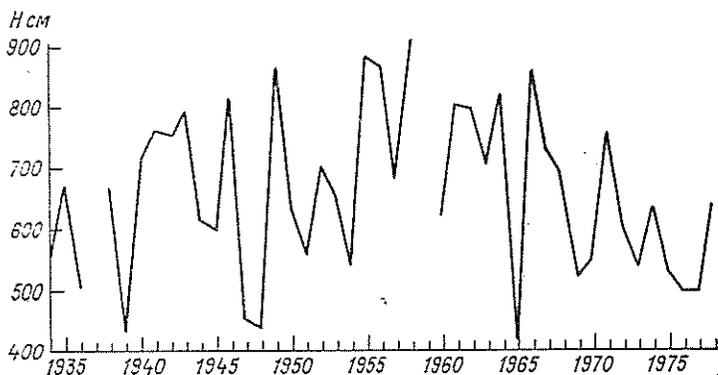


Рис. 3. Наивысшие уровни воды р. Лены у Якутска (1932—1978 гг.)

Анализ наводнений в районе Якутска показал, что степень затопления города зависит не только от интенсивности заторообразования, но и от местоположения затора по отношению к городу.

За истекшие 170 лет Якутск подвергался затоплению в период половодья более 10 раз. Наводнения были в 1807, 1809, 1830, 1848, 1894, 1902, 1904, 1907, 1913, 1917, 1924, 1933 гг. Особенно сильными были наводнения весной 1848 г. (25 мая уровень воды поднялся над зимним более чем на 13 м) и 1933 г. Затопление города в 1848 г. происходило интенсивно и сопровождалось сильным ветром, вследствие чего на улицы города были вынесены огромные массы льда. В городе остались незатопленными лишь некоторые наиболее возвышенные места, а отдельные дома оказались в воде до крыш. В 1958 и 1966 г., хотя уровень воды на Лене был соизмерим с уровнем воды 1933 г., город не был сильно затоплен, так как за последние годы в связи с реализацией генерального плана застройки города проводятся большие работы по защите города от наводнений. В табл. 2 приложения приводятся критические значения уровней воды над нулем графика водпоста, продолжительность его стояния и частота их появления.

Наивысшие уровни воды на Лене в районе Якутска в среднем наблюдаются 25 мая. Самая ранняя дата наступления наивысших уровней была отмечена 8 мая 1943 г. и самая поздняя — 21 июня 1935 г.

Половодье на Лене, как правило, заканчивается в среднем во второй декаде июля. В течение лета на реке проходит от двух до пяти дождевых паводков с общим подъемом уровня воды по сравнению с предпаводковым на один—пять метров. Продолжительность паводков от восьми до 40 суток.

Река Лена свободна ото льда в течение 125—155 суток. В отдельные годы из-за низких уровней воды на Лене в районе Якутска могут быть в течение 60—70 суток нарушены условия нормального судоходства.

Ледообразование на Лене, как правило, проходит в условиях низкой водности. Первый лед на реке появляется в виде заберегов или сала и шуги в середине октября, т. е. в среднем многолетнем на 11-е сутки после устойчивого перехода температуры воздуха через 0°С. На вторые сутки после появления первых ледяных образований начинается на реке осенний ледоход (шугоход), который продолжается в среднем 16—18 суток. Самое раннее появление льда на реке отмечено 1 октября 1955 г., а самое позднее — 23—26 октября 1947, 1951 гг.

Ледостав на Лене в районе Якутска устанавливается в среднем 1 ноября. Самая ранняя дата отмечена 16 октября 1957 г., а самая поздняя — 14 ноября 1947 г. (см. табл. 1 приложения).

2. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Над Якутией циркуляция атмосферы носит резко выраженный сезонный характер, что проявляется в изменениях свойств воздушных масс, смене знака разности давления и температуры воздуха между воздушными массами над континентом и океаном и изменении траектории и повторяемости циклонов и антициклонов (табл. 1, рис. 4).

Вопросами определения границ естественных синоптических сезонов занимались многие авторы. Результаты, полученные некоторыми из них, приведены в табл. 2. Естественные синоптические сезоны определены как периоды со сходными между собой (75 % и более) естественными синоптическими периодами.

По классификации климатов Б. П. Алисова, составленной с учетом условий общей циркуляции атмосферы, Якутск находится в континентальной лесной области умеренной зоны. Континентальность климата обусловлена тем, что в район Якутска почти не доходят воздушные массы ни с Атлантического океана из-за удаленности от него и защищенности горными массивами, хотя и преобладает общий западный перенос, ни с Тихого океана также из-за защищенности горными массивами с востока и северо-востока. Наиболее открыт этот район для доступа арктического воздуха, но он достигает центральных районов Якутии сильно трансформированным и иссушенным. В результате преобладающими воздушными массами в основные сезоны в Якутске являются континентальный воздух умеренных широт и арктический воздух (табл. 3).

Начиная с сентября континентальный воздух умеренных широт (полярный воздух) формируется над территорией Якутии в области отрога азиатского антициклона. От центра антициклона в октябре на Якутию вытягивается гребень высокого давления, ориентированный с юго-запада на северо-восток. Здесь он усиливается и часто обособляется в самостоятельное ядро. Разрушение антициклона среди зимы — явление редкое. Воздушная масса, формирующаяся в нем, отличается чрезвычайно низкими температурами и малым влагосодержанием. В течение почти двух зимних месяцев абсолютная влажность не превышает $0,2 \text{ г/м}^3$, относительная влажность находится в пределах 70—75 %. Наличие антициклона обуславливает ясную морозную со слабым ветром погоду.

Циклоны, возникающие или регенерирующие на арктическом и полярном фронтах, оказывают влияние на погоду в Якутске

Таблица 1

Среднее годовое число случаев и повторяемость (%) различных барических образований. 1967—1971 гг.

с Западной Сибири к устью Лены	Циклон							Антициклон					Малоградентные поля	Суммарная повторяемость		Всего
	с запада	с северо-запада	с юго-запада	выявление циклоны	ложбины северных циклонов	восточный процесс	южный процесс	отрог азиатского антициклона на северо-восток	с северо-запада или севера	отрог с северо-востока	отрог антициклона с Охотского моря	с запада		циклонов	антициклонов	
								Зима								
1,0 1	8,6 5	8,0 5	0,4 0	1,2 1	2,2 1	10,0 6	1,0 1	20,2 13	2,8 1	6,8 4	0,2 0	1,0 1	2,0 1	32,4 21	31,0 19	
								Весна								
1,4 1	6,6 4	1,6 1	2,0 1	0 0	0,6 0	0,4 1	3,2 2	3,2 2	1,2 1	0,4 0	1,2 1	1,0 0	5,0 3	16,2 10	7,0 4	
								Лето								
1,8 1	6,6 4	1,2 1	1,6 2	0 0	0,6 1	1,2 1	5,4 3	0,6 0	3,2 2	0,6 1	2,2 1	1,4 1	10,6 7	19,4 12	8,0 5	
								Осень								
1,2 1	6,0 4	2,4 1	0,8 1	0 0	1,4 1	2,0 1	2,8 2	5,0 3	1,2 1	0,8 1	0,4 0	1,4 1	2,0 1	16,6 10	8,8 6	
								Год								
5,8 4	27,8 17	13,2 8	5,8 4	1,2 1	4,8 3	13,6 9	12,4 8	29,0 18	8,4 5	8,6 6	4,0 2	4,8 3	19,6 12	84,6 53	54,8 35	159,0 100

Примечание. Первая строка—число случаев, вторая строка — повторяемость барических образований в % от общего числа случаев за год.

лишь своими ложбинами. В основном их траектории направлены вдоль побережья северных морей (моря Лаптевых, Восточно-Сибирского моря) или же со среднего течения Оби и Енисея на устье

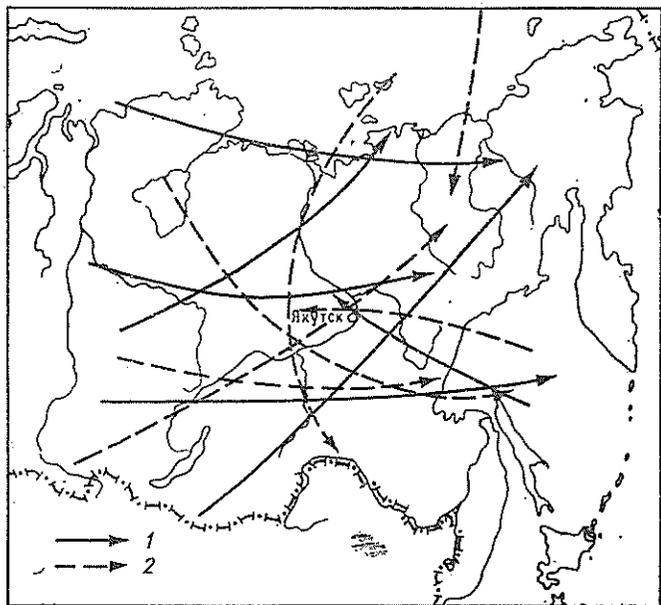


Рис. 4. Траектории барических образований над Восточной Азией.

1 — циклоны, 2 — антициклоны.

Лены. Если же арктический фронт опускается до 60 параллели, то центральных районов Якутии достигают западные циклоны. Их влияние проявляется чаще всего в повышении температуры воздуха и выпадении незначительного количества осадков.

Таблица 2

Средние многолетние даты начала естественных синоптических сезонов для Восточной Сибири и Дальнего Востока

Естественный синоптический сезон	Дата начала естественного синоптического сезона по данным различных авторов		
	С. Т. Пагава	Н. И. Сергеев	Н. М. Захарова
Первая половина зимы	6 декабря	27 ноября	28 ноября
Вторая половина зимы	29 января	28 января	30 января
Весна	1 апреля	28 марта	29 марта
Лето	1 июня	30 мая	27 мая
Осень	6 августа	12 августа	4 августа
Предзимье	9 октября	10 октября	5 октября

Таблица 3

Число дней с воздушными массами различного происхождения и их повторяемость (%). 1968—1972 гг.

Сезон	Характеристика	Среднеазиатский (туранский) (зимой полярный) воздух	Воздух умеренных широт		Арктический воздух	Всего
			континентальный	морской		
Зима (XI—III)	Число дней	3	403	62	179	647
	Повторяемость, %	0,4	62,3	9,6	27,7	100
Лето (VI—VIII)	Число дней	32	324	18	85	459
	Повторяемость, %	7,0	70,6	3,9	18,5	100

В зимний период повышение температуры также бывает обусловлено так называемым восточным процессом, под которым подразумевается вынос более теплого воздуха с Охотского моря в се-

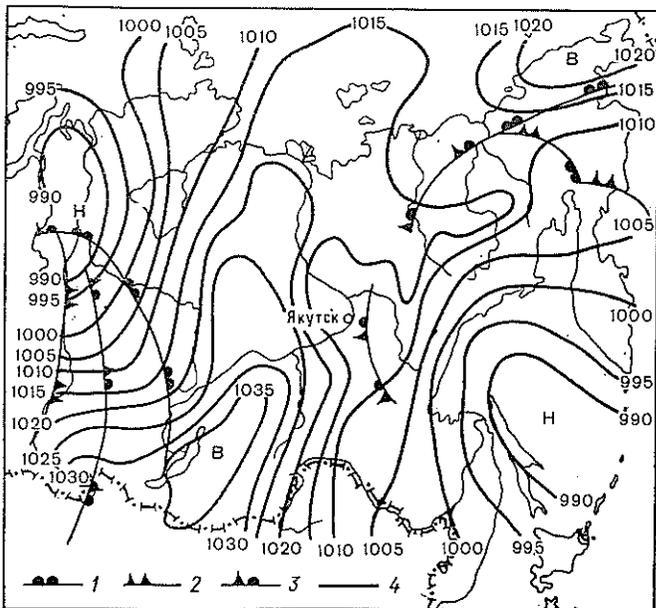


Рис. 5. Карта погоды за 3 декабря 1970 г. при восточном процессе.

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

веро-западном направлении. При этом в центральных районах Якутии восточный процесс вызывает потепление в 88 % случаев: в 53 % случаев оно составляет 5—10 °С, в остальных случаях — свыше 10 °С. Примером может служить восточный процесс в декабре 1970 г. (рис. 5), в начале которого температура была

—43,8°C, а в конце она повысилась до —18,9°C, т. е. повышение температуры составило 24,9°C. Почти такое же повышение температуры было отмечено в феврале 1968 г. Продолжительность процесса составляет трое-четыре суток, в отдельных случаях она может достигать восьми—десяти дней.

Очень холодная погода с устойчивыми температурами ниже —40°C наблюдается в Якутске при длительном сохранении гребня азиатского антициклона. Над центральными районами Якутии

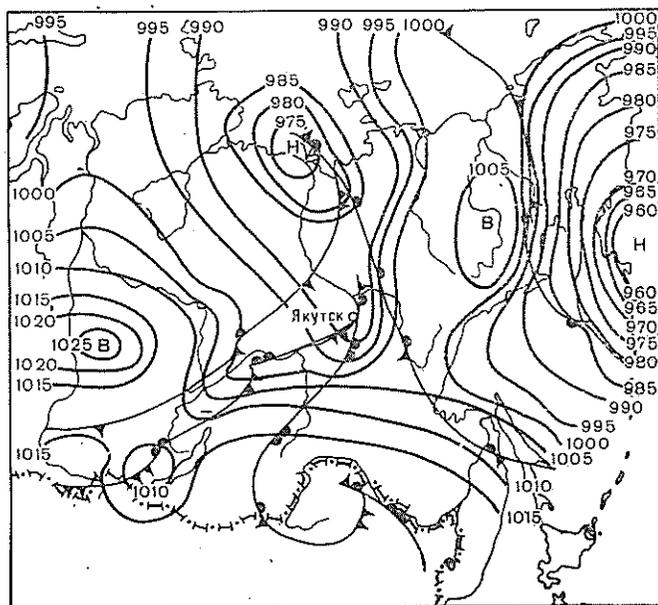


Рис. 6. Карта погоды за 2 января 1979 г. (при потеплении).

Усл. обозначения см. рис. 5.

располагается высотный циклон с очагом или ложбиной холода, по западной периферии которого осуществляется вынос холодного арктического воздуха с Северного Ледовитого океана.

Очень редко при значительном ослаблении и частичном разрушении азиатского антициклона района Якутска достигает среднеазиатский (туранский) воздух. Для примера можно привести потепление в начале января 1979 г., вызванное смещением серии активных циклонов с юго-запада Якутии и выносом теплых воздушных масс со Средней Азии. При этом температура воздуха 2 января повысилась до —6°C, что явилось новым абсолютным максимумом января. На следующий день в центральных районах наблюдалось резкое похолодание. Адвекция холода происходила в тылу высотного циклона, который сместился с устья Енисея, и температура воздуха в Якутске к 5 января понизилась до —58°C (рис. 6).

Весной характер атмосферной циркуляции изменяется. Преобладающее направление движения циклонов и антициклонов западное. Азиатский антициклон интенсивно разрушается. ¹

Циклоническая деятельность над центральными районами Якутии в это время года по-прежнему связана с деятельностью арктического фронта. Погодные условия в Якутске определяют возникающие или регенерирующие на нем западные циклоны, в тылу которых происходит вторжения арктического воздуха, обуславливая так называемые возвраты холодов. Иногда к обострению температурных контрастов в западных циклонах приводят выносы теплого воздуха с юга. Весной уже отмечаются отдельные выходы на Якутию южных циклонов.

Активизация циклонической деятельности приводит к повышению повторяемости сильных ветров, чаще всего западного и северо-западного направлений. Иногда эти ветры достигают особо опасных значений.

Летом, субтропическая высотная фронтальная зона (ВФЗ) проходит по средним широтам Азиатского материка. Циклоны при этом перемещаются с запада на восток на районы Забайкалья, северную часть Монголии и северо-восточную часть Китая (Манчжурию). Смещение циклонов из района Забайкалья на Якутию носит название выхода южных циклонов. Эти процессы представляют собой характерную особенность процессов летнего сезона. Выходы южных циклонов приводят к меридиональной перестройке барического поля, и резким изменениям в характере погоды. В тылу южных циклонов осуществляется мощный заток арктического воздуха, что приводит в летний период к резким похолоданиям, а нередко и к заморозкам, а также наблюдается усиление ветров северных направлений. В южной, а иногда и в центральной частях Якутии при выходах южных циклонов, выпадает значительное количество осадков. Подсчитано, что каждый четвертый выход южного циклона сопровождается обильными дождями с количеством осадков 30 мм и более за сутки. Именно с южным процессом связан абсолютный максимум осадков (77,5 мм; ст. Якутск, аэропорт), зарегистрированный днем 26 июля 1972 г. (рис. 7). Необходимым условием для осуществления выхода южного циклона является нарушение зонального переноса.

Иногда сильные непродолжительные дожди наблюдаются в западных, юго-западных, северных и северо-западных циклонах. При этом они обычно обусловлены прохождением через Якутск хорошо выраженных холодных фронтов. За холодными фронтами нередко осуществляется заток арктических воздушных масс, формирующих антициклон или гребень высокого давления с северо-запада или северо-востока. При этом происходит резкое понижение температуры в воздухе и на почве до 0 °С и ниже, которое в конце июня и в июле представляет особую опасность для сельскохозяйственных культур. Наиболее интенсивные заморозки отмечаются, когда на западные и центральные районы Якутии ориентирована высотная ложбина холода. Так, 6 июля 1978 г.

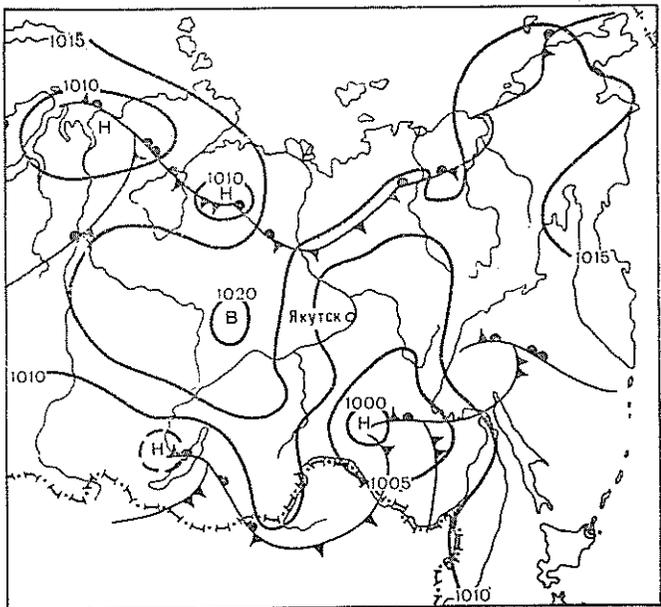


Рис. 7. Карта погоды за 26 июля 1972 г. (при сильном дожде).

Усл. обозначения см. рис. 5.

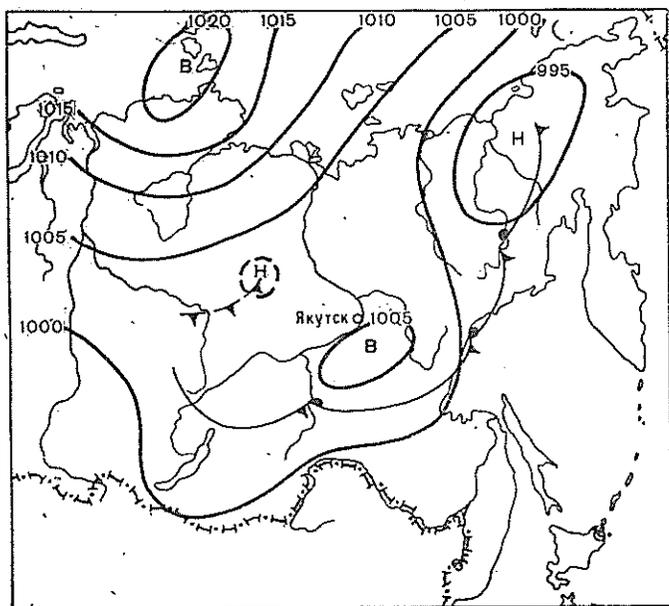


Рис. 8. Карта погоды за 6 июля 1978 г. (при заморозках).

Усл. обозначения см. рис. 5.

в Якутске наблюдался самый сильный с 1891 г. заморозок, температура воздуха ночью понизилась до -15°C (рис. 8). Заток арктического воздуха происходил в тылу циклона, сместившегося с устья Енисея на западные и центральные районы Якутии. При устойчивом выносе арктического воздуха с Северного Ледовитого океана температура воздуха может настолько понизиться, что выпадающие осадки будут достигать земли в виде снежной крупы или снега, как это было 1 июня 1961 и 1964 гг., 9 июня 1962 г., 3 и 4 июня 1966 г.

Сухая и исключительно жаркая погода устанавливается в годы, когда над Якутией высотное барическое поле представлено обширным гребнем, по западной периферии которого осуществляется вынос сухого теплого воздуха из Средней Азии и Казахстана, а приземное — малоградиентным полем пониженного или повышенного давления. При такой ситуации лишь изредка возможны кратковременные ливни конвективного характера. Очень сухая погода отрицательно сказывается на развитии сельскохозяйственных культур и является причиной лесных пожаров, часто распространяющихся на громадные площади в несколько сот тысяч гектаров.

• Если для лета характерным является ослабление западного переноса, то осенью наблюдается его восстановление. Поэтому погоду центральных районов определяют в основном западные циклоны, иногда регенерирующие на арктическом фронте. Осенние западные перемещения происходят медленно, часто прерываются меридиональными вхождениями холодного воздуха с севера. Воздушные массы над континентом интенсивно выхолаживаются. В переходные сезоны весной и осенью возможны значительные повышения температуры в результате выноса теплого воздуха при смещении серии циклонов с юга Западно-Сибирской равнины на устье Лены. Снежный покров подтаивает. Кроме того, возможны осадки в виде дождя или мокрого снега. После прохождения гребня тепла на восток опять начинается поступление холодного воздуха с севера, которое вызывает резкое похолодание в центральных районах.

2.1. Атмосферное давление

Атмосфера — это эластичная газовая оболочка, окружающая Землю. Подсчитано, что ее общая масса составляет примерно $5,15 \cdot 10^{15}$ т. Таким образом, атмосфера оказывает определенное давление на все предметы, находящиеся в ней, и на поверхность земли. Это давление равно массе всего вышележащего столба воздуха. На уровне моря при температуре 0°C масса столба воздуха с основанием 1 см^2 равна 1033,3 г, что эквивалентно давлению ртутного столба сечением 1 см^2 и высотой 760 мм. В системе СГС это давление равно 1013,25 мбар, а в системе СИ оно эквивалентно 101 325 Па или 1013,25 гПа.

Значение распределения атмосферного давления по земному шару позволило представить картину воздушных движений на на-

шей планете, выявить наличие так называемых центров действия атмосферы, областей пониженного и повышенного давления. При достаточно больших горизонтальных барических градиентах (изменение давления на 100 км) возникают сильные ветры. Давление — наиболее важный метеорологический элемент на синоптической карте прогнозистов. Некоторую закономерность между изменением давления и состоянием человеческого организма, а также животных и растений находят медики и биологи.

Годовой ход среднего месячного давления в Якутске имеет один минимум 993,5 гПа в июле и один максимум 1012,8 гПа в феврале (см. табл. 4 приложения). Таким образом, годовая амплитуда давления составляет 19,3 гПа (для сравнения в Москве 6,4 гПа, в Горьком 7,8 гПа). Ход изменения давления от месяца к ме-

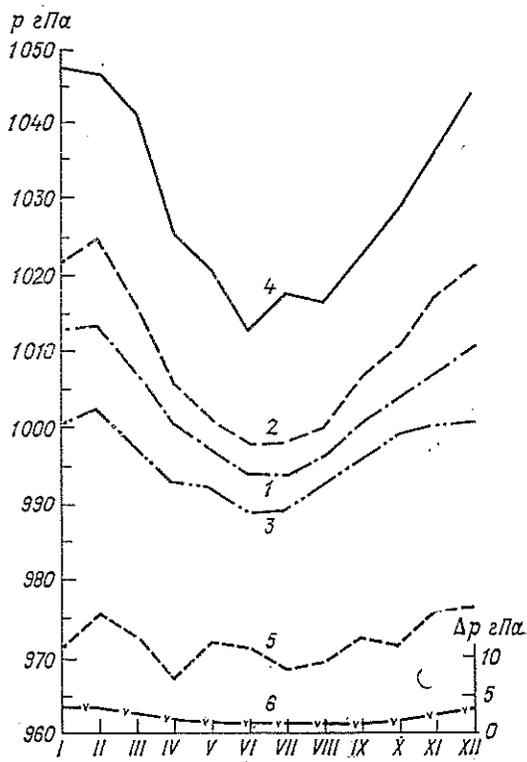


Рис. 9. Годовой ход среднего месячного и абсолютных максимума и минимума давления воздуха.

1 — среднее, 2 — наиболее высокое, 3 — наиболее низкое, 4 — абсолютный максимум, 5 — абсолютный минимум, 6 — отклонения.

сяцу почти равномерный, плавный (рис. 9). От января к февралю и от июня к июлю давление мало меняется. Наиболее резко изменяется оно от зимы к весне: от февраля к марту и от марта к апрелю соответственно на 6,0 и 6,7 гПа. Это связано с начинающимся прогревом континента и интенсивным разрушением в связи с этим азиатского антициклона. Минимальное давление летом, как и максимальное зимой, обусловлено также термическими причинами. Характер годового хода давления в Якутске континентальный и тесно связан с годовым ходом температуры. Самое низкое давление 967,0 гПа отмечено 26 апреля 1929 г., самое высокое — 1047,1 гПа 14 января 1893 г. (см. табл. 4 приложения).

Наиболее высокое среднее годовое давление (1005,9 гПа) наблюдалось в Якутске в 1947 г., наиболее низкое (1000,7 гПа) — в 1924 г.

Зимой среднее месячное давление воздуха более изменчиво, чем летом. Колебание значений среднего месячного давления воздуха относительно среднего многолетнего составляет от 1,4 гПа в мае — августе до 3,4 гПа в феврале (рис. 9). Междусуточная изменчивость давления достигает больших значений, чем колебания среднего месячного давления. Так, за июль 1977 г. средняя за месяц междусуточная изменчивость составила 3,9 гПа; а максимальное изменение давления от суток к суткам достигло 12,8 гПа. Наиболее велики суточные колебания атмосферного давления при смене воздушных масс. Так, например, 4 июня 1969 г. над Якутском располагалась местная воздушная масса, фронтальные разделы влияния на нее не оказывали, и изменение давления за сутки составило всего 1,5 гПа; при этом давление изменялось в соответствии с изменением температуры. 17 и 18 апреля 1977 г. через Якутск прошли теплый и холодный фронты. За сутки до прохождения теплого фронта с 12 ч 17 апреля до 12 ч 18 апреля давление понизилось на 24,5 гПа, т. е. каждые три часа оно понижалось в среднем на 3,1 гПа. После прохождения холодного фронта с 12 ч 18 апреля до 12 ч 19 апреля давление повысилось на 32,3 гПа, причем в момент прохождения через Якутск фронтального раздела между 12 и 15 ч давление изменилось особенно резко — на 10,7 гПа за три часа (табл. 4). В однородной воздушной массе хорошо заметен суточный ход атмосферного давления с минимумом в часы максимального прогрева (около полудня) и максимумом во время наибольшего выхолаживания подстилающей поверхности (перед восходом солнца).

Таблица 4

Суточный ход атмосферного давления (гПа) в отдельные дни

Дата	Срок наблюдений, ч							
	0	3	6	9	12	15	18	21
17 IV 1977 г.	1001,2	1001,1	999,2	996,6	994,0	991,5	987,5	984,1
18 IV 1977 г.	979,0	975,0	972,2	970,3	969,5	980,2	986,4	989,8
19 IV 1977 г.	992,8	996,0	997,9	999,6	1001,8	1003,2	1003,4	1002,7
4 VI 1969 г.	993,1	993,0	992,4	992,8	992,1	991,6	992,4	992,6

2.2. Ветер

Ветер — это движение воздуха относительно земной поверхности. Возникновение ветра связано с разностью атмосферного давления и температуры воздуха в различных районах земного шара. Он характеризуется направлением движения и скоростью, выражаемой обычно в метрах в секунду.

Для характеристики ветрового режима использованы данные метеостанций Якутск, ГМО; Якутск, аэропорт; Маган и наблюдения на телемачте.

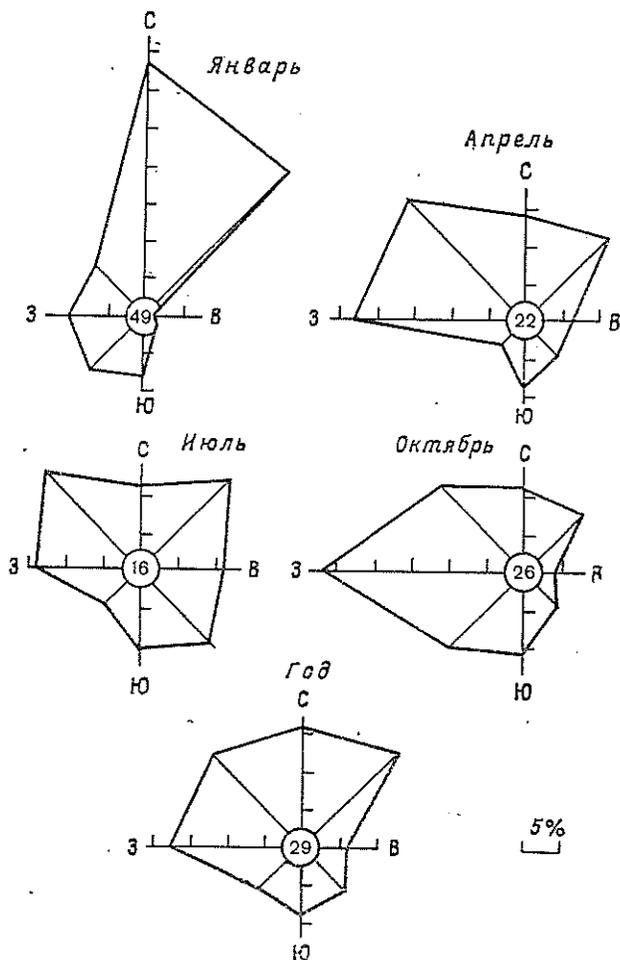


Рис. 10. Повторяемость (%) направлений ветра и штилей. Якутск, ГМО. Цифра в центре кружка — повторяемость штилей.

На метеостанции Якутск, ГМО, ветер определялся по флюгеру, а с ноября 1964 г. — по автоматическому прибору анеморумбметру.

На ветровой режим, кроме циркуляционных факторов, оказывает влияние местоположение города. В связи с тем, что долина реки в районе Якутска направлена с юга на север, преобладающими являются ветры северной четверти горизонта. Их годовая повторяемость составляет 16—18% (см. табл. 5 приложения, рис. 10).

Суточный ход направления ветра в холодный период выражен слабо, а в теплый — четко, что связано с местоположением города (см. табл. 6 приложения).

Сравнение повторяемости направления ветра в городе и его пригородах приводится в табл. 7 приложения.

Важной характеристикой, дополняющей повторяемость направления ветра, является выделение преобладающего направления ветра и его повторяемости (табл. 5), которые рассчитываются по методике А. А. Каминского [42]. В Якутске преобладающее направление ветра в течение всего года довольно устойчиво. Оно колеблется по сезонам и имеет северное и северо-западное направление.

Таблица 5

Преобладающее направление ветра α (...°) и его повторяемость P (%)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
----------------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----

Якутск, ГМО (1936—1960 гг.)

α°	16	24	288	300	318	304	306	302	294	275	15	16
$P\%$	60	46	38	45	37	34	33	37	44	45	43	55

Якутск, аэропорт (1945—1951 гг.)

α°	360	360	349	338	338	339	330	338	335	300	348	358
$P\%$	74	58	52	48	42	34	46	49	56	42	57	64

Маган (1958—1964 гг.)

α°	267	259	277	293	308	293	295	295	280	271	270	261
$P\%$	56	57	52	50	46	41	40	42	51	52	55	64

В Магане, где влияние долины практически отсутствует, преобладают ветры западного направления.

Отличительной чертой ветрового режима Якутска является большая повторяемость штилей (см. табл. 5 и 7 приложения). В среднем за год в районе ст. Якутск, аэропорт, каждый пятый день бывает безветренным, в районе ст. Якутск, ГМО, — каждый третий или четвертый день. Наиболее часто безветренная погода наблюдается в декабре—феврале. Средняя годовая скорость ветра в Якутске 2,4 м/с. В течение года она изменяется от 1,3 до 3,4 м/с. В отдельные годы скорость ветра незначительно отклоняется от средних многолетних значений; среднее квадратическое отклонение изменяется от 0,2 до 0,5 м/с (см. табл. 8 приложения).

После переноса метеоплощадки в ноябре 1964 г. в более защищенное от ветра место заметно некоторое уменьшение скоростей ветра (табл. 6).

Таблица 6

Разности средней месячной скорости ветра (м/с) по данным старой и новой площадки ст. Якутск, ГМО. 1961—1968 гг.

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

Суточный ход скорости ветра зимой выражен слабо, а в декабре—январе практически отсутствует. Летом максимум скорости приходится на дневные часы (12—15 ч), минимум—на ночные (3—6 ч), когда солнце или еще не взошло, или находится низко над горизонтом (табл. 7).

Таблица 7

Средняя скорость ветра (м/с) в различные часы суток. 1966—1976 гг.

Срок наблюдений, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
0	0,8	0,8	1,2	1,7	1,8	1,7	1,6	1,6	1,7	1,5	1,1	0,8	1,4
3	0,8	0,8	1,1	1,6	1,7	1,6	1,4	1,5	1,7	1,5	1,1	0,8	1,3
6	0,8	0,8	1,0	1,6	1,7	1,7	1,5	1,4	1,7	1,4	1,1	0,8	1,3
9	0,8	0,7	1,1	2,2	2,7	2,5	2,2	2,0	2,1	1,6	1,0	0,8	1,6
12	0,8	0,9	1,6	3,0	3,6	3,3	2,9	2,7	2,8	2,1	1,2	0,8	2,1
15	0,8	0,9	1,7	3,3	3,6	3,4	3,1	3,0	3,1	2,3	1,2	0,8	2,3
18	0,8	0,7	1,3	2,8	3,2	3,1	2,8	2,6	2,3	1,6	1,0	0,8	1,9
21	0,8	0,8	1,2	1,9	2,1	1,9	1,8	1,6	1,7	1,5	1,1	0,8	1,4
Амплитуда	0,0	0,2	0,7	1,7	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	0,9	0,2	0,0	1,0

Для зимнего периода характерны малые скорости ветра (до 2 м/с). Вероятность штилей и ветров, имеющих скорость 1 м/с, за ноябрь—март 63 % [78, ч. 3].

Максимальные скорости ветра за период 1895—1965 гг. в отдельные месяцы составляют 17—20 м/с, а расчетные скорости (5 %-ной обеспеченности) изменяются от 11 м/с в январе до 23 м/с в мае (см. табл. 8 приложения). Следует иметь в виду, что в Якутске до 1959 г. скорость ветра измерялась по флюгеру с легкой доской, который по своим техническим возможностям позволяет определять скорость ветра лишь до 20 м/с. В сентябре 1958 г. был установлен флюгер с тяжелой доской, с помощью которого можно измерять скорости ветра до 40 м/с, однако скорости

свыше 20 м/с с 1958 г. не зарегистрированы. С 1964 г., после установки на метеоплощадке анеморумбометра, стали фиксировать как максимальные скорости ветра, так и максимальные скорости при порывах. На рис. 11 приведена зависимость максимальных скоростей ветра при порывах от максимальной скорости ветра.

В течение года, исключая декабрь, наибольшую среднюю скорость имеют ветры западного и северо-западного направлений (в декабре — северо-восточного), наименьшую — ветры южного (с декабря по апрель), восточного и юго-восточного (с мая по ноябрь) направлений (см. табл. 5 приложения).

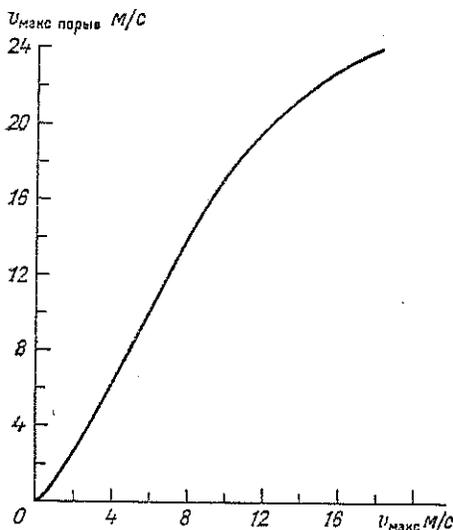


Рис. 11. Зависимость максимальной скорости ветра при порывах от максимальной скорости по срочным наблюдениям.

отмечается в среднем один раз в 10 лет, с апреля по август — от одного до двух дней в месяц ежегодно, в марте, сентябре и октябре — шесть-семь дней в 10 лет (табл. 8). Наибольшее число дней с сильным ветром за год (32) наблюдалось в 1915 г., причем наиболее часто они отмечались в мае — июле (от 8 до 10 дней в месяц). Изменчивость числа дней с сильным ветром в годовом ходе имеет максимум в мае — июне, минимум в феврале.

Наибольшую повторяемость за год имеют сильные ветры западного (46,5 %) и северо-западного (30,4 %) направлений, а сильные ветры южного направления не отмечались. Чаще всего имеют место сильные ветры западного направления в мае (около 11 %), августе (9 %) и октябре (11 %) (см. табл. 10 приложения). Некоторое расхождение данных табл. 8 и табл. 10 приложения связаны с разной длительностью используемых периодов наблюдений.

В дополнение к табл. 5 приложения приведены также сведения о максимальных скоростях ветра по направлениям (см. табл. 9 приложения). Наибольшие максимальные скорости (20 м/с) имеют ветры северо-западного и западного направлений, а наименьшие (14 м/с) — ветры южного направления.

Сильные ветры в Якутске бывают сравнительно редко, в среднем девять дней в году. Днем с сильным ветром считается такой день, когда ветер скоростью 15 м/с и более наблюдается в течение суток хотя бы несколько минут. В Якутске в период с декабря по февраль сильный ветер

При проектировании сооружений необходимо учитывать не только кратковременные порывы ветра большой силы, но и длительные воздействия (продолжительность) ветра различных скоростей (табл. 9 и табл. 11 приложения). Данные этих таблиц получены по ежечасным наблюдениям, при этом условно принималось, что в течение часа скорость оставалась постоянной.

Средняя продолжительность одного случая с ветром скоростью 0—1 м/с зимой составляет 11,3 ч, а максимальная продолжительность за зимние месяцы равна 717 ч. В 1971 г. около 30 суток (с 1 февраля по 3 марта) скорость ветра не превышала 1 м/с. Средняя и наибольшая непрерывная продолжительность ветра скоростью 5 м/с и более зимой очень небольшая — менее 2 и 13 ч соответственно (см. табл. 11 приложения).

Средняя и наибольшая непрерывная продолжительность слабых ветров летом и в переходные месяцы уменьшается (средняя до 3—4 ч, а наибольшая до 40—80 ч). Несколько увеличивается средняя непрерывная продолжительность умеренных ветров: от 2 до 3 ч при скорости ветра 5 м/с и более и от 1,0 до 1,8 ч при скорости ветра 8 м/с и более, а наибольшая непрерывная продолжительность этих ветров увеличивается от 16 до 19 ч при скорости ветра 5 м/с и более и от 6 до 11 ч при скорости ветра 8 м/с и более. Ветер скоростью 12 м/с

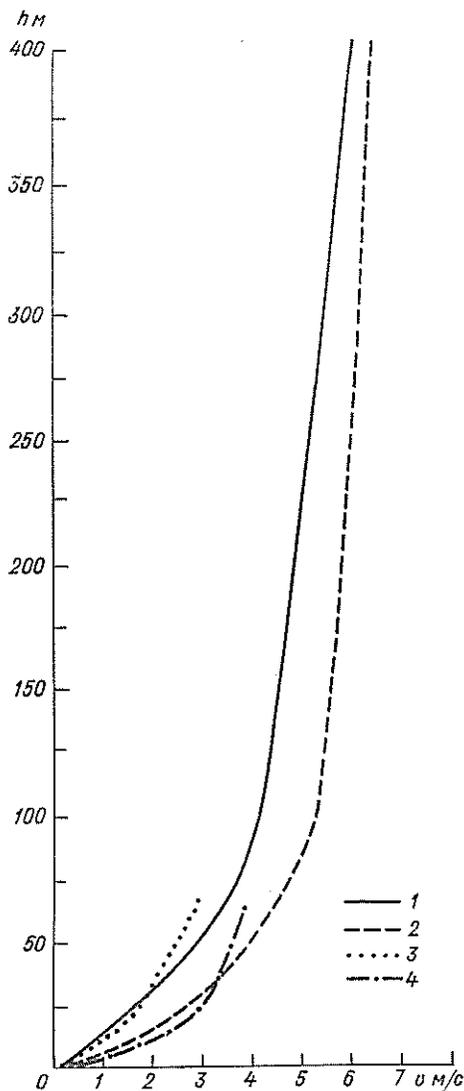


Рис. 12. Вертикальный профиль скорости ветра по данным метеостанции Якутск, ГМО (1, 2) и Якутск, телемачта (3, 4). 1, 3 — холодный период, 2, 4. — теплый период.

Таблица 8

Число дней n с сильным ветром. 1915—1919, 1921—1969 гг.

Месяц	\bar{n}	$\pm\sigma$	$n_{\text{наб}}$	Год
I	0,1	0,2	1	1957 и др.
II	0,1	0,1	2	1935
III	0,6	0,7	4	1932
IV	1,0	0,9	6	1943
V	1,6	1,4	8	1915
VI	1,9	1,4	8	1915
VII	1,1	1,1	10	1953
VIII	1,0	0,9	6	1943
IX	0,7	0,8	4	1956
X	0,7	0,9	5	1956
XI	0,2	0,3	2	1916, 1927
XII	0,1	0,2	2	1922, 1956
Год	9,1	4,9	32	1915

Таблица 9

Средняя суммарная продолжительность τ (ч) слабых скоростей ветра (0—1 м/с) и их повторяемость P (%). 1961—1975 гг.

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
τ	579	503	396	212	178	198	282	280	242	305	457	571	4203
P	13,8	12,0	9,4	5,0	4,2	4,7	6,7	6,7	5,8	7,2	10,9	13,6	100

Таблица 10

Максимальные скорости ветра (м/с) на разных высотах приземного слоя атмосферы. 1966—1973 гг.

Высота, м	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-----------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----

Якутск, телемачта

20	4,8	9,3	8,2	11,2	11,6	8,6	9,9	10,7	9,1	8,6	6,8	4,5
35	6,2	10,9	9,6	12,3	11,8	10,3	10,1	11,8	10,5	9,8	8,2	4,7
50	10,3	10,7	9,8	14,3	12,6	11,1	10,8	12,3	11,4	11,2	9,0	5,9

Якутск, ГМО

Флюгер ¹	6	9	8	10	10	10	10	10	11	8	7	5
100	12	13	18	18	19	15	18	18	21	17	12	10
200	16	14	16	23	20	18	18	19	20	18	15	17
300	18	17	19	25	20	20	19	19	21	17	17	18
400	21	22	22	25	21	23	22	20	23	18	19	21

¹ Данные флюгера имеют расхождения с данными табл. 8 приложения, что связано с несовпадением сроков наблюдений.

и более за указанный период наблюдался всего один раз в сентябре 1966 г., продолжительность его составила 1 ч.

Для характеристики ветрового режима над городом и его окрестностями в табл. 10, 12 и 13 приложения приведены сведения о ветре на различных высотах приземного слоя атмосферы. Число штилей с высотой резко уменьшается, преобладающими направлениями с высотой становятся западное и северо-западное. Скорость ветра с высотой, как правило, увеличивается. Особенно заметно она растет на малых высотах, а далее с высотой прирост скорости уменьшается (табл. 13 приложения, рис. 12).

Максимальные скорости ветра уже на высоте 400 м в преобладающем большинстве превышают 20 м/с (табл. 10).

3. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ

Солнечная энергия, получаемая Землей непосредственно от Солнца, является источником тепловой энергии почти для всех природных процессов, развивающихся в атмосфере, гидросфере и верхних слоях литосферы. Излучение Солнца, или солнечная радиация,

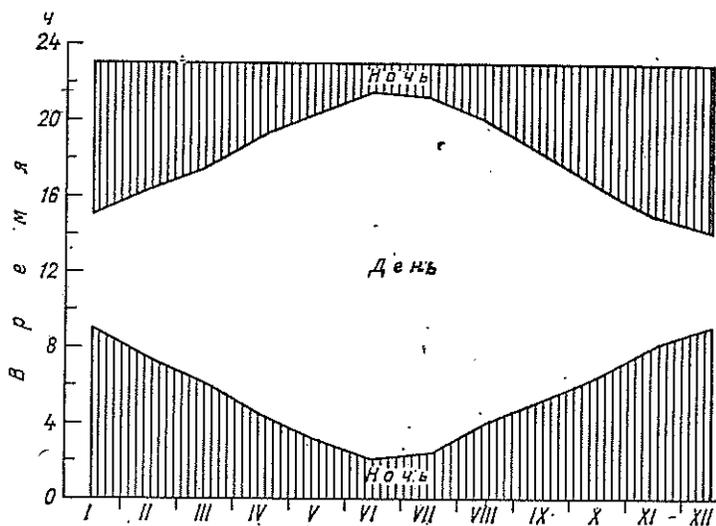


Рис. 13. Продолжительность дня и ночи.

распространяется в пространстве в виде электромагнитных волн со скоростью около 300 тыс. км/с.

Количество солнечного света и тепла, получаемого земной поверхностью, зависит прежде всего от продолжительности дня (рис. 13) и высоты солнца над горизонтом (табл. 11), что связано с широтой места. Самый короткий день 22 декабря в Якутске длится всего 5 ч 9 мин. В этот день солнце поднимается над горизонтом на $4,5^\circ$. Самый длинный день 22 июня длится в Якутске 19 ч 45 мин. 27 мая начинаются «белые ночи», которые продолжаются по 18 июля. Якутские белые ночи не воспеты поэтами с та-

кой проникновенностью, как ленинградские, но от этого их прелесть ни в коей мере не меньше.

Таблица 11

Высота (числитель) и азимут (знаменатель) солнца (...°) на 15-е число месяца

Время, ч мин	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
9 30		$\frac{8,8}{37,0}$	$\frac{20,4}{40,2}$	$\frac{31,3}{45,0}$	$\frac{40,0}{49,3}$	$\frac{41,9}{50,0}$	$\frac{41,3}{49,3}$	$\frac{35,2}{46,3}$	$\frac{25,4}{42,3}$	$\frac{15,2}{38,7}$	$\frac{5,7}{35,5}$	
12 30	$\frac{7,2}{7,1}$	$\frac{15,2}{7,6}$	$\frac{25,9}{8,4}$	$\frac{37,4}{9,3}$	$\frac{46,3}{10,3}$	$\frac{48,7}{10,6}$	$\frac{48,6}{10,6}$	$\frac{42,1}{9,8}$	$\frac{30,8}{8,7}$	$\frac{19,3}{8,0}$	$\frac{9,2}{7,3}$	$\frac{4,9}{6,9}$
15 30		$\frac{5,8}{51,2}$	$\frac{15,3}{55,4}$	$\frac{25,4}{60,4}$	$\frac{32,9}{64,5}$	$\frac{35,4}{65,6}$	$\frac{35,7}{65,7}$	$\frac{29,8}{62,4}$	$\frac{18,9}{57,2}$	$\frac{7,3}{52,2}$		

3.1. Продолжительность солнечного сияния

Солнечным сиянием называется освещение земной поверхности прямыми лучами солнца. Возможная продолжительность солнечного сияния зависит от продолжительности дня, фактическая — от облачности и закрытости горизонта лесом, строениями, холмами или другими объектами. Продолжительность солнечного сияния является одной из основных характеристик радиационного режима. Средняя продолжительность солнечного сияния в Якутске составляет около 2300 ч/год, т. е. около половины теоретически возможной; в году бывает только 72 дня без солнца (см. табл. 14 приложения). Большая продолжительность солнечного сияния связана с большой продолжительностью дня летом и с большой повторяемостью ясной и малооблачной погоды.

Продолжительность солнечного сияния имеет простой годовой ход с максимумом в июне (345 ч) и минимумом в декабре (16 ч) (рис. 14). Нарастание продолжительности от минимума к максимуму и убывание ее неравномерное.

В отдельные годы значения продолжительности солнечного сияния могут значительно отклоняться от средних. Об изменчивости продолжительности солнечного сияния дает представление среднее квадратическое отклонение (σ) (см. табл. 14 приложения).

Число дней без солнца в течение года распределяется неравномерно: на три месяца (ноябрь—январь) приходится 68 % годового количества дней без солнца, а на остальные месяцы (февраль—октябрь) — всего 32 %, что составляет 23 дня (табл. 14 приложения).

Отношение наблюдавшейся продолжительности солнечного сияния к возможной имеет максимум (72 %) в марте, когда

морозные туманы уже закончились и много ясных дней, а минимум (12 %) — в декабре.

Продолжительность солнечного сияния имеет хорошо выраженный суточный ход с максимумом в околополуденные часы [78, ч. 1].

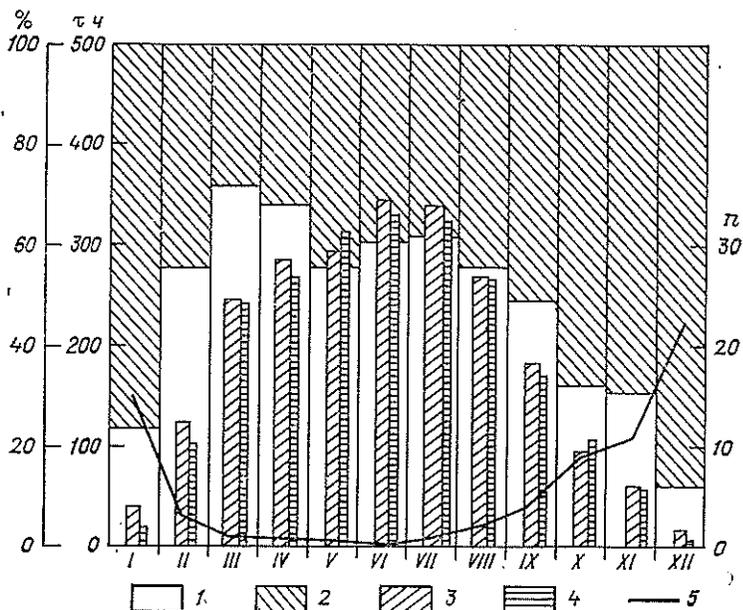


Рис. 14. Отношение (%) наблюдавшейся продолжительности t солнечного сияния (1) к возможной (2), число часов солнечного сияния (3, 4) и число дней n без солнца (5).

3 — период 1930—1964 гг., 4 — период 1964—1977 гг.

Наряду с суммарной продолжительностью солнечного облучения важной характеристикой радиационного режима является его непрерывная продолжительность (см. табл. 15 приложения). В течение года непрерывная продолжительность чаще всего составляет 2—6 ч; продолжительность более 10 ч в сутки отмечается с марта по октябрь с максимумом в апреле (51 %).

3.2. Радиационный баланс подстилающей поверхности

Различают несколько видов солнечной радиации: прямую, рассеянную, суммарную, отраженную и поглощенную.

Солнечная радиация, поступающая на деятельную поверхность в виде пучка параллельных лучей, исходящих непосредственно от солнечного диска, называется прямой солнечной радиацией (S, S').

Проходя через атмосферу, солнечная радиация частично рассеивается молекулами газов воздуха, твердыми и жидкими частицами, взвешенными в воздухе, и особенно облаками. Часть солнечной радиации, поступающая на земную поверхность после рассеяния в атмосфере, называется рассеянной радиацией (D). Прямая и рассеянная радиация относятся к коротковолновой части спектра. Общий приход солнечной радиации на горизонтальную поверхность, состоящий из прямой и рассеянной радиации, называется суммарной радиацией (Q).

На земной поверхности происходит перераспределение поступающей солнечной радиации: часть ее отражается от земной поверхности в атмосферу — отраженная коротковолновая радиация (R_R), остальная часть поглощается земной поверхностью — поглощенная коротковолновая радиация (B_R).

Количество отраженной радиации зависит от свойств деятельной поверхности (цвета, увлажненности, структуры и т. д.). Величина, характеризующая отражательную способность поверхности, определяется отношением отраженной радиации к поступающей на данную поверхность суммарной радиации; эта величина называется альбедо (A) и выражается в процентах.

Наряду с коротковолновой радиацией к земной поверхности поступает длинноволновое излучение атмосферы (встречное излучение E_a). В свою очередь земля излучает длинноволновую радиацию как всякое тело, имеющее температуру выше абсолютного нуля (собственное излучение E_s). Преобладающая часть излучения земли и атмосферы (99 %) имеют длины волн от 4 до 40 мк. Разность собственного излучения земной поверхности и поглощенного ею встречного излучения атмосферы называется эффективным излучением ($E_{эф}$). Встречное излучение обычно меньше собственного, и поэтому поток эффективного излучения направлен вверх (от земной поверхности).

В метеорологии до 1 января 1980 г. лучистую энергию было принято выражать в калориях за единицу времени на единицу поверхности. Для перехода от указанной единицы к единицам СИ использовались соотношения:

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

$$1 \text{ кал}/\text{см}^2 = 4,19 \cdot 10^4 \text{ Дж}/\text{м}^2 = 41,9 \text{ кДж}/\text{м}^2 = 0,0419 \text{ МДж}/\text{м}^2.$$

В табл. 16 приложения даны средние месячные и годовые суммы прямой, рассеянной, суммарной, отраженной и поглощенной радиации, радиационного баланса и среднее альбедо (%). Средняя годовая суммарная радиация в Якутске составляет 3712 МДж/м², или 70 % годовой суммы, которая наблюдалась бы при безоблачном небе. Летний приход радиации намного больше зимнего. Так, за три теплых месяца (май—июль) земная поверхность получает 50 % годового количества суммарной радиации, а за три холодных (ноябрь—январь) — всего 3 %.

В годовом ходе (рис. 15) суммарная радиация имеет один максимум (в июне) и один минимум (в декабре). Наибольший рост суммарной радиации происходит от февраля к марту, а наибольшее падение — от августа к сентябрю (табл. 12).

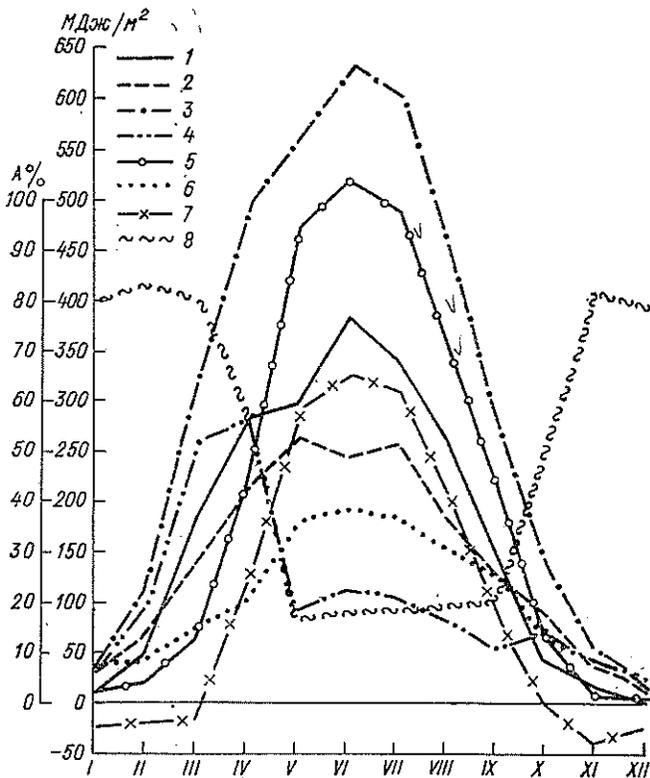


Рис. 15. Годовой ход радиации.

1 — прямая радиация на горизонтальную поверхность, 2 — рассеянная, 3 — суммарная, 4 — отраженная, 5 — поглощенная радиация, 6 — эффективное излучение, 7 — радиационный баланс, 8 — альbedo.

Как было сказано выше, суммарная радиация включает в себя прямую радиацию на горизонтальную поверхность и рассеянную радиацию. В разное время года процентное отношение этих составляющих различно (табл. 13). С уменьшением высоты солнца и увеличением облачности доля рассеянной радиации возрастает. В зимние месяцы (с октября по февраль) в приходе суммарной радиации доля рассеянной больше, чем прямой; в декабре прямая радиация практически не поступает, а с марта по сентябрь — несколько преобладает прямая радиация.

В отдельные годы месячные и годовые суммы радиации могут испытывать существенные отклонения от средних значений. Так,

Таблица 12

Изменение суммарной радиации (МДж/м²) от месяца к месяцу.
1936—1963 гг.

I-XII	I-I	II-II	III-III	IV-IV	V-V	VI-VI	VII-VI	VIII-VII	IX-VIII	X-IX	XI-X	XII-XI
16,7	79,6	205,3	176,0	67,0	67,1	-29,3	-159,3	-167,6	-138,2	-83,8	-33,5	

Таблица 13

Отношение (%) рассеянной радиации к суммарной. 1936—1963 гг.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
78	57	43	43	47	39	43	42	47	67	69	100	45

в 1969 г. на земную поверхность поступило самое большое годовое количество суммарной радиации — 4140 МДж/м², что на 12 % больше среднего значения. А в 1951 г. суммарной радиации поступило на 14 % меньше среднего значения — 3201 МДж/м² (см. табл. 17 приложения). В тот год в течение трех летних месяцев (с июня по август) число пасмурных дней по нижней облачности превысило среднее значение почти в три раза (17 дней при норме 6,6 дня).

Отношение фактически поступающей радиации [как на поверхность, перпендикулярную солнечным лучам (S), так и на горизонтальную поверхность (S')] к радиации, которая могла бы поступить на земную поверхность при отсутствии облачности, в среднем за год составляет около 50 %; отношение суммарной радиации равно 70 % (табл. 14). Увеличение доли суммарной

Таблица 14

Отношение (%) фактических сумм радиации к суммам радиации при ясном состоянии неба ($S, S' - 1931-1963$ гг.; $D, Q - 1936-1963$ гг.)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$S/S_{\text{я}}$	26	52	69	59	45	51	50	45	39	28	27	25	47
$S'/S'_{\text{я}}$	29	50	66	59	44	49	48	48	39	27	27	0	48
$D/D_{\text{я}}$	140	133	127	155	170	184	168	163	155	157	112	167	158
$Q/Q_{\text{я}}$	75	78	83	80	67	69	69	68	61	60	56	100	70

радиации можно объяснить тем, что рассеянная радиация при действительных условиях облачности превосходит таковую при ясном состоянии неба в среднем за год более чем в 1,5 раза. Это явление связано с тем, что при ясном состоянии неба солнечная радиация претерпевает рассеяние только молекулами воздуха и водяного пара, которые всегда имеются в воздухе. При наличии же облаков происходит дополнительное рассеяние капельками воды и кристалликами льда, из которых состоят облака, причем облака рассеивают намного интенсивнее, чем молекулы воздуха и водяного пара.

Радиация имеет правильный суточный ход, который в основном зависит от высоты солнца. При безоблачном небе максимум прямой и суммарной радиации приходится на полуденные часы, максимум рассеянной радиации при ясном состоянии неба в некоторые месяцы (июль, август, октябрь) смещается на первую половину дня. С апреля по август приход прямой радиации при действительных условиях облачности до полудня на 3—18 % больше, чем после полудня (табл. 15). Это связано с тем, что летом в первую половину дня атмосфера более прозрачна, чем во вторую, а также вследствие суточного хода облачности.

Таблица 15

Приход различных видов радиации (МДж/м²) до и после полудня
(S, S' — 1931—1963 гг.; D, Q — 1936—1963 гг.)

Вид радиации	Время суток	I	II	III	IV	V	VI
S	До полудня	0,84	3,64	8,80	10,68	10,10	12,24
	После полудня	1,05	4,52	9,05	10,35	8,55	11,02
S'	До полудня	0,08	0,75	3,06	4,82	5,24	6,70
	После полудня	0,13	0,88	3,02	4,73	4,57	6,12
D	До полудня	0,46	1,26	2,26	3,64	4,27	4,27
	После полудня	0,46	1,17	2,18	3,69	4,36	4,32
Q	До полудня	0,54	2,01	5,32	8,46	9,51	10,97
	После полудня	0,59	2,05	5,20	8,42	8,93	10,44

Вид радиации	Время суток	VII	VIII	IX	X	XI	XII
S	До полудня	11,02	9,09	6,33	2,81	1,55	0,38
	После полудня	10,18	8,46	6,03	3,06	1,93	0,50
S'	До полудня	5,99	4,44	2,05	0,80	0,25	0,04
	После полудня	5,49	4,11	2,30	0,80	0,25	0,04
D	До полудня	3,90	3,10	2,30	1,51	0,63	0,25
	После полудня	3,94	3,10	2,26	1,34	0,63	0,29
Q	До полудня	9,89	7,54	4,35	2,31	0,88	0,29
	После полудня	9,43	7,21	4,56	2,14	0,88	0,33

Интенсивность суммарной радиации как при ясном состоянии неба, так и при действительных условиях облачности достигает максимума в мае—июне, а прямая радиация на перпендикулярную поверхность имеет наибольшую интенсивность в марте, что связано с годовым ходом облачности и прозрачности атмосферы (см. табл. 18 приложения).

Солнечная радиация, поступающая на земную поверхность (прямая и рассеянная), поглощается в той или иной степени в зависимости от альbedo поверхности, на которую она поступает. В прямой зависимости от альbedo находится и радиационный баланс.

В табл. 16 приложения приведено среднее интегральное альbedo для всего спектра солнечного излучения. С ноября по март отражается более 80 % радиации, приходящей к земной поверхности, с мая по сентябрь — менее 20 %. В среднем за год альbedo составляет 34 %. Таким образом, годовой ход альbedo противоположен годовому ходу суммарной радиации. В связи с этим поглощенная радиация имеет резко выраженный годовой ход: максимум в июне 519,6 МДж/м², минимум в декабре 4,2 МДж/м² (см. табл. 16 приложения, рис. 15).

В отдельные годы могут быть значительные отклонения альbedo от средних значений особенно в летнее время в зависимости от количества выпавших осадков, которые снижают альbedo. В связи с этим в значениях поглощенной радиации наблюдаются колебания от года к году как за счет изменения прихода радиации, так и за счет изменения отражательных свойств поверхности.

Эффективное излучение в Якутске за год составляет 1232 МДж/м², оно изменяется от 25,1 МДж/м² в декабре до 192,7 МДж/м² в июне (см. табл. 16 приложения).

Разность между приходом и расходом лучистой энергии называется радиационным балансом. Он выражается формулой:

$$B = S' + D + E_a - R_k - E_a \quad (1)$$

или

$$B = Q - R_k - E_{эф}. \quad (2)$$

3.3. Радиационный режим вертикальных и наклонных поверхностей

В практике градостроительства, а также при сооружении отдельных объектов имеет определенное значение радиационный режим вертикальных и наклонных поверхностей. Рассмотрим приход радиации в Якутске для открыто стоящего здания, т. е. к стенам разной ориентации, перед которыми расположены открытые (незащищенные) площадки с альbedo, характерным в среднем для города.

В табл. 16 и табл. 19 приложения приводятся данные об облучении прямой радиацией стен разной ориентации. Возможная

продолжительность солнечного сияния в течение года для стен разной ориентации изменяется по-разному (рис. 16). Дольше всего облучаются стены южной ориентации, причем максимум возможного облучения они имеют не летом, а в марте и сентябре. Это объясняется тем, что солнце проходит южную половину небосвода летом быстрее, чем весной и осенью. При действительных условиях облачности максимальное облучение южных стен наблюдается в марте—апреле (244 и 248 ч/мес), в среднем за сутки 7,9—8,3 ч. Минимум наблюдается в декабре, когда южная стена облучается солнцем в среднем 0,5 ч/сут.

Таблица 16

Время (ч мин) начала и конца облучения прямой солнечной радиацией южных (северных) стен на 15-е число месяца и время восхода и захода солнца

Месяц	Восход	Начало	Конец	Заход
I	9 01	9 01	14 59	14 59
II	7 35	7 35	16 25	16 25
III	6 11	6 11	17 49	17 49
IV	4 37	6 20	17 40	19 23
V	3 09	6 39	17 21	20 51
VI	2 02	6 56	17 04	21 58
VII	2 29	6 48	17 12	21 31
VIII	3 55	6 30	17 30	20 05
IX	5 28	6 07	17 53	18 32
X	6 57	6 57	17 03	17 03
XI	8 27	8 27	15 33	15 33
XII	9 30	9 30	14 30	14 30

Примечания: 1. Время указано истинное солнечное. 2. Зимой время начала и конца облучения солнечной радиацией южных стен совпадает с восходом и заходом солнца. 3. Летом время начала облучения солнечной радиацией южных стен совпадает с концом облучения северных стен, и наоборот. 4. Время начала облучения восточных стен совпадает с восходом солнца, конец облучения в 12 ч. Время начала облучения западных стен совпадает с полднем (12 ч), конца облучения — с заходом солнца. 5. Из этой таблицы можно получить возможную дневную продолжительность солнечного сияния для стен разной ориентации на 15-е число месяца.

Северные стены облучаются прямой радиацией с 22 марта по 22 сентября. Максимум облучения приходится на июнь — 4,4 ч/сут или 171 ч/мес. В теплое время года западные и восточные стены облучаются солнечными лучами примерно одинаковое число часов. Лишь в мае восточные стены получают больше солнечных лучей, чем западные, что можно объяснить суточным ходом облачности. В холодное время года западные стены облучаются дольше восточных; это можно объяснить тем, что утром, когда высота солнца небольшая, часто наблюдаются туманы, которые во второй половине дня, как правило, рассеиваются. Максимальная продолжительность облучения восточных и западных

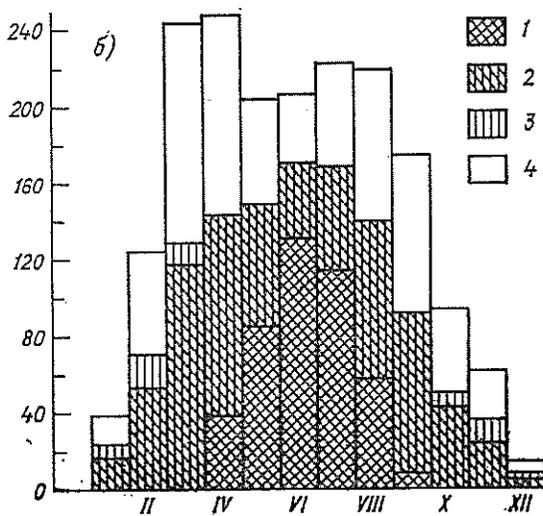
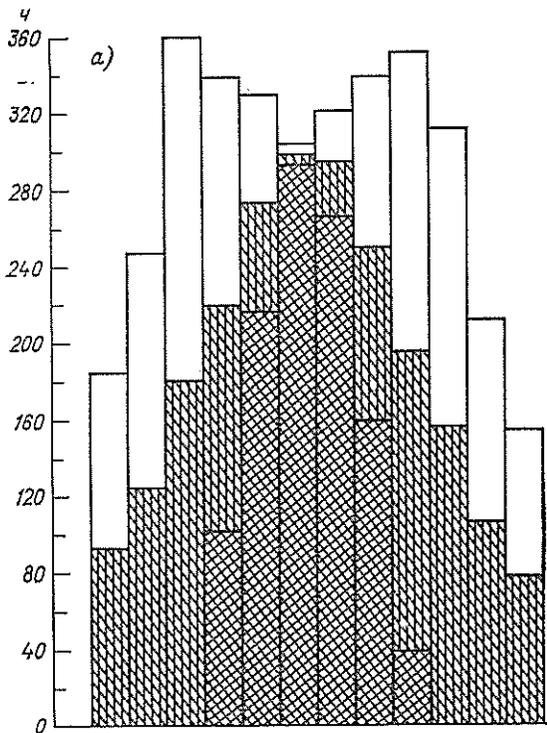


Рис. 16. Годовой ход возможной (а) и фактической (б) продолжительности солнечного сияния для стен различной ориентации.

1 — северные стены, 2 — восточные и западные, 3 — западные, 4 — южные стены.

стён отмечается в июне (170—171 ч/мес.), минимальная в декабре (6—9 ч/мес.).

При положительном радиационном балансе земная поверхность получает от солнца тепла больше, чем отдает. Полученное тепло используется на нагревание почвы и воздуха, на испарение. В ночные часы, а в зимние месяцы в течение суток, радиационный баланс отрицательный. В это время поверхность земли охлаждается и забирает тепло у соприкасающегося с ней воздуха и верхних слоев почвы. Среднее годовое значение радиационного баланса в Якутске для площадки, покрытой летом травой, а зимой снегом, составляет 1228 МДж/м² (см. табл. 16 приложения).

Годовой ход баланса определяется ходом суммарной и отраженной радиации и эффективного излучения (см. рис. 15). В апреле—августе ход радиационного баланса повторяет ход суммарной радиации. Максимальные месячные суммы баланса наблюдаются в июне—июле, минимальные — в ноябре. Ноябрьский минимум объясняется резким ростом альбедо из-за того, что установившийся снежный покров, как правило, подновляется вновь выпавшим ослепительно белым снегом, и почти вся радиация, падающая на поверхность снега, отражается снова в атмосферу. Смена знака радиационного баланса происходит в конце марта и в начале второй декады октября. В зависимости от времени установления снежного покрова осенью и изменения отражательных свойств снега в конце зимы возможен сдвиг времени перехода баланса через нуль.

В отдельные годы значения радиационного баланса могут значительно отличаться от средних многолетних (см. табл. 16 приложения).

В суточном ходе радиационный баланс достигает максимума в полуденные часы, при этом в теплое время года дополуденная сумма баланса больше послеполуденной, а зимой — наоборот; это связано с подобной асимметрией суточного хода суммарной радиации.

Ночью радиационный баланс равен эффективному излучению с обратным знаком, поэтому он бывает отрицательным. Переход баланса через нуль происходит при высоте солнца в начале дня 6—8° и в конце дня 7—10°.

На рис. 17 и в табл. 20 приложения приведены данные радиации на вертикальные поверхности разной ориентации. В целом за год северные стены получают суммарной радиации в 2,4 раза меньше, чем южные, а прямой радиации всего 7,3 % от радиации, поступающей на южные стены. На стены восточной ориентации приходится немного больше половины прямой радиации, получаемой южными стенами, суммарной — 72 % от радиации, поступающей на южные стены.

В январе при средних условиях облачности максимальный приход прямой радиации в суточном ходе на стены разной ориентации наблюдается в разное время: на южные стены — в 13 ч, на восточные — в 11 ч и на западные — в 14 ч (рис. 17). В июле

северные стены облучаются дважды в день — утром и вечером, максимум радиации приходится на 5 и 20 ч. Максимальный приход радиации к восточным стенам отмечается в 8 ч, к южным — в полдень. Западные стены получают наибольшее количество радиации в 17 ч.

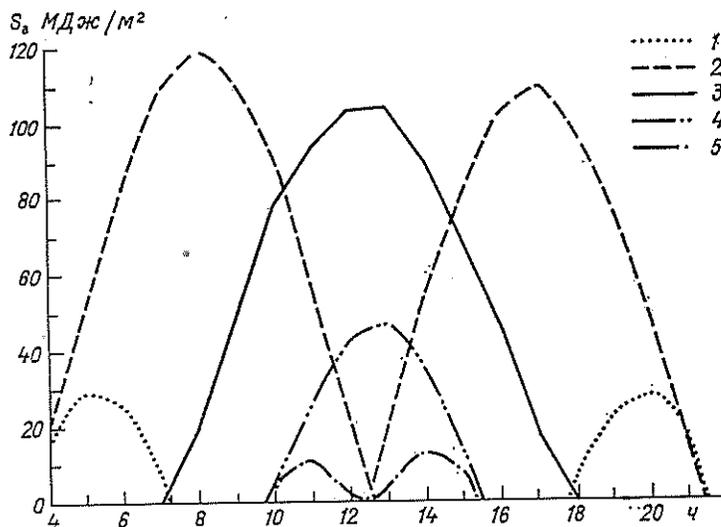


Рис. 17. Суточный ход часовых сумм прямой радиации, поступающей на стены разной ориентации при средних условиях облачности в июле (1—3) и январе (4—5).

1 — северные, 2, 5 — восточные и западные, 3, 4 — южные.

Таблица 17

Углы южных склонов (...°...'), наиболее обогреваемых прямой солнечной радиацией, при различных коэффициентах прозрачности на 15-е число месяца

Коэффициент прозрачности	I	II	III	IV	V	VI
$p = 0,6$	84 24	76 41	65 08	48 58	34 52	26 55
$p = 0,7$	84 24	76 42	65 09	48 52	34 24	26 03
$p = 0,8$	84 25	76 43	65 10	48 46	34 02	25 21
$p = 0,9$	84 25	76 43	65 11	48 39	33 42	24 44
Коэффициент прозрачности	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$p = 0,6$	29 46	41 43	57 31	71 40	81 42	86 02
$p = 0,7$	29 05	41 25	57 29	71 42	81 42	86 02
$p = 0,8$	28 31	41 11	57 28	71 43	81 43	86 03
$p = 0,9$	28 01	40 59	57 27	71 44	81 44	86 03

Для пересчета прямой и суммарной солнечной радиации с перпендикулярной и горизонтальной поверхностей на вертикальную существуют формулы [60].

При нагревании стен решающее значение имеет не столько поступающая, сколько поглощенная радиация. Последняя зависит от отражающей способности поверхности. С помощью различной окраски разно ориентированных стен можно добиться того, что эти стены будут одинаково нагреваться, т. е. поглощать одинаковое количество радиации.

В практике иногда необходимо знать приход радиации на наклонную поверхность — склоны холмов, гор, поверхности крыши и т. д. (табл. 17). В табл. 21 приложения приведены данные прямой радиации на наклонную поверхность с углом наклона $\alpha = 20^\circ$ различной ориентации.

3.4. Естественная освещенность

Под естественной освещенностью понимают полный световой поток прямой, рассеянной и отраженной радиации, приходящейся на единицу освещаемой им поверхности. Измеряется освещенность в люксах¹.

Данные по освещенности применяются в различных отраслях народного хозяйства (при строительстве жилых, производственных и курортно-профилактических зданий, в сельском хозяйстве и т. д.).

Систематические наблюдения за освещенностью в Якутске отсутствуют. Поэтому все приведенные данные получены методом пересчета по интенсивности солнечной радиации с помощью светового эквивалента [7].

Освещенность зависит от высоты солнца, облачности, прозрачности атмосферы. В табл. 18 и в табл. 22 и 23 приложения приведены сведения по освещенности для открытой горизонтальной площадки. В годовом ходе естественной освещенности, как суммар-

Таблица 18

Прямая освещенность горизонтальной поверхности [тыс. лк/(мин·см²)] в полдень в зависимости от облачности. 1957—1966 гг.

Состояние неба	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ясно	6,4	14,5	32,2	50,4	65,2	67,9	61,2	53,5	33,6	21,8	7,0	
Средняя облачность	0,4	5,9	21,1	31,9	31,0	41,3	34,5	28,4	15,7	6,6	1,8	

¹ Люкс — это освещенность, создаваемая световым потоком в 1 люмен (лм) при равномерном распределении на площади 1 м².

ной, так и рассеянной, наблюдается один максимум в июне и один минимум в декабре, но амплитуда колебания суммарной освещенности в 2,7 раза больше, чем рассеянной (см. табл. 22 приложения).

При ясном состоянии неба наибольшая суммарная освещенность наблюдается в июне, при действительных условиях облачности она в среднем меньше в 1,3 раза. При пасмурном состоянии неба освещенность уменьшается в среднем в три раза. Рассеянная освещенность в очень большой степени зависит от облачности, при этом если большая часть неба закрыта облаками, но солнце остается открытым, освещенность рассеянным светом больше, чем при ясном состоянии неба. Рассеянная освещенность особенно велика для малых высот солнца при средней облачности, при нормальных условиях она в среднем в 1,5—2 раза больше, чем при ясном состоянии неба. При пасмурном состоянии неба суммарная освещенность равна рассеянной освещенности, поэтому в табл. 23 приложения для пасмурного состояния неба приведено одно значение.

Свет значительно сильнее рассеивается на облачных частицах, чем в чистом воздухе, поэтому максимум рассеянной освещенности бывает при облачности 3—7 баллов. При закрытии неба сплошным слоем плотной облачности большая часть света рассеивается вверх, а не к земле, поэтому освещенность заметно уменьшается.

Большое влияние на освещенность оказывает снежный покров. Особенно сказывается это влияние в марте — начале апреля, когда солнце поднимается уже достаточно высоко, а снежный покров сохраняет еще очень большое альбедо, отражая около 80 % падающего на него света. Этот период характерен увеличением числа солнечных дней, ростом освещенности и необычайно большой, слепящей яркостью, когда глазам, незащищенным светофильтрами, больно смотреть на снег.

Суточный ход освещенности повторяет суточный ход радиации.

4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

4.1. Температура воздуха

Географическое положение, особенности атмосферной циркуляции и поступления солнечной радиации, характер подстилающей поверхности обуславливают определенный термический режим Якутска и его окрестностей.

Температура воздуха является одним из основных элементов климата. Вследствие большой изменчивости температуры во времени и пространстве ее характеристики довольно разнообразны.

Сведения о температуре воздуха приводятся на основе показаний жидкостных (ртутных и спиртовых) термометров, помещенных в психрометрической будке на высоте два метра. Для расчета суточного хода использованы данные термографа, установленного в аналогичной будке на той же высоте. Основное назначение такой установки приборов заключается в защите их от солнечной и длинноволновой радиации и осадков.

Средняя месячная и средняя суточная температура воздуха. Температура воздуха имеет хорошо выраженный годовой ход, который почти строго параллелен годовому ходу притока солнечной радиации. Наибольшие средние месячные температуры обычно наблюдаются на следующий месяц после максимума притока солнечной радиации. Отставание в изменении температуры воздуха от притока солнечной радиации отмечается и зимой (рис. 18). Максимум солнечной радиации приходится на июнь, когда высота солнца наибольшая, а максимум температуры воздуха — на июль. Минимум солнечной радиации характерен для декабря, когда высота солнца наименьшая, а минимум температуры воздуха — для января.

Самым холодным месяцем является январь. Однако довольно часто температура декабря или февраля (или того и другого) ниже температуры января. Такие годы составляют около 30 %, причем на декабрь приходится 27 %, а на февраль — всего 3 %. Минимум средней суточной температуры падает на середину января, т. е. вторая декада января является самой холодной. Средняя месячная температура января $-42,7^{\circ}\text{C}$ (см. табл. 24 приложения). В отдельные годы температура воздуха может быть значительно выше или ниже средней. Так, например, в 1900 г. средняя температура января была $-51,4^{\circ}\text{C}$, что на $8,7^{\circ}\text{C}$ ниже, чем средняя многолетняя. Эта температура оказалась ниже, чем в Верхоянске ($-48,6^{\circ}\text{C}$) и в Оймяконе ($-50,0^{\circ}\text{C}$). Напомним,

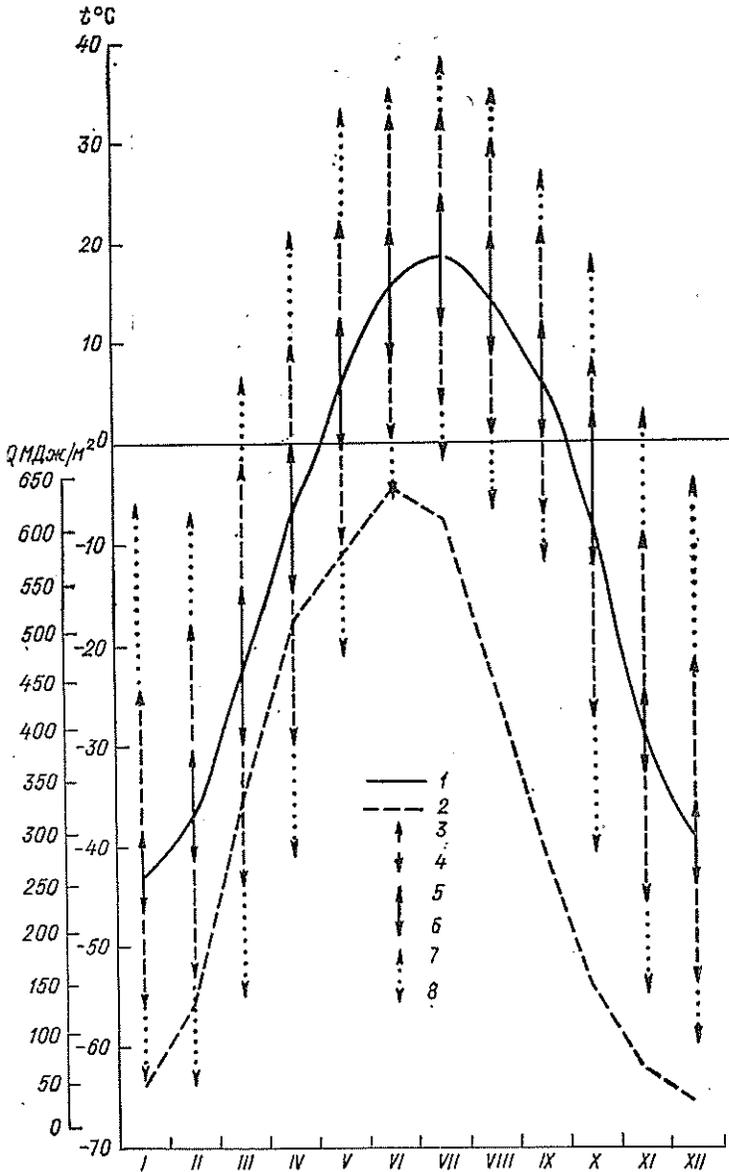


Рис. 18. Годовой ход температуры воздуха и суммарной радиации.

1 — средняя месячная температура, 2 — суммарная радиация, 3 — средний из абсолютных максимумов, 4 — средний из абсолютных минимумов, 5 — средний максимум, 6 — средний минимум, 7 — абсолютный максимум, 8 — абсолютный минимум.

что эти пункты являются самыми холодными в северном полушарии. В 1900 г. весь месяц температура воздуха была ниже -45°C , а 21 день — ниже -50°C (в среднем многолетнем вероятность лет со средней месячной температурой $-50,0^{\circ}\text{C}$ и ниже составляет 3 %). Самым теплым в Якутске был январь 1963 г., его средняя температура $-32,7^{\circ}\text{C}$, что на $0,8^{\circ}\text{C}$ выше средней многолетней температуры января в Олекминске ($-33,5^{\circ}\text{C}$), расположенном к западу-юго-западу от Якутска более, чем на 500 км. Вероятность лет со средней месячной температурой $-34,0^{\circ}\text{C}$ и выше составляет 2 %. Самая низкая средняя суточная температура воздуха ($-61,5^{\circ}\text{C}$) в Якутске была 19 января 1898 г., самая высокая ($-14,2^{\circ}\text{C}$) — 25 января 1898 г. (см. табл. 27 приложения). Повторяемость средней суточной температуры $-40,0^{\circ}\text{C}$ и ниже составляет 67 % (табл. 19).

Таблица 19

Повторяемость (%) средних суточных температур воздуха в различных пределах. 1888, 1895—1960 гг.

Температура, $^{\circ}\text{C}$		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
-64,9	-60,0	0,1	0,1										
-59,9	-55,0	2,3	0,4										0,4
-54,9	-50,0	15,5	2,4									0,3	7,5
-49,9	-45,0	25,5	9,6	0,05								1,4	21,4
-44,9	-40,0	23,5	19,1	0,9								6,7	24,3
-39,9	-35,0	16,5	23,7	4,5								13,2	19,1
-34,9	-30,0	10,9	22,5	13,5							0,2	20,2	13,3
-29,9	-25,0	3,7	14,0	19,8	0,6						1,2	19,3	8,7
-24,9	-20,0	1,6	6,0	24,9	2,5						4,6	17,4	3,5
-19,9	-15,0	0,3	1,9	18,8	10,0						12,2	13,2	1,3
-14,9	-10,0	0,1	0,3	11,5	20,2	0,1					17,1	6,2	0,4
-9,9	-5,0			4,6	29,2	2,1				0,5	24,5	1,9	0,1
-4,9	0,0			1,5	25,8	9,9				8,7	27,5	0,3	
0,1	4,9				10,7	29,3	0,7		0,3	29,1	11,5		
5,0	9,9				0,8	35,2	8,7		9,0	41,1	1,2		
10,0	14,9				0,2	19,8	30,7	1,0	13,0	36,4	18,6	0,05	
15,0	19,9					3,5	41,7	42,9	40,8	2,0			
20,0	24,9					0,1	17,1	36,9	12,8				
25,0	29,9						1,1	6,2	0,7				

Средние декадные температуры января близки между собой. Температура воздуха в первой половине января еще понижается, достигая минимума в середине месяца, со второй половины января наступает плавное повышение температуры (табл. 20).

Повышение средней месячной температуры воздуха от января к февралю составляет $6,6^{\circ}\text{C}$ (табл. 21). Разница в температурах января и февраля днем почти в два раза больше, чем ночью, что хорошо видно из табл. 25 приложения. Такой ход изменения температуры воздуха обусловлен увеличением продолжительности солнечного сияния и интенсивности солнечной радиации. Сред-

Таблица 20

Изменение средней температуры воздуха (°C) от декады к декаде.
1882—1977 гг.

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

Таблица 21

Изменение температуры воздуха (°C) от месяца к месяцу. 1882—1977 гг.

I-I	II-II	III-III	IV-IV	V-V	VI-VI	VII-VII	VIII-VIII	IX-IX	X-X	XI-XI	XII-XI
6,6	14,0	14,9	13,1	9,5	3,3	-3,9	-8,6	-14,1	-20,4	-11,4	-3,0

няя многолетняя температура в феврале составляет $-36,1^{\circ}\text{C}$, но в отдельные годы она может быть выше или ниже (см. табл. 24 приложения). Так, наиболее холодным был февраль 1931 г., его средняя температура понижалась до $-44,6^{\circ}\text{C}$, число дней с температурой -45°C и ниже составило 18, а наиболее теплым — февраль 1921 г., его температура была $-27,2^{\circ}\text{C}$. В конце первой пентады февраля осуществляется устойчивый переход средней суточной температуры через -40°C в сторону потепления, в конце третьей декады — через -30°C (табл. 22). Если в январе число

Таблица 22

Даты наступления средних суточных температур воздуха выше и ниже определенных пределов и число дней с температурой, превышающей эти пределы. 1882—1960 гг.

Температура, °C					
-40	-35	-30	-25	-20	-15
4 II 15 XII 313	17 II 26 XI 281	27 II 17 XI 262	10 III 10 XI 244	20 III 4 XI 228	31 III 27 X 209
Температура, °C					
-10	-5	0	5	10	15
10 IV 19 X 191	20 IV 11 X 173	30 IV 3 X 155	13 V 19 IX 128	28 V 3 IX 97	12 VI 16 VIII 64

дней со средней суточной температурой -40°C и ниже составляет 21 день, то в феврале оно равно всего девяти, а максимальное число дней с такой температурой в феврале 1931 г. составило 20.

В марте идет интенсивный рост температуры воздуха от декады к декаде, особенно дневной (табл. 20). Это обусловливается резким увеличением продолжительности солнечного сияния и интенсивности солнечной радиации. В среднем март теплее февраля на $14,0^{\circ}\text{C}$, его средняя температура $-22,1^{\circ}\text{C}$. В отдельные годы средняя температура марта может значительно отклоняться от средней многолетней. Так, самым холодным был март 1933 г. ($-27,5^{\circ}\text{C}$), а самым теплым — март 1930 г. ($-14,6^{\circ}\text{C}$) (см. табл. 24 приложения). Самым холодным днем в марте ($-46,5^{\circ}\text{C}$) было 9 марта 1954 г., а самым теплым ($-1,9^{\circ}\text{C}$) — 31 марта 1920 г. Наибольшая повторяемость средней суточной температуры (25 %) приходится на градацию от $-20,0$ до $-25,0^{\circ}\text{C}$ (см. табл. 19). В конце первой декады марта осуществляется устойчивый переход средней суточной температуры через -25°C , а в конце месяца — через -15°C (табл. 22).

От марта к апрелю происходит самое резкое повышение температуры воздуха, что главным образом связано с изменением альбедо подстилающей поверхности и резким ростом интенсивности солнечной радиации (см. табл. 16 приложения). В среднем апрель теплее марта на $14,9^{\circ}\text{C}$, его средняя многолетняя температура $-7,2^{\circ}\text{C}$. В конце первой декады апреля осуществляется устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через -10°C , а в конце месяца через 0°C (табл. 22). Наибольшая повторяемость средней суточной температуры (29 %) приходится на пределы от $-5,0$ до $-10,0^{\circ}\text{C}$ (табл. 19).

Повышение температуры воздуха от апреля к маю еще значительное, но рост температуры в мае менее интенсивный, чем в апреле. От второй декады к третьей рост температуры несколько замедляется, а затем от третьей декады мая к первой декаде июня интенсивность ее роста снова несколько увеличивается, и дальше идет плавное повышение температуры (табл. 20). Это связано со вскрытием р. Лены и ее половодьем. В это время огромные пространства воды (до 10 км в поперечном сечении), покрытой в течение двух-трех дней плавучими льдами, а также ветреная погода замедляют рост температуры воздуха.

Май теплее апреля на $13,1^{\circ}\text{C}$, его средняя температура $5,9^{\circ}\text{C}$. Наибольшая повторяемость средних суточных температур в этом месяце приходится на градации $5-10^{\circ}\text{C}$ (38 %), но повторяемость температур ниже 0°C еще составляет 12 % (табл. 19). Самыми холодными днями в мае были 4 мая 1895 г. и 1 мая 1959 г., средняя суточная температура их составила $-11,2^{\circ}\text{C}$. Самым теплым был день 28 мая 1925 г., когда средняя суточная температура повысилась до $24,6^{\circ}\text{C}$. Во второй декаде мая осуществляется устойчивый переход средней суточной температуры через 5°C , а в третьей декаде — через 10°C (табл. 22).

В июне наступает теплая летняя погода. Средняя температура июня $15,4^{\circ}\text{C}$. За период с 1888 по 1978 г. (табл. 24 приложения) самым теплым был июнь 1940 и 1959 гг. ($18,4^{\circ}\text{C}$), а наиболее холодным — июнь 1926 г. ($11,5^{\circ}\text{C}$). В 5 % лет он бывает теплее июля. Самая низкая средняя суточная температура наблюдалась 2 июня 1900 г. ($1,6^{\circ}\text{C}$), а самая высокая ($27,6^{\circ}\text{C}$) — 30 июня 1935 г. Наибольшая повторяемость средних суточных температур (42 %) приходится на градацию $15-20^{\circ}\text{C}$ (табл. 19). Во второй декаде июня происходит устойчивый переход средней суточной температуры через 15°C (табл. 22).

Повышение температуры воздуха продолжается до второй декады июля, с третьей декады июля начинается плавное понижение температуры (табл. 20). Июль в 93 % лет является самым теплым месяцем года, его средняя многолетняя температура $18,7^{\circ}\text{C}$. Но в редкие годы июль может быть холоднее июня или августа, или того и другого, вероятность таких лет около 7 %. Так, в 1959 г. июль был холоднее июня и августа: температура воздуха составляла в июне $18,4^{\circ}\text{C}$, в июле $16,0^{\circ}\text{C}$ и в августе $17,8^{\circ}\text{C}$. В отдельные годы колебания средней месячной температуры июля довольно значительны. Так, за исследуемый период с 1888 по 1978 г. самым холодным ($15,4^{\circ}\text{C}$) был июль 1911 г., а самым теплым ($22,2^{\circ}\text{C}$) — июль 1970 г. (табл. 24 приложения). Повторяемость средних суточных температур 25°C и выше составляет 6 %, ниже 10°C — 1 % (табл. 19). Самым теплым в Якутске был день 15 июля 1910 г. (средняя суточная температура $29,6^{\circ}\text{C}$), а самым холодным ($6,6^{\circ}\text{C}$) — 31 июля 1940 г. (табл. 27 приложения). Повторяемость средней суточной температуры 15°C и выше составляет 86 % (табл. 19).

Август уже на $3,9^{\circ}\text{C}$ холоднее июля, его средняя многолетняя температура $14,8^{\circ}\text{C}$. Самым теплым ($18,3^{\circ}\text{C}$) был август 1969 г., а самым холодным — ($9,9^{\circ}\text{C}$) август 1915 г. (табл. 24 приложения). Самая низкая средняя суточная температура ($1,9^{\circ}\text{C}$) наблюдалась 29 августа 1898 г., а самая высокая ($28,2^{\circ}\text{C}$) — 2 и 3 августа 1918 г. Наибольшая повторяемость температуры (41 %) приходится на градацию $15-20^{\circ}\text{C}$ (табл. 19). В середине августа осуществляется устойчивый переход средней суточной температуры через 15°C в сторону понижения. За весь период наблюдений в 2 % лет август был самым теплым месяцем в году.

Сентябрь уже холоднее августа на $8,6^{\circ}\text{C}$, его средняя многолетняя температура $6,2^{\circ}\text{C}$. Как и в другие месяцы, в сентябре в отдельные годы температура воздуха может значительно отличаться от средней многолетней. Так, самым холодным ($2,6^{\circ}\text{C}$) был сентябрь 1911 г., а самым теплым ($9,3^{\circ}\text{C}$) — сентябрь 1890 г. (табл. 24 приложения). Самыми холодными были сутки 30 сентября 1897 г., когда температура в среднем за сутки опустилась до $-6,8^{\circ}\text{C}$, самыми теплыми — сутки 4 сентября 1896 г., когда температура в среднем за сутки повысилась до $18,1^{\circ}\text{C}$. Наибольшая повторяемость средних суточных температур приходится на градацию $5-10^{\circ}\text{C}$ (41 %). В сентябре уже ежегодно бывает 2—3 дня

со средней суточной температурой 0°C и ниже, наибольшее число таких дней (15) наблюдалось в 1911 г., повторяемость их составляет 9,2% (табл. 19). В начале первой декады сентября осуществляется устойчивый переход средней суточной температуры через 10°C , а в конце второй — через 5°C .

В октябре от первой декады ко второй происходит уже резкое понижение температуры, что в значительной мере обусловлено увеличением альбедо подстилающей поверхности вследствие образования устойчивого снежного покрова. Октябрь холоднее сентября на $14,1^{\circ}\text{C}$, его многолетняя средняя температура $-7,9^{\circ}\text{C}$. За исследуемый период самым холодным ($-12,1^{\circ}\text{C}$) был октябрь, 1940 г., а самым теплым ($-2,5^{\circ}\text{C}$) — октябрь 1947 г. (табл. 24 приложения). Самая низкая температура за сутки наблюдалась 30 октября 1940 г. ($-32,8^{\circ}\text{C}$), а самая высокая 3 октября 1943 г. ($10,4^{\circ}\text{C}$). Наибольшая повторяемость средних суточных температур в октябре приходится на градацию от 0 до -5°C (27,5%), а повторяемость положительных температур составляет 12,7%. В октябре бывает в среднем четыре дня с положительной средней суточной температурой, а наибольшее число дней (12) отмечалось в 1916 г.

От октября к ноябрю происходит самое резкое понижение температуры. Ноябрь холоднее октября на $20,4^{\circ}\text{C}$, его средняя многолетняя температура $-28,3^{\circ}\text{C}$. В отдельные годы средняя месячная температура значительно различается, ее наибольшая повторяемость приходится на градацию от -26 до -30°C . Самым теплым (-20°C) был ноябрь 1924 г., а самым холодным ($-37,5^{\circ}\text{C}$) — ноябрь 1952 г. Самая высокая средняя суточная температура ($-2,7^{\circ}\text{C}$) наблюдалась 1 ноября 1903 г., а самая низкая ($-52,1^{\circ}\text{C}$) — 29 ноября 1952 г. Наибольшая повторяемость средних суточных температур находится в пределах от -25 до -35°C (39,5%). В начале ноября осуществляется устойчивый переход средней суточной температуры через -20°C , а в середине третьей декады — через -35°C (табл. 22).

Декабрь холоднее ноября на $11,4^{\circ}\text{C}$, его средняя многолетняя температура $-39,7^{\circ}\text{C}$. В отдельные годы декабрь бывает холоднее января (в 27% лет). От года к году средняя месячная температура воздуха значительно меняется. Самый холодный декабрь ($-46,8^{\circ}\text{C}$) отмечался в 1920 г., а самый теплый ($-31,4^{\circ}\text{C}$) — в 1924 г. (табл. 24 приложения). В декабре за 93 года наблюдений самым теплым ($-8,7^{\circ}\text{C}$) был день 22 декабря 1939 г., а самым холодным ($-57,2^{\circ}\text{C}$) — 31 декабря 1950 г. Ежегодно в декабре бывает восемь-девять дней со средней суточной температурой -45°C и ниже, наибольшее число дней (21) с такой температурой наблюдалось в 1957 г. В середине декабря осуществляется устойчивый переход средней суточной температуры через -40°C .

Температуре воздуха присуща большая изменчивость, поэтому необходимым дополнением к средним значениям являются отклонения средней месячной температуры от средней многолетней

(табл. 23). Наибольшие положительные (7,5—10,0 °С) и отрицательные (—7,1... —9,2 °С) отклонения отмечаются зимой (ноябрь—февраль). Это объясняется тем, что при антициклоническом типе погоды, что характерно для зимы, происходят как вторжения теплых масс воздуха со стороны Охотского моря и с юга, значительно повышающие температуру воздуха, так и вторжения холодных арктических масс воздуха с севера, создающих пониженный температурный фон, усиленный дальнейшим выхолаживанием. Экстремальные отклонения средней месячной температуры от нормы вызываются преобладанием того или иного типа процессов.

Таблица 23

Отклонение средней месячной температуры воздуха (°С) от средней многолетней. 1882—1977 гг.

Месяц	$\pm \bar{\Delta t}$	$+\Delta t_{\text{наиб}}$	$-\Delta t_{\text{наиб}}$	Месяц	$\pm \bar{\Delta t}$	$+\Delta t_{\text{наиб}}$	$-\Delta t_{\text{наиб}}$
I	3,0	10,0	—8,7	VII	1,3	3,5	—3,3
II	2,7	8,9	—8,5	VIII	1,2	3,4	—4,9
III	2,2	7,5	—5,4	IX	1,2	3,1	—3,6
IV	1,7	7,4	—6,0	X	1,7	5,4	—4,2
V	1,4	3,8	—4,0	XI	2,6	8,3	—9,2
VI	1,4	3,1	—3,9	XII	2,7	8,3	—7,1

Распределение средних месячных температур близко к нормальному, поэтому одной из характеристик изменчивости средних месячных температур воздуха обычно служит среднее квадратическое отклонение (σ). Данные об изменчивости температуры воздуха приведены в табл. 24 приложения. В годовом ходе изменчивости средних месячных температур отмечается один максимум (зимой) и один минимум (в летне-осенний период). Наибольшая изменчивость приходится на ноябрь—февраль, когда на общем антициклоническом фоне возможны повышения температуры при адвекции более теплых воздушных масс со стороны Охотского моря и Средней Азии, а также при адвекции холодных арктических масс воздуха с севера.

Самая устойчивая погода в августе и сентябре. В эти месяцы изменчивость средних месячных температур наименьшая (1,5—1,4 °С).

Для более полной характеристики температурного режима в табл. 24 приведены обеспеченности средних месячных температур воздуха, а для характеристики термических ресурсов в табл. 25 даны суммы средних суточных температур воздуха выше и ниже 0 °С, которые отражают ресурсы «тепла» и «холода». Например, суммы положительных температур воздуха могут быть использованы как показатель теплообеспеченности растений. Колебания сумм температур, как и средних температур, в отдельные годы

Таблица 24

Средняя месячная температура воздуха (°С) различной обеспеченности. 1882—1978 гг.

Месяц	\bar{t}	t_{\max}	Обеспеченность, %													t_{\min}
			2	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	98	
I	-42,7	-32,7	-34,1	-36,4	-37,5	-40,1	-40,7	-41,8	-42,6	-43,7	-44,8	-45,8	-47,3	-49,2	-51,2	-51,4
II	-36,1	-27,2	-27,5	-29,0	-31,7	-33,3	-34,2	-35,4	-36,3	-37,0	-37,7	-38,8	-40,4	-42,5	-44,1	-44,6
III	-22,1	-14,6	-15,6	-16,6	-18,3	-20,2	-20,7	-21,5	-22,2	-22,9	-23,5	-24,7	-26,1	-26,5	-27,1	-27,5
IV	-7,2	0,1	-1,5	-3,1	-4,3	-5,6	-6,3	-6,6	-7,2	-7,8	-8,5	-9,2	-10,2	-10,2	-11,8	-13,2
V	5,9	9,7	9,5	9,0	8,2	7,1	6,7	6,2	5,9	5,5	5,0	4,2	3,5	3,0	2,1	1,9
VI	15,4	18,4	18,2	18,0	17,4	16,7	16,3	16,0	15,7	14,9	14,3	13,8	13,2	12,7	12,0	11,5
VII	18,7	22,2	21,8	21,5	20,9	19,9	19,5	19,0	18,7	18,5	17,6	17,1	16,6	16,6	15,9	15,8
VIII	14,8	18,3	17,9	17,2	16,7	16,3	15,5	15,1	14,8	14,5	14,1	13,7	13,2	12,8	10,3	9,9
IX	6,2	9,3	8,8	8,4	8,2	7,6	7,1	6,6	6,3	5,8	5,4	4,8	4,2	3,8	3,3	2,6
X	-7,9	-2,5	-3,2	-4,3	-4,9	-6,0	-6,8	-7,6	-8,0	-8,6	-9,3	-10,0	-10,6	-11,0	-12,0	-12,1
XI	-28,3	-20,0	-21,0	-22,0	-23,6	-25,7	-26,5	-27,3	-28,7	-29,2	-30,1	-31,0	-32,2	-33,0	-35,6	-37,5
XII	-39,7	-31,4	-31,7	-33,2	-35,0	-37,1	-38,2	-38,9	-39,6	-40,5	-41,8	-42,8	-44,3	-46,0	-46,5	-46,8

Таблица 25

Суммы средних (отрицательных и положительных) суточных температур воздуха выше определенных пределов. 1882—1960 гг.

Предел, °С												
-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	<0	>0	5	10	15
-2020	-3351	-3972	-4475	-4857	-5171	-5398	-5532	-5574	1866	1795	1565	1148

довольно значительны. Так, суммы температур воздуха выше 10°C могут изменяться от 1050 до 1780°C (при среднем значении 1570°C). Еще более неустойчивы суммы температур выше 15°C и особенно суммы температур ниже -15°C .

Суточный ход и суточная амплитуда температуры воздуха. Дополнительной характеристикой к средней за сутки температуре воздуха является ее суточный ход (средняя температура воздуха в различные часы суток). Он дает представление, из каких средних почасовых температур складывается средняя суточная температура (см. табл. 25 приложения). Сглаженный суточный ход температуры воздуха с наибольшими амплитудами ($2,1\text{—}2,7^{\circ}\text{C}$) наблюдается в декабре и январе. Наиболее четко выраженный суточный ход отмечается с марта по август (с амплитудами $9,0\text{—}11,9^{\circ}\text{C}$), самая низкая температура в это время приходится на часы перед восходом солнца, а самая высокая — на $14\text{—}15$ ч. Основной характеристикой суточного хода температуры воздуха является суточная амплитуда температуры (периодическая амплитуда), полученная как разность между средней за месяц температурой самого теплого и самого холодного часа (табл. 25 приложения). В годовом ходе амплитуда температуры имеет два минимума: зимний (декабрь—январь) и весенний (май) и два максимума: зимне-весенний (март—апрель) и летний (июнь—август).

Для характеристики изменения температуры воздуха за ограниченный период (сутки и менее) используется средняя суточная амплитуда (разность между максимальной и минимальной температурой за сутки). В табл. 26 амплитуда дается при различном состоянии неба и вне зависимости от него. В холодный период года, когда амплитуда в основном связана с адвективным фактором, изменение температуры может осуществляться в любом интервале времени в пределах суток. С марта по октябрь, когда амплитуда преимущественно зависит от суточного хода радиации, изменение температуры, соответствующее изменению амплитуды, осуществляется в течение 12 ч (в первую половину суток температура повышается, во вторую — понижается). Наименьшие значения амплитуды бывают в декабре и январе (около 8°C), наибольшие — в марте ($16,5^{\circ}\text{C}$). Во все месяцы года при пасмурной погоде значения амплитуды небольшие (от 5 до 8°C).

Кроме средней суточной амплитуды, имеет определенное значение ее максимальная величина, которая в течение года изменяется от 21 до 30°C (см. табл. 26 приложения). Наибольшая повторяемость амплитуды температуры воздуха в декабре и январе приходится на градацию $4\text{—}7^{\circ}\text{C}$ ($35\text{—}36\%$). В теплое время года амплитуда изменяется в пределах $10\text{—}15^{\circ}\text{C}$ ($45\text{—}49\%$), а в марте — в пределах $19\text{—}25^{\circ}\text{C}$ (46%).

Характеристикой степени устойчивости погоды может служить междусуточная изменчивость воздуха (табл. 27). Она зависит в основном от адвекции тепла или холода. Годовой ход средней междусуточной изменчивости аналогичен ходу суточной амплитуды.

Таблица 26

Средняя суточная амплитуда температуры воздуха (°С) при ясном, полужасном и пасмурном состоянии неба и вне зависимости от него (по характеристике нижней облачности). 1936—1960 гг.

Состояние неба	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ясно	8,3	12,2	16,7	15,7	15,1	17,0	16,8	16,9	15,7	11,7	10,2	8,6
Полужасно	7,4	10,9	15,1	11,4	11,8	13,2	12,4	11,9	10,1	8,9	9,1	7,7
Пасмурно	4,8	—	—	6,2	8,2	7,3	7,4	7,3	5,7	5,4	7,0	5,2
Вне зависимости от состояния неба	8,0	12,0	16,5	14,3	12,6	14,3	14,1	13,8	11,8	9,3	9,9	8,3

Примечание. Знак тире (—) обозначает, что для вычисления средней амплитуды число случаев было недостаточно (<10).

Таблица 27

Средняя междусуточная изменчивость (°С) температуры воздуха. 1936—1960 гг.

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

В течение года она изменяется от 1,8 в сентябре до 4,0 в ноябре—декабре. В отдельных случаях она может достигать зимой $\pm 18-20^{\circ}\text{C}$ и летом $\pm 9-13^{\circ}\text{C}$, однако повторяемость их невелика. Наибольшая повторяемость изменчивости наблюдается в пределах $1,9... -1,9^{\circ}\text{C}$ [78, ч. 2].

Для характеристики термического режима суток или отдельных дней месяца удобно пользоваться номограммами (рис. 19, 20), на которых по вертикали дается средняя температура, а по горизонтали — возможная температура.

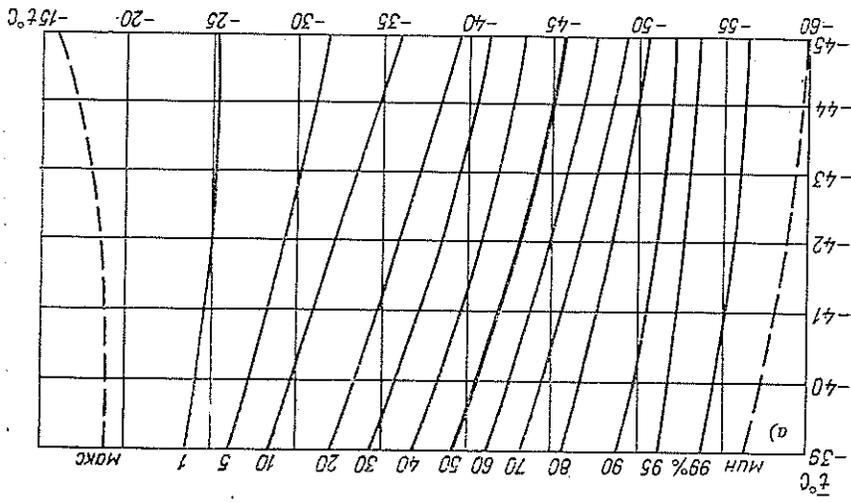
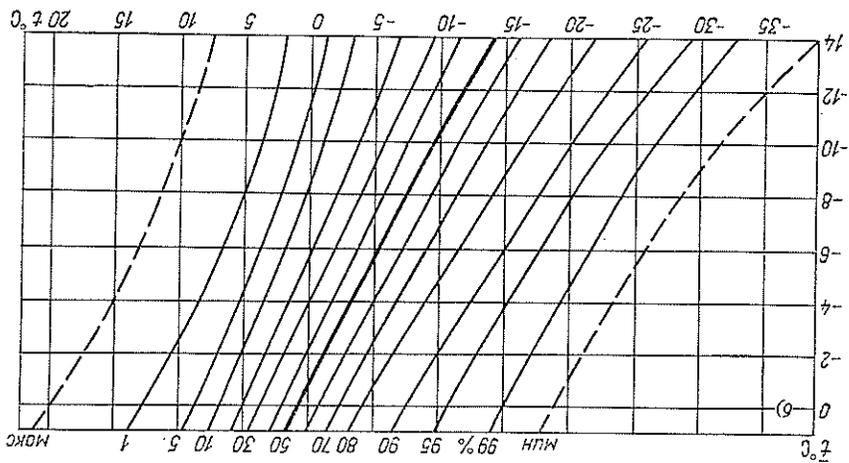
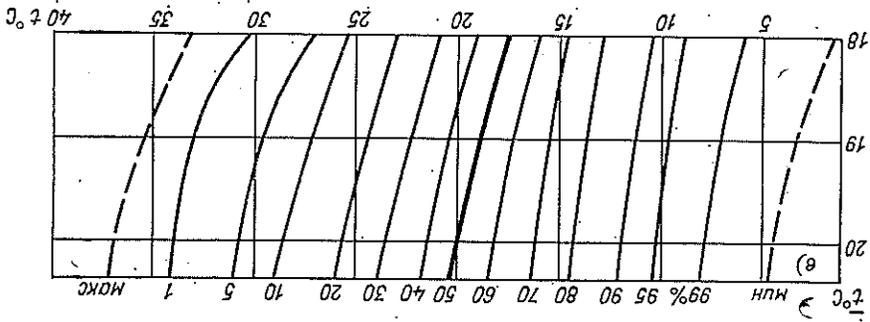
Минимальная температура воздуха. Для решения многих практических задач очень важно знать наряду со средними температурами и минимальные температуры воздуха: средний и абсолютный минимум и средний из абсолютных минимумов.

Минимальная температура воздуха — это наименьшее значение температуры в суточном, месячном и годовом ходе (за сутки, месяц и год). Годовой ход минимальных месячных температур аналогичен годовому ходу средних месячных температур (см. рис. 18).

В теплый период, когда суточные колебания температуры определяются в основном суточным ходом радиационного баланса, минимальные температуры наблюдаются непосредственно перед восходом солнца. В холодное время года минимум температуры может приходиться на любые часы суток, но при устойчивой хорошей погоде он обычно приурочен к моменту восхода солнца. Минимальные температуры наблюдаются чаще всего при ослабленном турбулентном обмене. Поэтому они и связанные с ними характеристики в большей степени, чем средние месячные (суточные) температуры, зависят от местных условий.

В табл. 24 приложения приведены характеристики минимальной температуры воздуха в Якутске. При использовании этих данных необходимо иметь в виду, что на величину минимальных значений заметно влияют местные условия (рельеф, высота, подстилающая поверхность).

В январе средний минимум температуры $-46,6^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум $-63,0^{\circ}\text{C}$ (19 января 1898 г.). Самая низкая температура, когда-либо наблюдавшаяся в Якутске ($-64,4^{\circ}\text{C}$), была зарегистрирована 5 февраля 1891 г. В среднем за 10 лет дней с минимальной температурой -60°C и ниже в январе бывает два, а в феврале один, с минимальной температурой -55°C и ниже — в январе около трех дней, а в феврале один, с минимальной температурой воздуха -50°C и ниже — в январе 11—12 дней, а в феврале три-четыре дня. В отдельные годы могут быть значительные отклонения от приведенных средних значений. Так, в январе 1931 г. число дней с минимальной температурой -55°C и ниже достигло 16, а в феврале 1931 г. — восьми. С минимальной температурой -50°C и ниже в январе 1900 и 1931 гг. было по 28 дней, а в феврале 1931—20 дней. Повторяемость минимальных



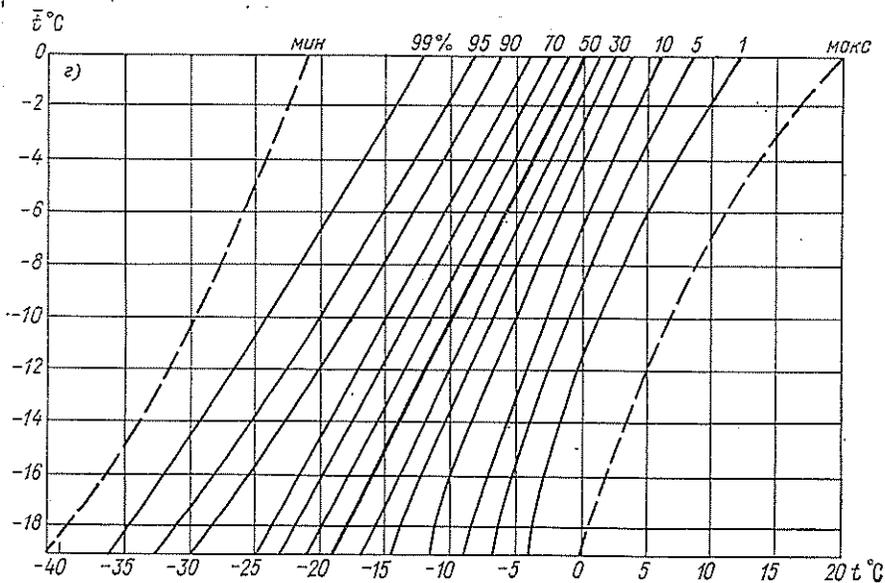


Рис. 19. Номограммы для расчета ежедневных температур воздуха различной обеспеченности.

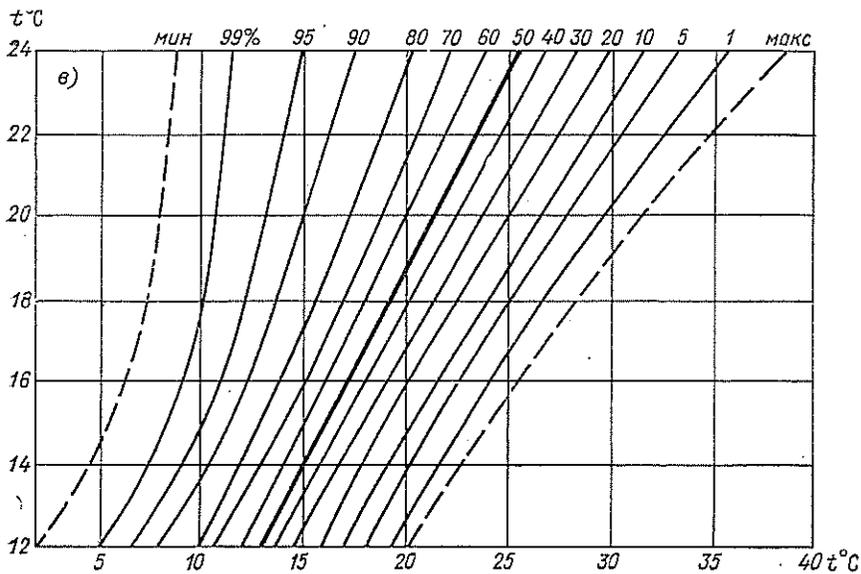
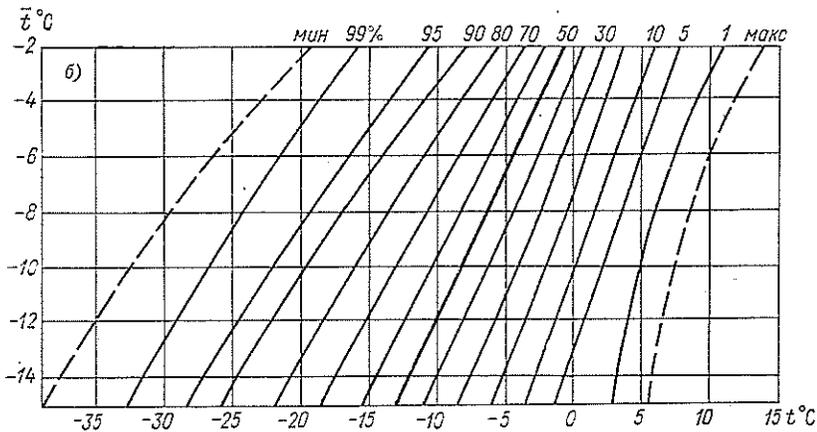
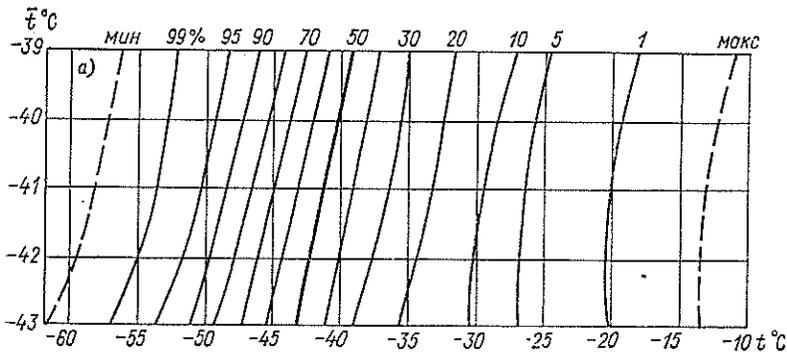
a — январь, *б* — апрель, *в* — июль, *г* — октябрь; \bar{t} — средняя месячная температура воздуха по дням, t — возможная ежедневная температура воздуха.

температур -50°C и ниже в январе составляет около 38%, а в феврале — около 14% (табл. 28).

Таблица 28

Повторяемость (%) минимальной температуры воздуха в различных пределах. 1888, 1895—1935, 1937—1960 гг.

Температура, $^{\circ}\text{C}$		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
-64,9	-60,0	0,6	0,4										
-59,9	-55,0	9,3	2,1										3,1
-54,9	-50,0	27,9	11,0	0,2								1,0	18,6
-49,9	-45,0	27,9	22,0	2,5								2,0	29,8
-44,9	-40,0	18,3	23,6	10,6	0,1						0,0	14,8	21,6
-39,9	-35,0	9,6	20,9	17,7	0,6						0,3	20,1	13,6
-34,9	-30,0	4,8	12,7	21,8	3,6						1,7	19,2	8,0
-29,9	-25,0	1,4	4,9	21,6	8,7						5,4	16,0	3,5
-24,9	-20,0	0,3	2,1	13,5	14,6						9,8	11,6	1,1
-19,9	-15,0		0,3	7,5	20,8	0,7					16,3	7,2	0,4
-14,9	-10,0			3,5	22,5	2,9				0,8	21,1	2,3	0,3
-9,9	-5,0			0,9	17,5	12,7				8,6	25,8	0,7	
-4,9	0,0			0,2	10,3	37,6	2,5	0,1	0,1	34,8	17,3	0,1	
0,1	4,9				1,3	35,8	18,0	3,3	17,7	38,3	2,3		
5,0	9,9					9,9	45,0	27,7	40,0	15,7			
10,0	14,9					0,4	31,1	49,5	34,9	1,9			
15,0	19,9						3,4	18,8	5,0				
20,0	24,9							0,7	0,1				



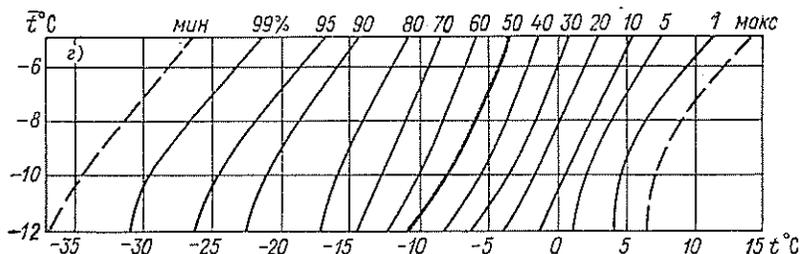


Рис. 20. Номограммы для расчета ежечасных температур воздуха различной обеспеченности.

a — январь, *б* — апрель, *в* — июль, *г* — октябрь; \bar{t} — средняя месячная температура воздуха по срокам, *t* — возможная ежечасная температура воздуха.

Как правило, такие низкие температуры бывают при устойчивой антициклонической погоде. В это время формируется воздух, характеризующийся очень низкими температурами в приземном слое, чрезвычайной устойчивостью, мощными приземными инверсиями.

В марте средний минимум температуры воздуха уже составляет -30°C (табл. 24 приложения). В отдельные годы температура может опуститься до -50°C и ниже. Так, самая низкая температура $-54,9^{\circ}\text{C}$ наблюдалась 9 марта 1954 г. Как правило, сильные морозы в марте бывают перед восходом солнца, днем температура воздуха резко повышается.

В апреле средний минимум температуры еще составляет $-14,6^{\circ}\text{C}$, а средний из абсолютных минимумов $-30,2^{\circ}\text{C}$ (табл. 24 приложения). Абсолютный минимум $-41,0^{\circ}\text{C}$ наблюдался 3 апреля 1966 г. Наибольшая повторяемость минимальной температуры (22,5 %) приходится на градацию $-10...-15^{\circ}\text{C}$ (табл. 28).

Во все месяцы теплого периода могут наблюдаться минимальные температуры ниже 0°C . Так, в мае абсолютный минимум составляет еще $-21,0^{\circ}\text{C}$ (получен расчетным путем, относится к 1909 г.), в июне $-5,3^{\circ}\text{C}$ (5 июня 1955 г.), а в июле $-1,5^{\circ}\text{C}$ (6 июля 1978 г.). Этот июльский минимум был обусловлен мощным вторжением холодных арктических масс воздуха и дополнительным радиационным выхолаживанием, что и привело к такому сильному понижению температуры. В июле температура воздуха 0°C и ниже бывает редко. Вероятность лет с такими температурами составляет 3 %. В августе абсолютный минимум равен $-9,0^{\circ}\text{C}$, а в сентябре $-12,0^{\circ}\text{C}$. В июне и августе температуры 0°C и ниже наблюдаются почти ежегодно, а в некоторые годы таких дней бывает несколько.

В октябре, после установления снежного покрова, морозы в отдельные годы достигают $-35...-40^{\circ}\text{C}$. Самая низкая минимальная температура ($-40,9^{\circ}\text{C}$) была зарегистрирована 31 октября 1940 г. Повторяемость минимальных температур 0°C и ниже составляет 97 % (табл. 28).

В ноябре наибольшая повторяемость минимальных температур приходится на градацию $-35 \dots -40^\circ\text{C}$ (20 %), средний из абсолютных минимумов составляет -46°C . Абсолютный минимум наблюдался 30 ноября 1932 г. ($-54,6^\circ\text{C}$).

В декабре наибольшая повторяемость минимальных температур сдвигается на градацию $-45 \dots -55^\circ\text{C}$ (30 %). Самая низкая минимальная температура (-60°C) наблюдалась 31 декабря 1911 г. Ежегодно может наблюдаться один день с температурой

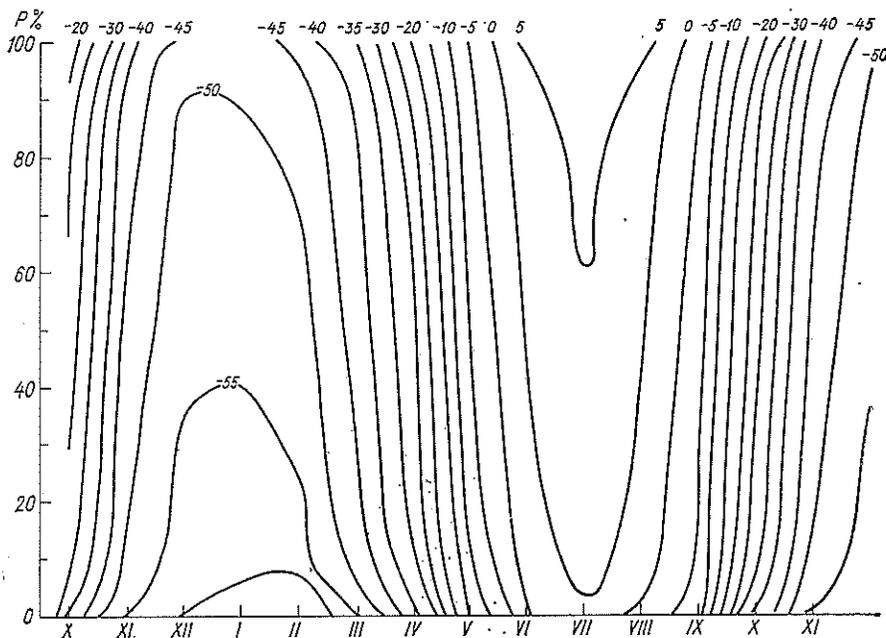


Рис. 21. Изоплеты абсолютного минимума температуры воздуха ($^\circ\text{C}$) различной обеспеченности P .

-55°C и ниже, а с температурой -50°C и ниже ежегодно бывает шесть-семь дней. В отдельные годы могут быть значительные отклонения от среднего числа дней. Так, в 1921 г. отмечалось семь дней с температурой -55°C и ниже, а в 1907 г. — 18 дней с температурой -50°C и ниже.

В холодный период года минимальные температуры изменяются в довольно широких пределах. Так, в январе можно отметить как дни с минимальной температурой -60°C и ниже, так и дни с минимальной температурой -25°C и выше. В теплый период пределы изменения минимальных температур значительно меньше. В дополнение к сказанному приводится рис. 21, который дает наглядное представление о годовом ходе абсолютного минимума различной обеспеченности.

Заморозки. Понижение температуры воздуха до 0°C и ниже при установившемся режиме положительной температуры принято называть заморозком. Заморозки возникают обычно ночью или в ранние утренние часы при ясной тихой погоде. Понижение температуры до 0°C и ниже возможны и в другие часы суток при общем похолодании.

Весенние заморозки в воздухе обычно прекращаются в конце мая, осенние появляются в среднем в начале сентября (см. табл. 30 приложения). Однако сроки их прекращения и наступления в большой степени зависят от метеорологических особенностей весенне-летнего периода конкретного года. В отдельные годы последние заморозки прекращались во второй декаде мая (1893, 1898, 1903, 1906, 1907 гг.), а иногда отмечались в начале июля (1944, 1978 гг.). Аналогичная картина наблюдается и осенью: появление первых заморозков может быть в начале августа (1942, 1946, 1950 гг.). Однако бывают годы, когда они отсутствуют до третьей декады сентября (1896, 1926, 1949, 1952 гг.). Колебания в сроках прекращения и наступления заморозков обуславливают значительную изменчивость продолжительности безморозного периода. В среднем в Якутске он составляет 92 дня. Наибольшая продолжительность безморозного периода (123 дня) отмечалась в 1896 г. Продолжительность безморозного периода обеспеченностью 95 % составляет 61 день, а обеспеченностью 5 % — 114 дней (табл. 30 приложения).

Максимальная температура воздуха. Максимальная температура воздуха характеризует дневную наиболее теплую часть суток. Влияние местных условий на максимальную температуру невелико, особенно в теплое время года, когда днем происходит интенсивное турбулентное перемешивание. В табл. 24 приложения приведены данные о максимальной температуре воздуха в Якутске. Летом наиболее часто они наблюдаются в 14—16 ч, а зимой — в 13—14 ч. В самые холодные зимние месяцы (декабрь—февраль) максимальная температура воздуха ежегодно может быть в пределах $-18 \dots -25^{\circ}\text{C}$, а в отдельные дни в редкие годы она может повышаться до $-3 \dots -7^{\circ}\text{C}$. В остальные месяцы холодного периода на фоне отрицательных средних суточных температур максимальные температуры могут достигать положительных значений, т. е. могут возникать дневные оттепели. В ноябре и марте дни с оттепелями наблюдаются не ежегодно; в апреле в среднем их бывает 11—12, а в октябре 6—7 ежегодно (см. табл. 29 приложения).

В летние месяцы ежегодно максимальные температуры могут наблюдаться в пределах $30-33^{\circ}\text{C}$. В отдельные дни в редкие годы температура воздуха может повышаться до $35-38^{\circ}\text{C}$. Так, 15 июля 1942 г. в Якутске была зарегистрирована самая высокая температура $38,3^{\circ}\text{C}$ за период с 1888 по 1978 г. (табл. 24 и 27 приложения); это абсолютный максимум температуры воздуха.

В отдельные годы абсолютный максимум в июле бывает ниже, чем в июне и в августе. Так, в 1932, 1950, 1954, 1955, 1959 гг.

Таблица 29

Повторяемость (%) максимальной температуры воздуха в различных пределах.
1888, 1893, 1895—1896, 1903—1907, 1910—1921, 1926—1960 гг.

Температура, °С		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
-59,9	-55,0	0,6											0,1
-54,9	-50,0	7,8	0,6										2,6
-49,9	-45,0	17,8	3,0									0,5	14,0
-44,9	-40,0	25,6	10,4									2,7	26,1
-39,9	-35,0	21,3	15,3	0,2								8,9	21,5
-34,9	-30,0	14,4	22,7	1,5								13,4	16,3
-29,9	-25,0	9,9	23,7	7,0							0,1	18,9	10,6
-24,9	-20,0	1,5	14,7	17,6							1,2	18,9	5,7
-19,9	-15,0	0,8	7,2	23,2	0,8						6,4	18,3	1,6
-14,9	-10,0	0,3	2,0	22,0	5,2						12,5	11,4	1,0
-9,9	-5,0		0,4	16,5	17,1	0,2					19,1	4,3	0,4
-4,9	0,0			9,8	28,7	2,1					26,5	2,7	0,1
0,1	4,9			2,1	30,8	9,2	0,1			1,3	9,1	23,6	
5,0	9,9			0,1	14,6	27,0	0,9	0,2	0,4	24,0	8,5		
10,0	14,9				2,4	32,2	8,6	2,4	8,4	32,2	1,9		
15,0	19,9				0,3	20,8	26,4	12,4	28,3	25,5	0,2		
20,0	24,9				0,1	7,8	36,4	31,9	36,8	7,0			
25,0	29,9					0,7	23,4	36,9	22,7	0,9			
30,0	34,9						4,1	14,9	3,3				
35,0	39,9						0,1	1,3	0,1				

Таблица 30

Максимальная температура воздуха (°С) различной вероятности. Год.
1912—1960 гг.

Средний из абсолютных максимумов	Вероятность максимумов указанных и более высоких, %							Абсолютный максимум
	95	90	75	50	25	10	5	
34	31	32	33	34	35	36	37	38

Таблица 31

Продолжительность периодов (дни) со средней суточной температурой воздуха выше определенных пределов различной вероятности. 1882—1960 гг.

Температура, °С	Продолжительность		Вероятность продолжительности указанной и большей, %						
	средняя	наименьшая	95	90	75	50	25	10	5
Выше 0	155	139	144	147	152	156	160	165	167
" 5	128	109	115	118	123	128	133	137	139
" 10	97	72	84	87	92	97	102	107	110
" 15	64	36	45	51	57	65	73	78	80

в июне максимум температуры воздуха превышал июльский, а в августе 1929, 1953, 1957 и 1958 гг. абсолютный максимум был выше июльского и июньского.

Повторяемость максимальных температур в пределах от 30 до 35 °С в июне составляет 4 %, в июле — 15 %, в августе — 3 % (табл. 29).

Вероятность абсолютного максимума температуры в одном случае в 5 % лет составляет 31 °С и ниже, в другие 5 % лет 37 °С и выше (табл. 30).

Пределы изменения максимальной температуры в центральных зимние месяцы (декабрь—февраль) существенно превышают летние. Если летом амплитуда средней месячной максимальной температуры 7—9 °С, то в зимние она составляет 14—17 °С.

В табл. 28 приложения и табл. 31 приведены даты наступления средних суточных температур воздуха выше и ниже определенных пределов и продолжительность периодов с температурой выше указанных пределов различной вероятности. Даты перехода средней суточной температуры воздуха через 5 °С весной и осенью определяют начало и конец вегетационного периода, переход температуры через 10 °С характеризует начало и конец активной вегетации сельскохозяйственных культур, а продолжительность периода с температурой выше 15 °С обуславливает успешное выращивание теплолюбивых культур (помидоры, огурцы и др.).

Значительное сокращение продолжительности указанных периодов пагубно сказывается на урожайности многих сельскохозяйственных культур. Для нормального развития растения нуждаются в определенных суммах тепла. Их определяют суммой средних суточных температур за соответствующий период. В табл. 32 представлена теплообеспеченность основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в окрестностях Якутска.

Для более полной характеристики ресурсов тепла дополнительно к табл. 31 и табл. 28 приложения приводятся вероятностные характеристики сумм температур выше 0, 5, 10, 15 °С (см. табл. 31 приложения).

В табл. 33 приводятся расчетные температуры воздуха наиболее холодных суток, наиболее холодных трех-, пяти- и семидневок, а также продолжительность и средняя температура периода со средней суточной температурой 8 °С и ниже. Эти данные в практике строительства имеют существенное значение. Кроме того, в табл. 32 приложения приводятся даты перехода температуры воздуха через 8 °С осенью и весной и продолжительность этого периода различной вероятности.

Распределение температуры воздуха в нижнем слое атмосферы над городом имеет определенный практический интерес. В этой связи были проведены исследования распределения температуры воздуха в 250-метровом слое атмосферы над центром города. Исследования проводились в 12—14 ч в дни с низкими температурами воздуха (ниже —42 °С) при малых скоростях ветра (0—1 м/с); во все дни исследований был туман. Всего было проведено четыре

Таблица 32

Теплообеспеченность сельскохозяйственных культур

Культура	Скороспелость сорта	Период	Биологический минимум температуры, °С		Потребность культуры в тепле за период вегетации, °С	Обеспеченность культуры теплом, %
			начало роста	созревание		
Овес	Средне-спелый	Посев—восковая спелость	5	10	1100	100
Озимая рожь	То же	То же	5	10	950	100
Картофель	„	Посадка—завядание ботвы	7	10	1400	95
Огурцы	Раннеспелый	До начала созревания	12	15	1200	100
		До полных сборов	12	15	1600	20
Помидоры	Средне-спелый	До начала созревания	12	15	1300	100
		До полных сборов	12	15	1700	0
		До дозаривания	12	15	1300	100
Капуста	То же	До красных плодов	12	15	1900	0
		10 % технической спелости	6	8	750	100
		30 % технической спелости	6	8	900	100
		75 % технической спелости	6	8	1100	100

Таблица 33

Расчетные температуры воздуха (°С). 1889—1975 гг.

сутки	Самая холодная за			Зимняя вентиляционная температура	Средняя температура периода со средней суточной температурой 8 °С и ниже
	три дня	пятидневу	семидневу		
—58,2	—57,0	—55,6	—54,0	—45,3	—21,1

серии наблюдений в феврале 1977 и в январе 1978 гг. В каждой из серий производился подъем и спуск радиозонда, прикрепленного к лебедке.

По результатам исследований построены профили распределения температуры воздуха в 250-метровом слое атмосферы (рис. 22). Из рисунка видно, что до высоты 50 м в шести случаях из восьми температура воздуха оставалась постоянной или даже несколько понижалась. В одном случае при подъеме радиозонда (4 февраля 1977 г.) температура до высоты 30 м не изменялась, а выше этого уровня она повышалась. При спуске радиозонда в этой серии с 250 до 200 м температура оставалась без изменений, ниже (до высоты 60 м) наблюдалось ее понижение, а от 60 м и до земной по-

верхности происходило незначительное повышение. В одной из четырех серий (25 января 1978 г.) как при подъеме, так и при спуске радиозонда температура воздуха до высоты 50 м немного понижалась, затем на высоте от 50 до 150 м она оставалась без изме-

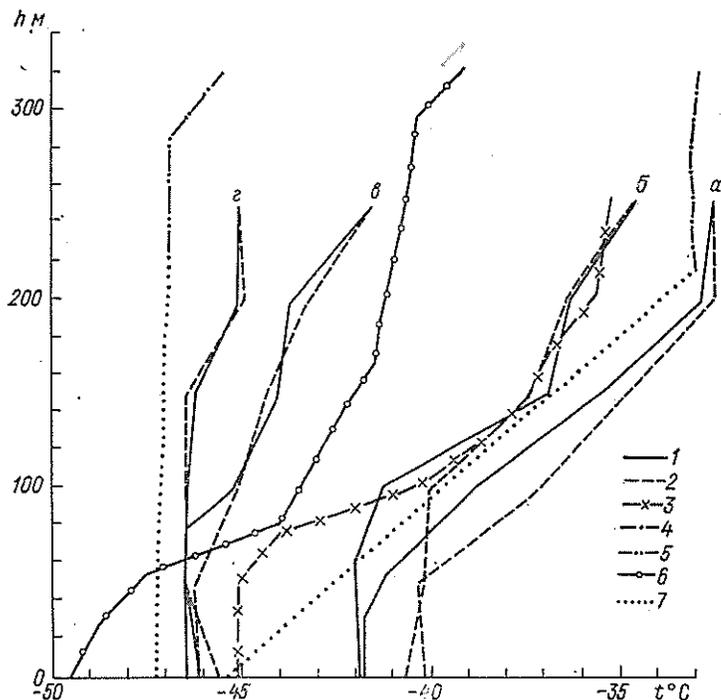


Рис. 22. Профили распределения температуры воздуха в 250 м слое атмосферы над центром города.

1, 2 — подъем и спуск привязного радиозонда соответственно; 3-6 — по данным радиозондовых выпусков 4 февраля 1977 г. в 8 и 20 ч; 3 января 1978 г. в 8 и 20 ч; 7 — данные по температуре отсутствуют; а — 4 февраля 1977 г. (1, 2); б — 10 февраля 1977 г. (1, 2); в — 3 января 1978 г. (1, 2); г — 25 января 1978 г. (1, 2).

нений, выше было некоторое ее повышение, а с высоты 200 м температура оставалась постоянной. Таким образом, видно, что термическая инверсия при температуре ниже -42°C в центре города начинается не от поверхности земли, а на некоторой высоте (30—150 м). Понятно, что количественные результаты исследований являются ориентировочными из-за малого числа наблюдений.

4.2. Температура почвы

Температура почвы в значительной степени определяет температуру воздуха. Днем ее поверхность, нагреваясь, отдает часть тепла воздуху и нижележащим слоям почвы. В ночное время земная поверхность охлаждается, понижая температуру воздуха.

Данные о термическом режиме почвы важны во многих отраслях народного хозяйства.

На метеорологической станции Якутск, ГМО, как и на других метеостанциях, температура почвы измеряется на поверхности оголенной и взрыхленной почвы (зимой — на поверхности снега) и на различных глубинах (от 0,2 до 3,2 м) под естественным покровом.

Почвенные термометры устанавливаются горизонтально летом на поверхности почвы, освобожденной от растительности, зимой на поверхности снега. Резервуар и внешняя оболочка термометра погружаются наполовину в почву или снег. Резервуары этих термометров подвергнутся действию прямой солнечной радиации, нагревание и охлаждение термометров существенно отличается от тех же процессов в почве. Вследствие этого почвенные термометры дают заниженные показания днем и несколько завышенные ночью. Их показания соответствуют температуре поверхностного слоя 0,5—1,0 см, а не на самой поверхности почвы. Поэтому под температурой поверхности почвы понимается температура указанного поверхностного слоя.

Температура почвы находится в непосредственной зависимости от радиационного и теплового баланса ее поверхности. Кроме того, на термический режим почвы большое влияние оказывают механический состав и тип почвы, ее влажность, растительный покров и другие факторы. Зимой температурный режим почвы в очень большой степени зависит от высоты снежного покрова и продолжительности его залегания.

Почвы в районе Якутска в основном лугово-черноземные, солонцевато-солончаковые и черноземно-луговые, солончаковые, а на западной окраине и в пригороде — боровые суглинистые и супесчаные.

Данные табл. 33—38 приложения получены по наблюдениям на метеостанции Якутск, ГМО, где почвы до переноса станции в ноябре 1964 г. были: до 15 см — илистый слой с примесью перегной и песка, ниже — песок; с ноября 1964 г. до 20 см — суглинок, ниже — песок.

Температура поверхности почвы подвержена значительному воздействию местных факторов и может сильно изменяться даже на сравнительно близком расстоянии. Ниже для иллюстрации приводятся разности температуры почвы и воздуха на двух метеорологических площадках, расположенных друг от друга на расстоянии около 600 м (табл. 34).

Средняя годовая температура поверхности почвы в Якутске равна -10°C , что на $0,3^{\circ}\text{C}$ выше средней годовой температуры воздуха, измеряемой на высоте два метра.

Температуры оголенной поверхности почвы и почвы с естественным покровом значительно различаются (табл. 35). В теплый период оголенная почва имеет температуру выше, чем почва с естественным растительным покровом. Зимой, наоборот, темпера-

Таблица 34

Разности (°С) между температурой поверхности почвы и температурой воздуха

Метеоплощадка	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
До переноса (1947—1964 гг.)	-1,1	-2,5	-3,5	-1,0	3,7	5,4	5,0	3,2	0,6	-0,3	-1,1	-1,2
После переноса (1964—1978 гг.)	-1,6	-3,0	-3,5	-1,9	2,6	4,6	4,3	2,9	0,8	-0,6	-1,2	-0,9

Таблица 35

Разности (°С) между температурой поверхности почвы с естественным покровом и оголенной 1970—1971 гг.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
20,9	16,2	4,9	-1,3	0,5	-0,7	-1,1	-1,3	0,2	2,8	13,7	20,6

Примечание. Данные заимствованы из [49].

тура почвы под поверхностью снежного покрова выше, чем температура оголенной поверхности почвы, причем разности заметно варьируют (от 3 до 21 °С).

В летние месяцы почва довольно сильно прогревается и средняя месячная температура ее поверхности (18—23 °С) на 3—5 °С превышает температуру воздуха (табл. 34). К полудню температура на поверхности почвы достигает 35—40 °С, а в отдельные ясные дни она превышает 54—56 °С.

Средняя максимальная температура поверхности почвы, как и воздуха, характеризует в основном температуру поверхности почвы в дневное время, а средняя минимальная — в ночное. Летом средняя максимальная температура оголенной поверхности почвы в среднем на 13—17 °С выше, чем средняя максимальная температура воздуха (табл. 36). В отдельные жаркие дни разности между максимальной температурой поверхности почвы и воздуха могут быть более 20 °С.

Таблица 36

Разности (°С) между температурой поверхности почвы и температурой воздуха. 1964—1978 гг.

Характеристика	V	VI	VII	VIII	IX
Средний максимум	13	17	16	13	7
Средний минимум	-2	-2	-1	-1	-1

Летом в ночные часы температура поверхности почвы невысокая. Средняя минимальная температура поверхности почвы на 1—2°C ниже средней минимальной температуры воздуха. В отдельные ночи летом температура поверхности почвы может быть ниже 0°C. В июне—августе она может опускаться до —4... —9°C (см. табл. 33 приложения).

Поздние весенние и ранние осенние заморозки значительно сокращают длительность безморозного периода на поверхности почвы, средняя продолжительность его составляет 80 дней. Заморозки на почве прекращаются в среднем 8 июня (на 8 дней позже, чем в воздухе) и наступают 28 августа (на 4 дня раньше, чем в воздухе) (см. табл. 35 приложения). В отдельные годы безморозный период может быть меньше 30 дней. Условно считается, что в такие годы безморозный период отсутствует.

Самый поздний заморозок отмечен 13 июля 1975 г., но интенсивность его была невелика (около 0°C); 6 июля 1978 г. наблюдался заморозок интенсивностью —4°C, который нанес большой вред урожаю.

Последние заморозки наибольшей интенсивности были 1 июня 1943 г. (—9°C) и 1 июля 1944 г. (—8°C). Самый ранний заморозок отмечен 21 июля 1942 г. Первый заморозок наибольшей интенсивности наблюдался 30 августа 1943 г. (—9°C). Заморозки до 1947 г. были зарегистрированы на двухсантиметровой высоте над поверхностью почвы, поэтому эти заморозки следует считать ориентировочными, особенно их интенсивность.

В зимние месяцы средняя температура поверхности почвы (снега) составляет —25... —44°C, что примерно на 1—4°C ниже температуры воздуха (см. табл. 33 приложения и табл. 34). Наибольшие различия между температурой поверхности почвы и воздуха приходятся на март, когда радиационный баланс имеет хорошо выраженный суточный ход, наблюдается малая облачность и большая прозрачность атмосферы и увеличивается излучение почвы. В марте в ночное время различия в температурах достигают 5°C, а в дневные часы температуры близки между собой (табл. 37).

Таблица 37

Разности (°C) между температурой поверхности почвы и температурой воздуха в различное время суток зимой. 1973—1977 гг.

Время, ч	ХII	I	II	III
6	—0,6	—0,6	—3,1	—5,3
15	—0,6	—1,2	—0,4	0,8

Средняя минимальная температура на поверхности почвы в холодный период ниже средней минимальной температуры воздуха на 2—6°C. Наибольшие различия температуры бывают

в марте и апреле (на 4—6 °С), а наименьшие — в декабре—январе (2 °С). В январе средняя минимальная температура поверхности почвы составляет —49 °С, на 2 °С ниже температуры воздуха. В холодный период суточные минимальные температуры изменяются в довольно широких пределах. Так, в январе и феврале можно ожидать дни с минимальной температурой на 25 °С выше (ниже) средней многолетней.

Абсолютный минимум температуры на поверхности почвы в Якутске получен расчетным путем по температуре воздуха (из-за малого периода наблюдений). Он составляет —67 °С и относится к февралю. В январе абсолютный минимум равен —65 °С, в декабре —63 °С (табл. 33 приложения).

Дополнительной характеристикой к термическому режиму поверхности почвы является средняя месячная температура поверхности почвы различной обеспеченности, что дает представление об изменчивости средней температуры на поверхности почвы.

В холодный период года, после установления отрицательных температур воздуха, происходит интенсивное понижение температуры почвы с глубиной. В это время на тепловое состояние почвы, кроме радиационного и теплового баланса почвы, большое влияние оказывает наличие снежного покрова, а также его высота. На территории города высота снежного покрова, его плотность и теплопроводность различны. В городе защитные свойства снежного покрова не одинаковы и выражены несколько слабее, чем в районе метеостанции Якутск, ГМО.

Средняя месячная температура верхних слоев почвы (глубина 5, 10, 15, 20 см) является основной характеристикой термического режима верхнего (пахотного) слоя почвы в теплое время года. С мая по сентябрь средняя температура почвы на глубине 5 см выше, чем температура воздуха. На глубине 10 см в мае температура почвы остается ниже, чем в воздухе; на глубине 15 см такое соотношение сохраняется не только в мае, но и в июне, а на глубине 20 см — и в июле (табл. 38). На температуру верхних

Таблица 38

Средняя месячная температура (°С) верхних слоев почвы. 1951—1963 гг.

Глубина, см	V	VI	VII	VIII	IX
5	6,8	17,4	21,0	16,6	7,2
10	5,6	16,2	20,2	16,2	7,3
15	4,4	14,8	19,1	15,6	7,3
20	3,7	14,0	18,4	15,2	7,2
Температура воздуха	5,9	15,4	18,7	14,8	6,2

слоев почвы в большей степени, чем на температуру воздуха, влияют местные особенности. Так, вследствие неоднородности типа

почвы нередко ее температура на небольшом расстоянии (в несколько десятков метров) имеет различие макромасштабного порядка. Из табл. 39 видно, что различия между температурой верхних слоев почвы и температурой воздуха на суглинистых почвах меньше, чем на супесчаных, что объясняется большим увлажнением суглинистых почв весной и в первой половине лета. По мере уменьшения влажности почвы термические различия сглаживаются.

Таблица 39

Разности (°С) между температурой верхних слоев почвы и температурой воздуха для различного типа почв

Почва	VI	VII	VIII	IX
Глубина 5 см				
Суглинистая	1,1	1,6	1,8	1,5
Супесчаная	2,0	2,3	2,4	1,4
Глубина 10 см				
Суглинистая	-0,2	0,8	1,4	1,6
Супесчаная	0,8	1,1	1,9	1,5
Глубина 20 см				
Суглинистая	-2,6	-1,2	0,2	1,8
Супесчаная	-1,9	-0,9	0,5	1,6

Наличие многолетней мерзлоты обуславливает повышение температуры почвы в теплый период года только от верхних слоев почвы к нижним. Понижение температуры поверхности почвы в холодный период отмечается как от верхних слоев, так и от слоя многолетней мерзлоты, но последнее происходит медленнее. Поэтому характерной особенностью распределения температуры почвы в деятельном слое является летом ее понижение с глубиной (до отрицательных значений), а зимой — повышение.

Средняя месячная температура почвы до глубины 60 см находится в тесной связи с температурой поверхности почвы, а на больших глубинах наблюдается запаздывание в повышении и понижении температуры почвы по сравнению с температурой поверхности почвы. Так, наиболее высокая средняя месячная температура воздуха, поверхности почвы и почвы до глубины 60 см приходится на июль, а с глубины 80 см и более рост температуры запаздывает от одного до пяти месяцев и более (рис. 23).

С начала мая, после схода снежного покрова, происходит интенсивное оттаивание почвы. В августе—сентябре оно достигает максимальной глубины. В начале октября, после устойчивого перехода к отрицательным температурам в воздухе, начинается интенсивное промерзание почвы. К концу октября почти полностью

промерзает ее деятельный слой, который в ноябре окончательно смыкается с толщей вечной мерзлоты.

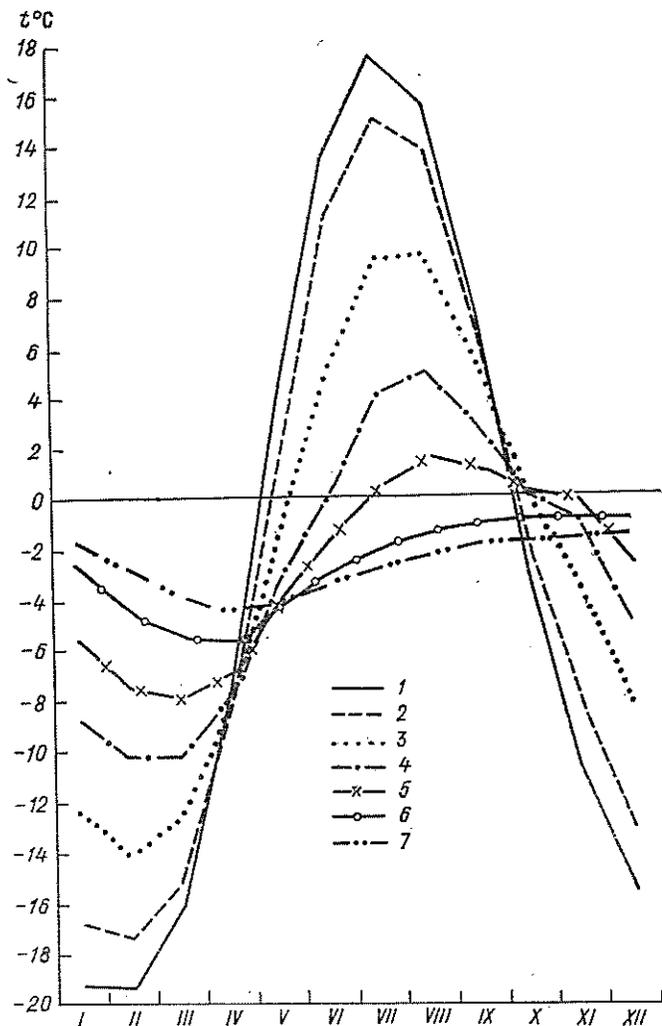


Рис. 23. Годовой ход температуры почвы на разных глубинах (1951—1964 гг.).

1 — 20 см, 2 — 40 см, 3 — 80 см, 4 — 120 см, 5 — 160 см, 6 — 240 см, 7 — 320 см.

Выше отмечалось, что на термический режим почвы влияет высота снежного покрова, подтверждением этому являются данные температуры почвы на различных глубинах на двух площадках. Высота снежного покрова на метеоплощадке до переноса (1951—1964 гг.) меньше, поэтому температура почвы в холодный

период ниже, а в теплый выше, чем на метеоплощадке после переноса (1964—1978 гг.) (см. табл. 34 приложения).

Амплитуда температуры почвы на глубинах значительно меньше, чем амплитуда температуры воздуха (табл. 40). С глубиной амплитуда колебаний затухает, а время наступления максимумов и минимумов в годовом ходе запаздывает (рис. 23). Годовой ход температуры почвы на больших глубинах обратный годовому ходу температуры поверхности почвы.

Таблица 40

Годовые амплитуды (°С) температуры воздуха и почвы по глубинам. 1951—1963 гг. (по глубинам 640 и 1300 см — 1931—1947 гг.)

А _{возд} °С	Глубина, см										
	0	20	40	60	80	120	160	240	320	640	1300
61,4	67,0	36,9	32,4	27,4	23,7	15,2	9,4	4,7	2,9	1,3	0,2

Так, на глубине 6,4 м наиболее высокая температура в году наступает в январе и феврале, а самая низкая — в июне. На больших глубинах годовой ход почти отсутствует (см. табл. 34 приложения, рис. 23).

Средняя месячная температура почвы различной обеспеченности по глубинам приведена в табл. 38 приложения. Она дает расшифровку средних величин в виде обеспеченности по отдельным годам, а также представление об изменчивости средней температуры по глубинам. Это особенно важно учитывать при закладке фундаментов зданий, различного рода подземных сооружений и при решении целого ряда других задач.

Наряду со средней температурой почвы большое значение имеет также наступление первого и прекращение последнего мороза в почве. На глубине заделки семян (5 см) средняя дата прекращения мороза приходится на 8 мая, а на глубине 20 см — на 11 мая, тогда как на поверхности почвы заморозки прекращаются в среднем 11 июня, в воздухе — 31 мая. На глубине 40 см прекращение мороза происходит 20 мая, а на глубине 120 см — 17 июня, т. е. начиная с глубины, несколько большей 20 см, переход к положительным температурам несколько запаздывает (см. табл. 35 приложения). Наступление морозов в почве, так же как и их прекращение, запаздывает с глубиной.

Средняя продолжительность периода с положительными температурами на глубине 5 см превышает на 21 день, а на глубине 20 см — на 73 дня длительность безморозного периода на поверхности почвы. Это обусловлено тем, что отрицательные температуры, вызванные радиационным или радиационно-адвективным охлаждением поверхности почвы, в глубь ее не проникают, а также более поздним переходом средней суточной температуры

почвы через 0°C осенью. Начиная от поверхности почвы длительность периода с положительной температурой растет, и примерно на глубине 30 см достигает максимума. Дальше с глубиной происходит сокращение периода с положительной температурой, и на глубине около двух метров положительные температуры бывают очень редко. Так, за период наблюдений 1931—1952 гг. на глубине два метра отмечалось только два случая с положительной температурой $0,1^{\circ}\text{C}$ (1940, 1949 гг.).

В связи с мощной толщей многолетней мерзлоты важное значение приобретает проникновение температуры 0°C в почвогрунт в весенне-осенний период (глубина оттаивания почвогрунта). Глубина проникновения температуры 0°C в почву является существенным дополнением к характеристике термического режима почвы. В теплый период эта глубина ограничивает активный слой почвы (см. табл. 36 приложения). Глубина оттаивания почвы из года в год сильно колеблется. Поэтому приводятся, кроме средних значений, также и крайние — максимальное и минимальное оттаивание почвы.

Оттаивание почвы происходит на различную глубину в зависимости от состава, влажности и свойств почвы, растительного покрова, а также от высоты снежного покрова зимой. Примером оттаивания почвы в зависимости от высоты снежного покрова может служить проникновение температуры 0°C в почву (см. табл. 36 приложения).

Для строительства надземных сооружений наличие многолетней мерзлоты является фактором отрицательным. Наоборот, для строительства специальных подземных сооружений и в ряде других случаев многолетняя мерзлота — фактор положительный. Например, в растениеводстве в условиях засушливого климата Якутии многолетняя мерзлота — дополнительный источник увлажнения почвы.

5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ

5.1. Влажность воздуха

При одной и той же температуре воздуха восприятие погоды может быть различным. Иногда ее характеризуют как жаркую, а иногда как душную, т. е. качественно различают сухой воздух и влажный.

От влажности зависит не только комфортность погодных условий для человека. С влажностью воздуха теснейшим образом связаны процессы испарения, образования туманов и облаков, выпадения осадков, осаждения росы, инея и т. д.

О влажности можно судить по количеству водяного пара, содержащегося в воздухе. Она характеризуется следующими основными величинами: абсолютной влажностью, или упругостью водяного пара, относительной влажностью и дефицитом влажности (недостатком насыщения).

Упругость водяного пара есть парциальное¹ давление водяного пара, содержащегося в воздухе, измеряемое в гектопаскалях (гПа). Она характеризует влагосодержание воздуха.

Относительная влажность воздуха представляет собой отношение фактической упругости водяного пара, содержащегося в воздухе, к упругости насыщающего пара при той же температуре, выраженное в процентах. Она характеризует степень насыщения воздуха водяным паром.

Дефицит влажности представляет собой разность между насыщающей и фактической упругостью водяного пара при данной температуре и давлении. Он, как и упругость водяного пара, выражается в гектопаскалях.

В воздух влага поступает в результате испарения, которое тем больше, чем выше температура. Кроме того, испарение зависит от скорости ветра. Для рассматриваемого района содержание влаги в воздухе зависит и от того, где формируется воздушная масса. Более влажными являются воздушные массы, приходящие в Якутск с запада и юга, по сравнению с воздушными массами, поступающими с севера, которые обычно содержат мало влаги. Поэтому при одинаковой температуре воздуха упругость водяного пара может быть различной. Так, например, в Якутске 7 июля 1970 г. в 12 ч при температуре воздуха 29,7 °С и юго-юго-

¹ Парциальным давлением называется та часть общего давления газовой смеси, которая обусловлена данным газом или паром.

западном ветре упругость водяного пара была равна 22,8 гПа, а уже 17 июля при температуре воздуха 29,1 °С и северо-восточном ветре упругость водяного пара составляла 12,2 гПа.

Упругость водяного пара имеет четко выраженный годовой ход (рис. 24), аналогичный годовому ходу температуры воздуха.

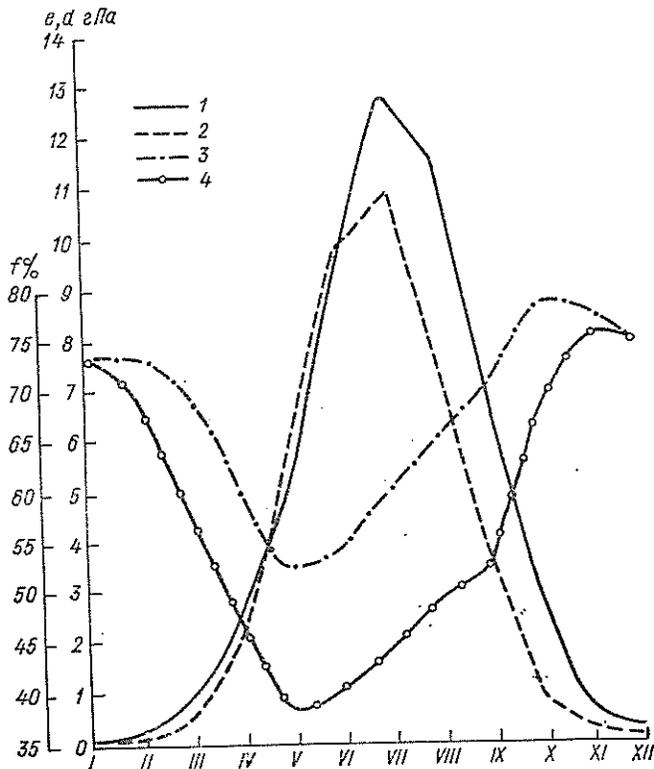


Рис. 24. Годовой ход влажности воздуха.

1 — упругость водяного пара, 2 — дефицит влажности, 3 — средняя относительная влажность, 4 — относительная влажность в 13 ч.

Однако существенным отличием является неодинаковая интенсивность повышения температуры и влажности весной и их понижения осенью. Весной рост температуры воздуха идет быстрее, чем обогащение воздуха влагой; осенью, наоборот, убывание влагосодержания происходит быстрее, чем понижение температуры воздуха (табл. 21 и 41).

Наибольший рост температуры воздуха наблюдается от марта к апрелю, а упругости водяного пара — от мая к июню. Это обусловлено в апреле еще сравнительно низкими температурами и наличием снежного покрова, а в мае — частыми вторжениями

Таблица 41

Изменение влажности воздуха от месяца к месяцу. 1936—1964 гг.

II-I	III-II	IV-III	V-IV	VI-V	VII-VI	VIII-VII	IX-VIII	X-IX	XI-X	XII-XI	I-XII
Упругость водяного пара, гПа											
0,1	0,6	1,6	2,5	4,4	3,5	-1,4	-4,7	-3,7	-2,4	-0,4	-0,1
Средняя месячная относительная влажность, %											
0	-5	-8	-8	2	6	5	5	8	-1	-3	-1
Относительная влажность в 13 ч, %											
-4	-11	-11	-9	2	4	5	3	15	8	-1	-1
Дефицит влажности, гПа											
0,06	0,3	1,6	3,5	4,1	1,2	-3,4	-3,9	-2,6	-0,7	-0,1	-0,04

холодных арктических масс воздуха с малым содержанием влаги, а также еще недостаточно прогретой почвой, следовательно, менее благоприятными условиями для испарения. Максимальный прирост упругости водяного пара наступает в июне одновременно с максимумом испарения.

Наиболее интенсивное убывание упругости водяного пара происходит от августа к сентябрю, тогда как понижение температуры воздуха — позже (от октября к ноябрю). Максимальное изменение упругости водяного пара от августа к сентябрю связано с понижением температуры воздуха, уменьшением почти в два раза количества осадков и продолжительности солнечного сияния, резким уменьшением испарения, а также некоторым увеличением облачности.

Наименьших значений (0,1 гПа) упругость водяного пара достигает в январе, наибольших (12,8 гПа) — в июле (см. табл. 39 приложения). Средний месячный максимум упругости водяного пара в Якутске наблюдался в июле 1954 г. и составлял 15,5 гПа. Для представления о пределах колебаний средней месячной упругости водяного пара в отдельные годы в табл. 42 приводятся отклонения средней месячной упругости водяного пара и упругости водяного пара в 13 ч.

Данные упругости водяного пара за восемь сроков наблюдений дают представление о ее суточном ходе (рис. 25). В холодный период года он аналогичен суточному ходу температуры воздуха. В самые холодные месяцы суточный ход упругости водяного пара отсутствует (табл. 43).

Таблица 42

Отклонения влажности воздуха. 1936—1964 гг.

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя месячная упругость водяного пара, гПа												
$\pm \bar{\Delta e}$	0,04	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,2	1,0	0,7	0,4	0,2	0,1
$+\Delta e_{\text{наиб}}$	0,3	0,2	0,8	0,7	0,9	2,1	2,8	2,9	1,7	1,3	0,4	0,3
$-\Delta e_{\text{наиб}}$	0,0	-0,2	-0,3	-0,6	-1,3	-1,9	-2,4	-2,6	-1,7	-0,7	-0,4	-0,3
Упругость водяного пара в 13 ч, гПа												
$\pm \bar{\Delta e}$	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,3	1,1	0,8	0,4	0,2	0,1
$+\Delta e_{\text{наиб}}$	0,2	0,3	0,8	0,8	1,0	2,5	3,4	3,0	1,9	1,3	0,4	0,3
$-\Delta e_{\text{наиб}}$	-0,1	-0,1	-0,4	-0,6	-1,2	-1,9	-2,7	-3,1	-1,8	-0,8	-0,4	-0,1
Средняя месячная относительная влажность, %												
$\pm \bar{\Delta f}$	2,0	2,0	2,7	2,3	3,1	4,1	4,8	4,5	2,9	2,4	2,3	2,0
$+\Delta f_{\text{наиб}}$	5	5	6	5	7	9	10	10	8	7	5	4
$-\Delta f_{\text{наиб}}$	-4	-6	-10	-5	-6	-11	-12	-8	-7	-4	-5	-4
Относительная влажность воздуха в 13 ч, %												
$\pm \bar{\Delta f}$	2,0	2,1	2,6	2,4	3,7	4,4	6,0	5,0	3,6	3,2	2,5	2,0
$+\Delta f_{\text{наиб}}$	5	6	6	7	8	12	12	13	9	9	6	4
$-\Delta f_{\text{наиб}}$	-4	-5	-12	-5	-8	-12	-12	-9	-9	-4	-6	-4

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средний месячный дефицит влажности, гПа												
$\pm \overline{\Delta d}$	0,03	0,02	0,1	0,3	0,7	1,2	1,7	1,1	0,5	0,2	0,05	0,03
$+\Delta d_{\text{наиб}}$	0,04	0,01	0,4	1,1	2,4	4,7	4,2	2,8	1,1	0,7	0,1	0,03
$-\Delta d_{\text{наиб}}$	-0,05	-0,1	-0,1	-0,5	-1,6	-2,6	-3,3	-2,5	-1,1	-0,3	-0,1	-0,05
Дефицит влажности в 13 ч, гПа												
$\pm \overline{\Delta d}$	0,04	0,05	0,2	0,6	1,2	2,1	3,1	1,8	1,2	0,4	0,05	0,02
$+\Delta d_{\text{наиб}}$	0,05	0,0	0,6	4,7	4,6	6,8	8,0	4,9	2,4	1,5	0,2	0,0
$-\Delta d_{\text{наиб}}$	-0,05	-0,1	-0,3	-1,0	-2,5	-4,5	-5,5	-3,9	-2,5	-0,7	-0,1	-0,1

Таблица 43

Суточный ход упругости водяного пара (гПа). 1966—1977 гг.

Срок наблюдений, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	0,1	0,2	0,8	2,6	5,3	10,0	12,7	10,9	6,3	2,8	0,5	0,2
3	0,1	0,2	0,7	2,4	5,1	9,3	12,0	10,4	6,0	2,7	0,5	0,2
6	0,1	0,2	0,6	2,3	5,3	10,0	12,7	10,6	5,9	2,7	0,5	0,2
9	0,1	0,2	0,8	2,6	5,2	10,1	12,9	11,5	6,5	2,8	0,5	0,2
12	0,1	0,2	1,1	2,7	4,9	9,5	12,2	11,2	6,5	3,0	0,6	0,2
15	0,2	0,3	1,2	2,8	4,8	9,3	12,1	10,7	6,4	3,0	0,6	0,2
18	0,1	0,3	1,2	2,8	5,0	9,4	12,2	11,1	6,5	2,9	0,5	0,2
21	0,1	0,2	0,9	2,8	5,4	10,4	13,2	11,6	6,5	2,8	0,5	0,2
Среднее	0,1	0,2	0,9	2,6	5,1	9,8	12,5	11,0	6,3	2,8	0,5	0,2
Амплитуда	0,1	0,1	0,6	0,5	0,6	1,1	1,2	1,2	0,6	0,3	0,1	0,0

В теплое время года упругость водяного пара в течение суток имеет два минимума (перед восходом солнца и днем в 14—15 ч) и два максимума (утром в 8—9 ч и вечером около 21 ч).

Наибольший практический интерес представляет относительная влажность воздуха. Годовой и суточный ход относительной влажности противоположен ходу температуры воздуха (рис. 24, 25). Это обусловлено тем, что с повышением температуры воздуха насыщающая упругость водяного пара растет быстрее фактической, относительная влажность

при этом уменьшается. В январе и феврале средняя месячная относительная влажность воздуха одинаковая (73 %). От февраля к марту начинается уменьшение относительной влажности и в мае она достигает минимума (52 %). Таким образом, наименьшее среднее месячное значение относительной влажности наблюдается не в наиболее теплый месяц, а несколько раньше, что обусловлено частыми вторжениями холодных с малым содержанием водяных паров масс воздуха с севера. В центральных районах Якутии арктический воздух, прогреваясь, трансформируется в континентальный полярный, при этом его относительная влажность уменьшается. В это время сравнительно мало испарение с подстилающей поверхности. С июня происходит повышение относительной влажности, и в октябре она достигает максимума (78 %), после чего начинает плавно понижаться (табл. 39 приложения и табл. 41).

В отдельные годы средняя месячная относительная влажность воздуха может значительно отклоняться от средней многолетней (см. табл. 42). Очень редко относительная влажность в теплое время года понижается до значений менее 10 %. Так, 16 мая 1958 г. относительная влажность в дневные часы понизилась до 6 %, при средней суточной 26 %. При этом дневная температура была 9—10 °С, а средняя суточная 3,6 °С; 3 июля 1950 г. относительная влажность опустилась до 10 % при средней суточной 33 %, температура в это время была 28 °С, средняя суточная 22,2 °С (см. табл. 39 приложения).

Суточный ход относительной влажности воздуха наиболее резко выражен с мая по август (рис. 25); суточная амплитуда

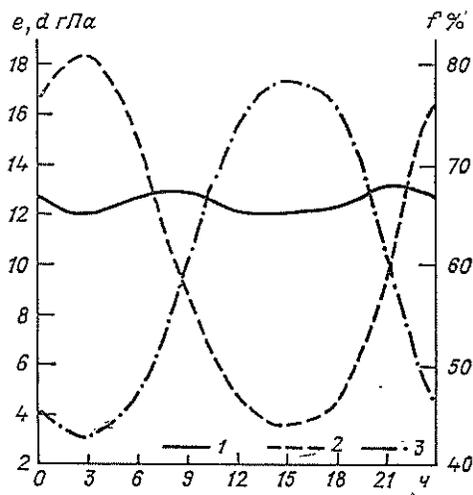


Рис. 25. Суточный ход влажности воздуха. Июль.

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

по восьмисрочным наблюдениям составляет 37—38 %. В декабре—январе суточный ход относительной влажности вообще отсутствует (табл. 44).

Кроме средней месячной относительной влажности представляет интерес также число дней с низкой (30 % и менее) и высокой (80 % и более в 13 ч) влажностью (см. табл. 39 приложения). В среднем за год в Якутске отмечается 43 «сухих» дня. В годовом ходе максимальное число сухих дней приходится на май (14), несколько меньше их в июне (около 12). В зимние месяцы влажность 30 % и менее не наблюдается, за исключением марта. В марте с такой влажностью бывает один день за три-четыре года. В отдельные годы число дней с влажностью 30 % и менее может значительно отклоняться от среднего многолетнего (табл. 39 приложения и табл. 45). Так, в мае наибольшее число дней с влажностью 30 % и менее составляет 22 (1961 г.), а наименьшее — семь дней (1939 г.).

В мае в 38 % лет бывает 13—16 сухих дней, а в 3 % лет — 20 и более сухих дней; в июне наибольшая вероятность лет (42 %) с сухими днями приходится на пределы 9—12 дней, а в 7 % лет бывает 20 и более сухих дней (табл. 46).

Влажных дней (80 % и более в 13 ч) в Якутске наблюдается сравнительно немного — в среднем 30 за год. В годовом ходе наименьшее число таких дней бывает в зимне-весенний период (февраль—апрель), наибольшее — в осенне-зимний период (октябрь—ноябрь).

Наибольший интерес представляет относительная влажность воздуха в 13 ч, когда ее значения близки к минимуму, а испарение наиболее интенсивно. В годовом ходе относительная влажность в 13 ч наибольших значений достигает в ноябре (75 %), а наименьших, как и средняя месячная относительная влажность, — в мае (38 %). В январе—феврале ее значения понижаются плавно, а в марте—апреле уже резко, что связано с большим суточным ходом температуры воздуха (см. табл. 25 приложения) и небольшим поступлением влаги от испарения из-за наличия снежного покрова. От мая к июню происходит плавное повышение влажности в 13 ч, которое продолжается до сентября. От сентября к октябрю она повышается наиболее резко, что связано с резким понижением температуры воздуха и уменьшением ее суточного хода, а также увеличением облачности и числа дней с осадками, с декабря начинается ее понижение (табл. 41, табл. 39 приложения).

В отдельные годы средняя месячная относительная влажность воздуха в 13 ч может значительно отклоняться от многолетних значений (табл. 42), особенно велика изменчивость в теплый период года.

В табл. 40 приложения приводится повторяемость различных значений относительной влажности в 13 ч.

Дефицит влажности (недостаток насыщения), как и упругость водяного пара, имеет годовой ход, аналогичный годовому ходу

Таблица 44

Суточный ход относительной влажности воздуха (%). 1966—1977 гг.

Срок наблюдений, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	72	72	74	73	68	73	76	80	79	80	75	73
3	72	72	75	76	74	79	81	85	82	82	75	73
6	72	72	75	77	66	68	74	84	84	82	75	73
9	72	72	72	61	49	55	58	68	72	80	75	73
12	72	71	62	50	38	44	47	54	57	69	73	73
15	72	70	58	45	36	41	44	48	51	64	73	73
18	72	72	60	47	38	42	46	51	56	72	75	73
21	72	73	72	62	49	53	57	69	74	78	75	73
Среднее	72	72	68	61	52	57	60	67	69	76	74	73
Амплитуда	0	3	17	32	38	38	37	37	33	18	2	0

Таблица 45

Наибольшее и наименьшее число дней n с относительной влажностью 30 % и менее. 1936—1965 гг.

Месяц	$n_{\text{наиб}}$	Год	$n_{\text{наим}}$	Год
IV	8	1945	0	1948, 1954
V	22	1961	7	1939
VI	22	1959	3	1939
VII	16	1948	1	1961 и др.
VIII	17	1945	0	1960 и др.
IX	7	1958 и др.	0	1963 и др.

Таблица 46

Вероятность лет (%) с сухими днями (относительная влажность 30 % и менее). 1936—1965 гг.

Месяц	Число дней					
	≤ 4	5—8	9—12	13—16	17—20	> 20
V		7	28	38	24	3
VI	3	17	42	21	10	7
VII	33	27	20	17	3	
VIII	69	17	10	4		

температуры воздуха (рис. 24), Значения дефицита влажности в самые холодные зимние месяцы (декабрь—февраль) являются минимальными (0,04—0,1 гПа). Начиная с марта его значение увеличивается и в июле достигает максимума—10,8 гПа (см. табл. 39 приложения, табл. 41, рис. 24). В отдельные годы средние месячные значения дефицита влажности в теплый период года могут значительно отклоняться от средних многолетних. Особенно велика изменчивость дефицита влажности в 13 ч (см. табл. 42). В холодный период отклонения средних месячных значений дефицита влажности отдельных лет от средних многолетних незначительны.

Во все сроки дефицит влажности имеет четкий максимум в летние месяцы. Однако амплитуда годового колебания днем значительно больше, чем в другое время суток. Как и другие харак-

Таблица 47

Суточный ход дефицита влажности (гПа). 1966—1977 гг.

Срок наблюдений, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Амплитуда
0	0,04	0,1	0,3	1,0	2,8	3,9	4,3	2,9	1,8	0,7	0,1	0,1	4,3
3	0,05	0,1	0,2	0,8	1,9	2,7	3,0	2,0	1,4	0,6	0,1	0,1	3,0
6	0,04	0,1	0,2	0,8	2,8	4,7	4,7	2,1	1,2	0,6	0,1	0,1	4,7
9	0,04	0,1	0,3	1,8	5,9	8,8	9,8	5,8	2,7	0,7	0,1	0,1	9,8
12	0,05	0,1	0,7	3,0	8,7	13,4	15,4	10,5	5,4	1,4	0,2	0,1	14,3
15	0,1	0,2	1,0	3,8	9,9	15,5	17,4	13,1	6,9	1,8	0,2	0,1	17,3
18	0,05	0,1	0,9	3,5	9,5	15,0	16,6	12,0	5,9	1,2	0,2	0,1	16,5
21	0,05	0,1	0,4	1,8	6,2	10,1	10,9	5,6	2,4	0,8	0,1	0,1	10,
Среднее	0,05	0,1	0,5	2,1	6,0	9,3	10,3	6,8	3,5	1,0	0,1	0,1	10,3
Амплитуда	0,06	0,1	0,8	3,0	8,0	12,8	14,4	11,1	5,7	1,2	0,1	0,0	

теристики влажности, дефицит влажности в летние месяцы имеет четко выраженный суточный ход с максимумом в послеполуденные часы и минимумом в предутренние (табл. 47). Зимой за исключением марта суточный ход практически отсутствует.

5.2. Атмосферные осадки

Осадки являются одним из показателей режима увлажнения. В жидком или твердом состоянии они выпадают на землю из облаков (дождь, морось, снег, снежная крупа, град и др.) или осаждаются из воздуха на поверхности земли и на предметах (роса, иней, изморозь). Осаждение переохлажденного дождя, мороси, тумана на земной поверхности и предметах дает гололед. Осадки, выпадающие из облаков, делят на три вида: облажные, ливневые и морсящие.

Атмосферные осадки характеризуются количеством, продолжительностью, интенсивностью, числом дней с различным количеством осадков, видом осадков (дождь, снег, смешанные осадки) и др.

В табл. 41 приложения приведено среднее месячное и годовое количество осадков без учета и с учетом поправок на смачивание и ветровой недоучет. По количеству осадков Якутск и его окрестности относятся к зоне недостаточного увлажнения. Малое количество осадков в Якутске связано, с одной стороны, с преобладанием антициклонического режима погоды зимой, а с другой с тем, что воздушные массы, поступающие на рассматриваемую территорию, приходят к центральным районам Якутии обедненные влагой, большую часть которой они теряют при переваливании через горные хребты. Процесс ослабления циклонов по мере их перемещения к востоку хорошо прослеживается по количеству выпадающих осадков. Так, на западных склонах Среднесибирского плоскогорья выпадает 470—500 мм, а на восточных — 250—300 мм осадков.

По всей территории СССР год в зависимости от вида атмосферных осадков принято делить на два периода: холодный с преимущественным выпадением твердых осадков (ноябрь—март) и теплый с преобладанием жидких осадков (апрель—октябрь). Для территории центральных районов Якутии холодный период фактически соответствует времени года с октября по апрель, а теплый — с мая по сентябрь.

Годовое количество осадков в Якутске с поправками на смачивание и ветровой недоучет составляет в среднем 247 мм. Распределение осадков во времени неравномерно (рис. 26). Их основное количество (162 мм) выпадает с мая по сентябрь, почти в два раза меньше (85 мм) — с октября по апрель (см. табл. 41 приложения). В марте осадков выпадает минимум (6 мм), что связано с наибольшей повторяемостью в это время антициклонического типа погоды. От марта к апрелю происходит увеличение количества осадков, особенно резкое от мая к июню из-за усиления циклонической деятельности (табл. 48). В июле количество осадков достигает максимума (43 мм). Средняя годовая амплитуда осадков составляет 37 мм.

Таблица 48

Изменение количества осадков (мм) от месяца к месяцу. 1891—1965 гг.

II-I	III-II	IV-III	V-IV	VI-V	VII-VI	VIII-VII	IX-VIII	X-IX	XI-X	XII-XI	I-XII
-2	-3	5	7	15	10	-1	-16	-6	-4	-4	-1

Изменчивость месячного количества осадков из года в год довольно велика, особенно в теплый период. В отдельные годы месячное количество осадков в зависимости от условий атмосферной циркуляции может значительно отклоняться от среднего многолетнего. Так, например, в июле 1931 г. в Якутске выпало 131 мм

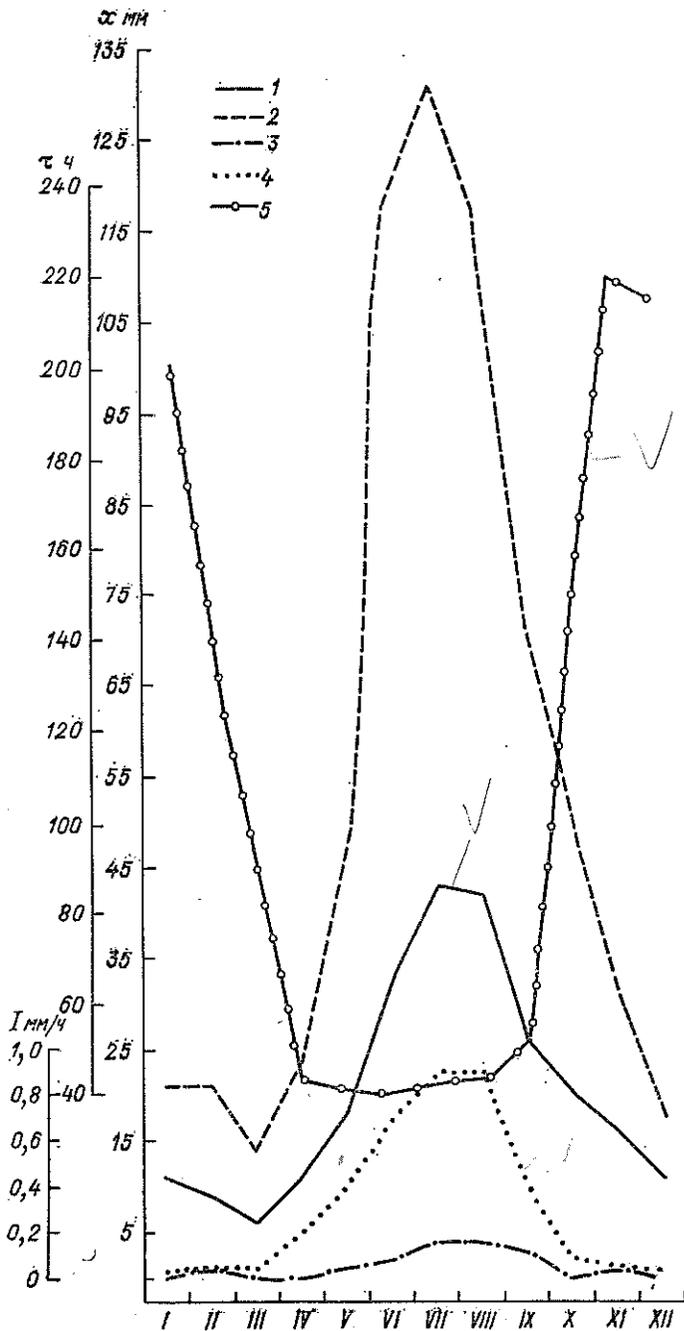


Рис. 26. Годовой ход атмосферных осадков.

1 — среднее количество осадков (с поправкой на смачивание и ветровой недоучет), 2 — максимальное, 3 — минимальное количество осадков, 4 — интенсивность осадков, 5 — средняя продолжительность (τ) осадков.

осадков, т. е. 329 % среднего многолетнего значения, а в июле 1947 г. — 4 мм, т. е. всего 10 % нормы (табл. 49, рис. 26). Изменчивость годового количества осадков несколько меньше, чем месячных сумм. Так, наибольшее (326 мм) количество осадков в Якутске выпало в 1907 г., что составило 162 % годовой нормы, а наименьшее (102 мм) — в 1896 г. (51 % нормы).

Таблица 49

Отношение (%) максимального и минимального количества осадков к среднему многолетнему. 1891—1977 гг.

Количество осадков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Максимальное	267	339	315	279	304	400	329	312	313	307	258	207	162
Минимальное	4	18	0	0	6	14	10	12	12	0	12	0	51

Дополнительной характеристикой среднего месячного количества осадков является месячное и годовое количество осадков различной обеспеченности (см. табл. 42 приложения). Месячные и годовые суммы осадков различной обеспеченности колеблются в Якутске в значительных пределах. Например, в июле 5 %-ной обеспеченности соответствует количество осадков 90 мм и более и 5 мм и менее, что близко в первом случае к количеству осадков в зоне избыточного увлажнения, а во втором — в пустыне. В 70 % лет осадков выпадает 24 мм и более, в остальные 30 % лет — менее 24 мм.

В отдельные годы максимумы и минимумы количества осадков наблюдаются в разные месяцы. Так, годовой максимум осадков приходится на один из месяцев с мая по октябрь. Наиболее часто он отмечается в июле (42 % лет) и августе (29 %) (табл. 50).

Таблица 50

Вероятность лет (%) с максимальным и минимальным количеством осадков за год. 1891—1977 гг.

Количество осадков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Максимальное	—	—	—	—	2	18	42	29	5	4	—	—
Минимальное	15	17	37	17	4	1	—	—	—	1	—	9

Важной характеристикой режима увлажнения является суточный максимум осадков (см. табл. 43 приложения). Эти данные используются в строительных и гидрологических расчетах (расчет максимального стока рек, канализации и т. д.), при проектировании сооружений и для решения многих других задач народного хозяйства. Наибольший средний суточный максимум осадков

отмечается в июле (15 мм) и августе (13 мм), наименьший — с декабря по март (2 мм). В июле и августе в 20 % лет суточный максимум осадков составляет соответственно 22 и 21 мм. В 5 % лет суточный максимум в июле равен 38 мм и более, в августе — 34 мм и более. Один раз в 50 лет можно ожидать суточный максимум осадков в июле 54 мм и в августе 38 мм. Наибольшее суточное количество осадков, когда-либо наблюдавшееся в Якутске и его окрестностях, отмечено 26 июля 1972 г. В тот день в районе Якутского аэропорта выпало 77,5 мм осадков (на метеостанции Якутск, ГМО, только 33,6 мм).

Обильные дожди, дающие за сутки 30 мм и более осадков, являются опасными для народного хозяйства. Они связаны, как правило, с выходом южных циклонов на центральные районы Якутии. Кроме того, внутримассовые осадки могут также достигать экстремальных значений в неустойчиво стратифицированной воздушной массе. Характеристика обильных осадков за июль—август приводится в табл. 51.

Таблица 51

Количество x (мм) обильных осадков различной обеспеченности за июль—август. 1891—1978 гг.

$x_{\text{наиб}}$	Год	\bar{x}	σ	Обеспеченность, %										
				5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
77,5	1972	37,6	9,8	53	42	40	38	37	35	34	33	32	31	30

Обильные осадки в летний сезон наблюдаются не ежегодно, в среднем они бывают один раз в пять лет (табл. 52).

Таблица 52

Вероятность лет (%) с обильными осадками (мм) за июль—август. 1891—1978 гг.

Характеристика	Количество осадков, мм				
	<30	30—35	35—40	40—45	≥45
Число случаев	68	10	5	4	1
%	77	12	6	5	1

Наряду с количеством осадков определенным интерес представляет повторяемость осадков по их видам днем и ночью, т. е. за полусутки (см. табл. 44 приложения). За период с мая по сентябрь повторяемость обложных осадков в ночное время (от 19 до 7 ч) составляет 66 % от общего числа случаев полусуток с осадками всех видов, ливневых осадков — 17 % и обложных с ливне-

выми — 17 %; в дневное время (от 7 до 19 ч) повторяемость обложных осадков 54 %, ливневых 25 %, обложных с ливневыми 21 %. По месяцам повторяемость осадков по их видам несколько отличается от повторяемости в целом за период (май—сентябрь).

Имеет практическое значение и вид осадков по их фазовому состоянию. В среднем за год в Якутске выпадает осадков твердых 30 %, жидких 65 % и смешанных 5 % от общего их количества (см. табл. 45 приложения). Твердые осадки наблюдаются в основном с октября по апрель, а жидкие — с мая по сентябрь. В ноябре в редкие годы могут также выпадать жидкие и смешанные осадки. Так, 2—3 ноября 1978 г. прошел ливневой дождь (0,4 мм), а затем ливневой мокрый снег (0,3 м) при температуре воздуха от 2,8 до 0 °С. Смешанные осадки бывают в основном с апреля по май и с сентября по октябрь.

Частота осадков и их количество можно характеризовать числом дней с различным количеством осадков (см. табл. 46 приложения). В Якутске среднее годовое число дней с осадками 0,1 мм и более составляет 128. При этом на твердые осадки приходится около 80 дней (табл. 53). В данных табл. 53 и табл. 46 приложения имеются некоторые расхождения из-за различий в принятых периодах.

Таблица 53

Число дней с твердыми, жидкими и смешанными осадками. 1896—1935, 1937—1960 гг.

Вид осадков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Твердые	13,9	10,6	7,3	4,9	1,6				1,3	11,6	14,8	14,4	80
Жидкие				0,3	4,4	8,4	9,7	9,7	6,7	0,7			40
Смешанные			•	0,4	1,3	0,2	0,1	•	0,9	0,9			4

Примечание. Точка (•) означает, что число дней не превышает 0,1.

В годовом ходе числа дней с осадками 0,1 мм и более наблюдается два максимума (зимний и летний) и два минимума (весенний и осенний) (рис. 27).

В холодный период года (октябрь—апрель) преобладают незначительные осадки (от 0,1 до 0,5 мм), число дней с такими осадками в два с лишним раза больше, чем с осадками от 0,5 до 1,0 мм. В летние месяцы преобладают крупные осадки, число дней с осадками 1,0 мм и более в два раза больше, чем с осадками 0,1—0,9 мм.

Дополнением к числу дней с осадками по градациям (табл. 46 приложения) и к числу дней с твердыми, жидкими и смешанными осадками (табл. 53) являются характеристики числа полусуток с осадками по фазовому состоянию и по градациям (см. табл. 47 приложения).

Средняя интенсивность осадков в зимний сезон значительно меньше, чем в летний, что связано с преобладанием зимой мелких

осадков обложного характера, а в летние месяцы — ливневых осадков. Средняя месячная интенсивность в годовом ходе изменяется от 0,03—0,04 мм/ч в зимние месяцы до 0,9 мм/ч в летние (табл. 54).

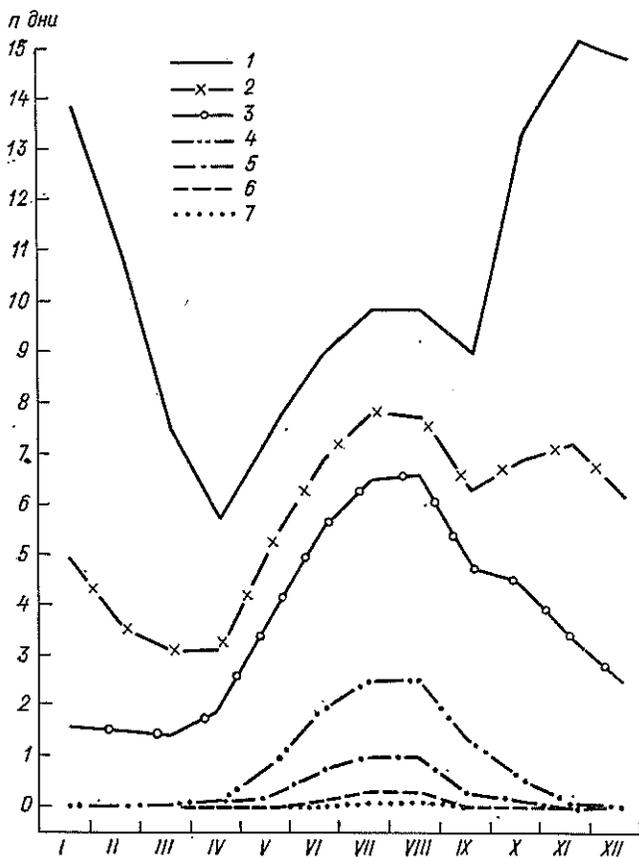


Рис. 27. Годовой ход числа дней n с различным количеством осадков.

1 — $\geq 0,1$ мм, 2 — $\geq 0,5$ мм, 3 — $\geq 1,0$ мм, 4 — $\geq 5,0$ мм, 5 — $\geq 20,0$ мм, 6 — ≥ 30 мм, 7 — ≥ 30 мм.

Наряду со средней интенсивностью важно знать максимальную интенсивность для различных интервалов времени (см. табл. 48 приложения). Максимальная интенсивность может достигать 1,6 мм/мин в 5-минутном интервале и 1,1 мм/мин в 10-минутном интервале.

Продолжительность осадков за год в среднем 1272 ч. В отдельные годы могут быть значительные отклонения. Так, в марте максимальная продолжительность составляет 208 ч, а минималь-

Таблица 54

Средняя интенсивность атмосферных осадков. 1936—1960 гг.

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI
I мм/ч	0,03	0,04	0,04	0,2	0,4	0,7
I мм/мин	0,0005	0,001	0,001	0,003	0,006	0,012
Характеристика	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I мм/ч	0,9	0,9	0,4	0,1	0,05	0,04
I мм/мин	0,015	0,015	0,007	0,002	0,001	0,001

ная — 0 ч (осадки отсутствуют). Годовой ход продолжительности осадков противоположен годовому ходу их количества (рис. 26). Наибольшая продолжительность осадков приходится на самые холодные зимние месяцы (136—219 ч). В летние месяцы, когда количество и интенсивность осадков наибольшие в году, продолжительность их наименьшая и составляет 40—43 ч (табл. 55).

Таблица 55

Продолжительность (ч) осадков. 1936—1960 гг.

Продолжи- тельность	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя	201	136	90	43	41	40	43	43	52	150	219	214	1272
Наибольшая	413	242	208	76	91	100	100	120	113	296	337	497	1766
В день с осад- ками	14,6	12,5	12,0	7,5	5,5	4,5	4,4	4,4	5,8	11,3	14,4	14,4	10,1
Максимальная непрерывная	80	77	64	40	34	26	42	27	30	73	101	119	119

Средняя продолжительность осадков в день с осадками имеет годовой ход, аналогичный ходу средней продолжительности. В течение года продолжительность осадков в день с осадками изменяется от 4,4 ч в июле—августе до 14,6 ч в январе. Наибольшая непрерывная продолжительность осадков в годовом ходе изменяется от 26 ч (июнь 1946 г.) до 119 ч (декабрь 1953 г.). Малое количество осадков в холодный период, несмотря на их большую продолжительность и частоту, объясняется тем, что в это время преобладают малоинтенсивные обложные и морозящие осадки.

Дополнением к продолжительности осадков в табл. 49 приложения приводятся данные повторяемости обложных и ливневых осадков различной продолжительности.

В теплый период года в Якутске осадки выпадают неравномерно. Периоды с дождями чередуются с бездождными периодами, которые нередко имеют продолжительность месяца и более. Бездождным считается такой период, когда в течение 10 дней и более осадки не выпадают совсем или их суточное количество не превышает 1 мм. Отдельные дожди в последующих днях после 10 «сухих» дней не прерывают периода бездождья, если их сумма за пятидневку будет менее 5 мм (пятидневка после 10 дней берется скользящая).

Длительные засушливые периоды в Якутске, как правило, связаны с наличием у земли гребня повышенного давления, направленного на центральные районы Якутии со стороны Охотского моря, или наличием малоградиентного барического поля с мощными затоками арктического воздуха с малым содержанием влаги. Перемещаясь с севера на юг, арктический воздух прогревается, трансформируется в полярный, еще более иссушается и обуславливает длительные периоды бездождья.

В среднем в Якутске за период с мая по сентябрь бывает три-четыре бездождных периода различной продолжительности. Средняя продолжительность бездождных периодов 24 дня, а максимальная 92 (с 20 мая по 19 августа 1948 г.). Наиболее часто бездождные периоды имеют продолжительность 10—20 дней, их повторяемость составляет около 50 % (табл. 56). В мае бездождные периоды наблюдаются практически ежегодно (97 % лет). Нередки годы, когда в течение всего месяца стоит бездождье, вероятность таких лет около 39 %, в отдельные месяцы (июнь—сентябрь) вероятность изменяется от 7 до 12 % (см. табл. 50 приложения).

Таблица 56

Повторяемость (%) бездождных периодов различной продолжительности за май—сентябрь

Характеристика	Среднее число периодов	Продолжительность, дни								Максимум	Дата	
		средняя	10—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	>70			Σ
Число случаев	3,5	23,5	130	68	37	11	4	7	1	258	92	20 V— 19 VIII 1948 г.
%			50,4	26,4	14,3	4,3	1,5	2,7	0,4	100		

В практике строительства бывает важно знать количество осадков, поступающих на стены зданий для учета их возможного увлажнения. Возможное количество осадков, поступающих на вертикальную поверхность, рассчитывалось по формуле:

$$x_B = (1,4P_1 + 2,4P_2 + 3,0P_3) x_T, \quad (3)$$

где x_v и x_r — количество осадков, приходящихся на вертикальную и горизонтальную поверхности; P_1, P_2, P_3 — повторяемости скоростей ветра (за месяц, за год) в градах 6—9, 10—14 и 15 м/с и более соответственно (в долях единицы).

В Якутске количество осадков, поступающих на стены зданий, незначительно (табл. 57). Однако в редких случаях при обиль-

Таблица 57

Среднее количество осадков (мм) и доля осадков (%), поступающих на стены зданий при косых дождях. 1936—1965 гг.

Характеристика	V	VI	VII	VIII	IX	V-IX
Количество осадков	5,2	5,0	6,4	5,2	3,5	25,3
Доля осадков	35	17	16	14	16	18

ных осадках за отдельный дождь на стены, перпендикулярные направлению ветра при дожде, может попасть значительное количество осадков. Так, за дождь 24 июня 1968 г. продолжительностью 12 ч выпало 42,5 мм осадков, при этом в течение 2 ч скорость ветра была 6 м/с, на стены попало 10,6 мм осадков.

5.3. Снежный покров

Снежный покров является фактором, оказывающим существенное влияние на формирование климата в холодный период года, главным образом из-за большой отражательной способности его поверхности (большого альбедо).

Небольшое количество тепла, получаемое зимой от солнца, почти полностью отражается; особенно велико альбедо свежевыпавшего снега (85—90 %). Инфракрасную радиацию снег излучает почти так же, как черное тело, в результате чего поверхность снежного покрова и воздух над ним сильно охлаждаются. Снежный покров вызывает резкое понижение температуры воздуха осенью и замедляет ее повышение весной.

Обладая малой теплопроводностью, снег затрудняет теплообмен между воздухом и почвой и предохраняет зимой почву от сильного переохлаждения. Под снежным покровом температура почвы выше температуры воздуха и поверхности снежного покрова, причем температура почвы тем выше, чем мощнее снежный покров (см. табл. 35). Так, в Якутске в малоснежную зиму 1972-73 г. температура почвы на глубине 40 см была на 4,7°С ниже температуры почвы на этой же глубине в сравнительно многоснежную зиму 1967-68 г. Высоты снежного покрова в эти зимы отличались на 18 см.

В снежном покрове за зиму накапливается большое количество влаги, которая не только увлажняет почву весной,

но является важным источником в формировании весеннего половодья рек и особенно небольших водотоков. От характера снежного покрова в значительной степени зависит, особенно в весеннее время, развитие таких процессов, как накопление запаса влаги в почве, оттаивание почвы и др. Поэтому в комплексе условий, обеспечивающих значительное повышение урожайности, соответствующее место должно занять правильное использование запаса воды в снежном покрове.

Как правило, появление первого снега в районе Якутска близко к осенней дате перехода температуры воздуха через 0°C . Колебания сроков появления снежного покрова из года в год довольно значительны. В годы с ранней зимой снег выпадает на 15—25 дней раньше, а в годы с поздней зимой — почти на столько же позже по сравнению со средней датой (табл. 58). В районе Якутска первый снег часто стаивает из-за наступления оттепелей, а иногда из-за выпадения жидких осадков. В среднем через шесть—восемь дней после выпадения первого снега устанавливается устойчивый снежный покров.

Таблица 58

Даты появления и схода снежного покрова. 1924—1977 гг.

Даты появления снежного покрова					Даты схода снежного покрова				
средняя	самая ранняя	год	самая поздняя	год	средняя	самая ранняя	год	самая поздняя	год
2 X	11 IX	1964	24 X	1936	4 V	16 IV	1975	20 V	1946

Сроки образования устойчивого снежного покрова, так же как и сроки появления снежного покрова, в отдельные годы значительно отклоняются от средней многолетней даты. Так, например, в Якутске в 1927 г. устойчивый снежный покров установился 27 октября, а в 1940 г. — 27 сентября, т. е. амплитуда между крайними значениями достигает 30 дней (см. табл. 51 приложения).

С момента образования устойчивого снежного покрова высота его постепенно увеличивается (рис. 28). Наиболее интенсивный рост идет от октября к ноябрю, в месяцы с наибольшей повторяемостью циклонической погоды в холодный период года, когда создаются основные запасы снега. Максимальной высоты он достигает в марте.

Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова за зиму составляет на открытых участках (в поле) 30 см, а на защищенных от ветра участках — несколько больше, чем в поле [87, ч. IV]. Так, на поляне в лесу она равна 34 см. В отдельные годы в Якутске максимальная высота снежного покрова за зиму может быть около 50 см, в другие годы — около 19 см.

С апреля высота снежного покрова уменьшается из-за уплотнения снега и испарения с поверхности снежного покрова (оно может достигать 0,32 мм за сутки [69]). В это время уже наблюдаются дневные оттепели и иногда выпадают смешанные и жидкие осадки. Начинается разрушение устойчивого снежного покрова. Оно происходит в более сжатые сроки, чем его образование (см. табл. 51 приложения). Колебания дат разрушения устой-

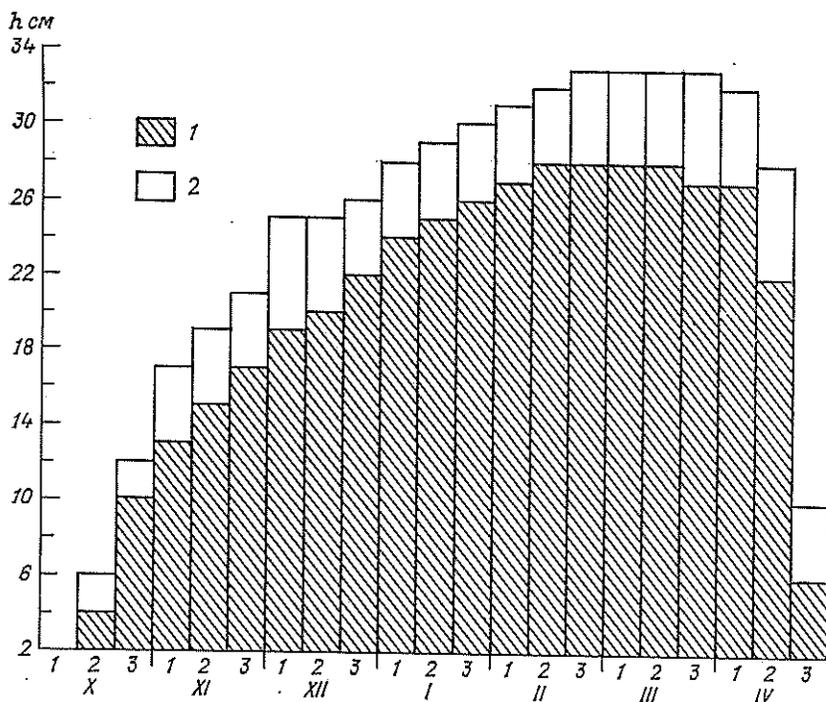


Рис. 28. Высота снежного покрова h в поле (1) и в лесу (2) по декадам (снегосъемки).

чивого снежного покрова из года в год довольно велики, но меньше чем его образования. С вероятностью в 5% разрушение устойчивого снежного покрова может начаться ранее 21 апреля и 11 мая и позже (табл. 51 приложения). Как правило, разрушение устойчивого снежного покрова совпадает по времени с переходом средней суточной температуры через 0°C в сторону повышения. Сход снежного покрова происходит в среднем через 3—4 дня после разрушения устойчивого снежного покрова (табл. 58).

В отдельные годы разница в числе дней между разрушением и сходом снежного покрова может быть значительной, иногда она достигает 15—20 дней. Так, в 1939 г. разрушение устойчивого снежного покрова произошло 17 апреля, а сход снежного покрова

15 мая. В редкие годы снег может выпадать даже в первой декаде июня.

Продолжительность периода со снежным покровом в Якутске и его пригородах в среднем составляет 200 дней. Наибольшее число дней со снежным покровом наблюдалось в 1931-32 г. (220 дней), наименьшее в 1927-28 г. (188 дней).

Важной характеристикой высоты снежного покрова является повторяемость зим с наибольшей декадной высотой снежного покрова (табл. 59).

Таблица 59

Повторяемость зим (%) с наибольшей декадной высотой снежного покрова. 1909—1916, 1919—1920, 1923—1949 гг.

Высота снежного покрова, см				Место установки рейки
11—20	21—30	31—40	41—50	
3	39	55	3	Открытое (метеоплощадка)

Одной из характеристик снежного покрова является его плотность, которая входит в расчеты запаса воды в снежном покрове. Наиболее показательной характеристикой плотности может служить ее среднее значение при наибольшей высоте снежного покрова. В районе Якутска оно составляет $0,17 \text{ г/см}^3$. Плотность снежного покрова в течение зимы изменяется незначительно, например, на открытых участках от $0,13$ в октябре до $0,17 \text{ г/см}^3$ в марте. В апреле при таянии снежного покрова значение плотности достигает своего максимума ($0,22 \text{ г/см}^3$).

По данным о высоте снежного покрова и его плотности определяется запас воды в снеге. Он в совокупности со степенью интенсивности таяния снежного покрова определяет сток воды в водоемы, величину весеннего половодья, запас воды в почве и т. д. Запас воды в снежном покрове представляет собой слой воды, который образовался бы на поверхности земли, если бы снежный покров полностью растаял. Наибольших значений запас воды в снеге достигает к моменту снеготаяния. Среднее значение из наибольших за зиму запасов воды в снеге по снегосъемкам в поле составляет 54 мм, а на поляне в лесу оно несколько больше (62 мм). Значение максимального запаса воды в снежном покрове может изменяться от года к году в больших пределах. Так, например, наибольший запас воды в снеге в Якутске на поляне в лесу наблюдался в зиму 1958-59 г. (78 мм), наименьший — в зиму 1962-63 г. (34 мм).

6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

6.1. Облачность

Многолетний режим облачности формируется под влиянием циркуляционных процессов, определяющих преобладающее направление движения воздушных масс и их влагосодержание, а также под влиянием воздействия подстилающей поверхности.

Наблюдения над облачностью ведутся визуально, степень покрытия неба облаками оценивается по десятибалльной шкале. В последние годы проводятся также инструментальные наблюдения при помощи метеорологических радиолокаторов, следящих за облачностью в радиусе до 300 км, и искусственных спутников Земли, позволяющих держать под наблюдением облачность над огромной территорией.

При наблюдениях над облачностью отмечаются ее количество (в баллах), форма, высота нижней границы и отдельно количество общей (облака всех ярусов) и нижней (облака нижнего яруса и вертикального развития) облачности; число ясных и пасмурных дней по общей и нижней облачности.

Зимой в Якутске при крайне низких температурах воздуха и небольшой влажности почти полностью отсутствуют облака нижнего яруса.

Повторяемость ясного и пасмурного состояния неба как по общей, так и по нижней облачности в годовом ходе имеет два максимума и два минимума (рис. 29, табл. 52 приложения).

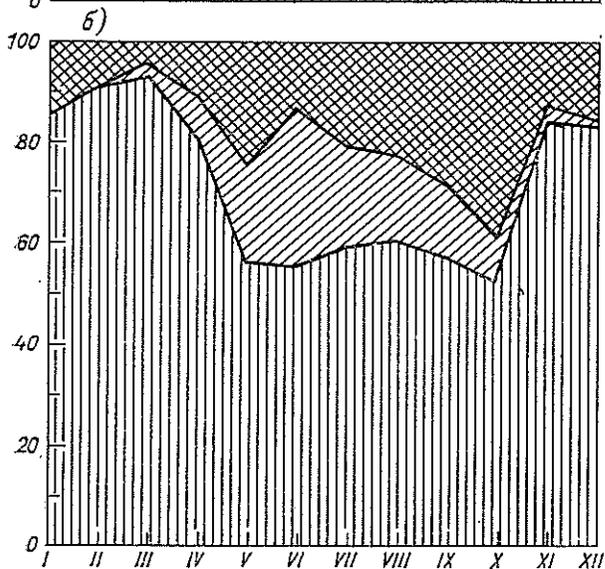
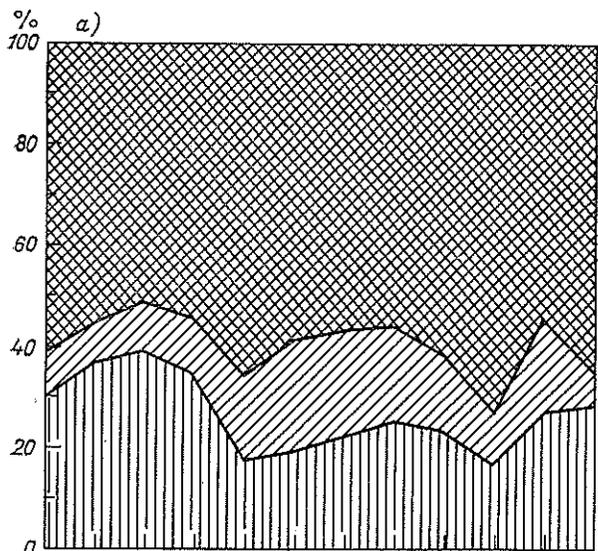
Доля нижней облачности в общем количестве облаков, покрывающих небо, невелика и в среднем за год составляет 35 % (табл. 60).

Таблица 60

Отношение (%) среднего месячного количества нижней облачности к общей. 1936—1965 гг.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
21	14	7	24	47	48	45	47	51	54	19	24	35

Существенным дополнением к данным о повторяемости ясного, полужасного и пасмурного состояния неба является число ясных и пасмурных дней по общей и нижней облачности. Годовой ход числа



1
 2
 3

Рис. 29. Вероятность (%) ясного (1), полужасного (2) и пасмурного (3) состояния неба по общей (а) и нижней (б) облачности.

ясных дней противоположен годовому ходу числа пасмурных дней. Наибольшее число ясных дней отмечалось в зимние месяцы, особенно в марте, когда нижняя облачность вообще не наблюдалась. Самый пасмурный месяц — октябрь.

Число ясных и пасмурных дней дает возможность судить в определенной мере об устойчивости в течение суток того или иного состояния неба (см. табл. 53 приложения).

Представление об устойчивости ясной и пасмурной погоды для общей и нижней облачности можно получить при помощи соотношений:

$$K_{\text{я}} = \frac{\text{число ясных дней } (\%) }{\text{повторяемость отметок 0—2 балла}} \cdot 100, \quad (4)$$

$$K_{\text{п}} = \frac{\text{число пасмурных дней } (\%) }{\text{повторяемость отметок 8—10 баллов}} \cdot 100, \quad (5)$$

где $K_{\text{я}}$ и $K_{\text{п}}$ — коэффициент устойчивости (%) ясной или пасмурной погоды.

Пасмурная погода по общей облачности более устойчива, чем ясная. По нижней облачности, наоборот, более устойчива ясная погода: коэффициент устойчивости ее изменяется от 53 % в октябре до 93 % в марте (табл. 61).

Таблица 61

Коэффициент устойчивости (%) ясной и пасмурной погоды по общей и нижней облачности. 1936—1965 гг.

Облачность	Коэффициент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Общая	$K_{\text{я}}$	35	43	52	46	36	33	31	40	40	21	29	30
	$K_{\text{п}}$	60	54	55	57	70	71	66	62	69	72	67	60
Нижняя	$K_{\text{я}}$	81	89	93	80	60	62	66	71	64	53	84	78
	$K_{\text{п}}$	18	9	0	1	28	24	39	38	25	34	25	24

Для Якутска облачность нижнего яруса не характерна: с ноября по март она фактически отсутствует (см. табл. 52 приложения). Но при низких температурах при наличии тумана отмечается сплошная облачность нижнего яруса, так как туман является частным случаем слоистой облачности с нижней границей, начинающейся у земной поверхности.

При полярном состоянии неба по общей облачности повторяемость градации 0—2 балла по облачности нижнего яруса не превышает 14 %, 3—7 баллов — не более 8 %. При небе, сплошь покрытом облаками, повторяемость ясного неба по нижней облачности не превосходит 50 %, полярного — не более 15 %, пасмурного — не более 39 % (табл. 62).

Таблица 62

Повторяемость (%) различных градаций нижней облачности при определенных градациях общей облачности. 1936—1960 гг.

Облачность, баллы		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
общая	нижняя												
0—2	0—2	33	40	41	35	18	21	23	28	23	18	28	32
3—7	0—2	6	12	8	9	9	13	14	10	12	7	7	7
	3—7	0	0	0	2	7	8	6	5	4	2	1	0
8—10	0—2	49	42	45	38	29	22	23	26	23	27	50	50
	3—7	0	0	2	5	12	15	14	8	12	7	2	0
	8—10	12	6	4	11	25	21	20	23	26	39	12	11

Среднее годовое количество общей облачности в Якутске составляет 6,6 балла, нижней — 2,3 балла. В годовом ходе как по общей, так и по нижней облачности прослеживаются два максимума (октябрь, май) и два минимума (март, август) (см. табл. 54 приложения).

Все кажущееся многообразие облаков можно представить в виде 10 основных форм, которые в зависимости от высоты нижней границы облаков разделяют на четыре группы: облака верхнего, среднего и нижнего ярусов и облака вертикального развития.

Облака верхнего яруса подразделяют на три вида: перистые, перисто-слоистые и перисто-кучевые. Они состоят из ледяных кристаллов и имеют волокнистую структуру. Солнечный свет через эти облака почти беспрепятственно достигает земли. Их нижняя граница лежит обычно выше 5000 м. В течение года облака верхнего яруса по количеству преобладают над облаками среднего и нижнего ярусов (см. табл. 55 приложения), особенно перистые и перисто-слоистые облака. В их годовом ходе имеется хорошо выраженный максимум и минимум. Суточный ход облаков верхнего яруса обнаружить трудно, однако можно отметить, что в ночные часы наблюдается минимальная повторяемость перистых и перисто-слоистых форм; в суточном ходе перисто-кучевых облаков хорошо заметен максимум повторяемости в 13 ч летом и зимой и в 7 ч осенью и весной.

Наличие перистых облаков свидетельствует о неустойчивом состоянии атмосферы на этих высотах или начинающейся адвекции. Облака верхнего яруса являются первыми предвестниками приближающегося атмосферного фронта и плохой погоды.

К облакам среднего яруса относятся высоко-кучевые и высоко-слоистые облака. Нижняя граница их расположена на высоте от 2000 до 6000 м. Они имеют большую вертикальную мощность (несколько километров) и обширное горизонтальное распространение (на тысячи километров), являются составной частью фронтальных облачных систем и обычно содержат огромное количество влаги.

В связи с тем что Якутск находится в зоне резко континентального климата с малой повторяемостью циклонических возмущений, повторяемость высоко-слоистых облаков (17 %) здесь почти в два раза меньше повторяемости высоко-кучевых (31 %), за исключением зимних месяцев.

Суточный ход повторяемости облаков среднего яруса лучше выражен у высоко-кучевых облаков. Наиболее часто их наблюдают утром в 7 ч за исключением декабря и января (максимум приходится на 13 ч). Наиболее редко высоко-кучевые облака бывают ночью, минимум повторяемости приходится на 1 ч, лишь в мае—июле — на 13 и 19 ч. У высоко-слоистой облачности суточный ход выражен слабо, но можно отметить, что чаще она наблюдается в 7 ч.

К облакам нижнего яруса относятся три формы: слоисто-кучевая, слоистая и слоисто-дождевая. Основание этих облаков находится ниже 2000 м.

Слоисто-кучевые облака лишь изредка дают осадки, достигающие земли, количество их невелико. Летом — это отдельные капли, зимой — слабый снег, снежные зерна или крупа. В теплое время года (с мая по октябрь) повторяемость слоисто-кучевой облачности в году наибольшая. Максимум этого вида облаков в сентябре (36 %), минимум в январе (1 %). В суточном ходе максимум повторяемости слоисто-кучевых облаков наблюдается в 19 ч в апреле — сентябре, в 13 ч в марте и с октября по декабрь и в 1 ч в январе — феврале.

Слоистые облака дают слабые осадки в виде мороси, ледяных игл и снежных зерен. Основание их может начинаться от земли, иногда оно имеет вид разорванных гряд или клочьев. Встречаются эти облака редко, максимальная повторяемость их (4 %) приходится на октябрь, минимальная (0,2 %) — на декабрь и март. В суточном ходе максимум повторяемости слоистых облаков приходится на утренние часы.

Наиболее мощными и плотными из облаков нижнего яруса являются слоисто-дождевые облака. Вертикальная мощность их, как и высоко-слоистых, может достигать нескольких километров, а горизонтальная протяженность — тысяч километров. Они несут обложные осадки в виде дождя или снега, и хотя повторяемость их в среднем за год невелика (5 %), значение этой облачной формы наиболее существенно для образования осадков. Это — фронтальная облачность, поэтому в зимние месяцы (декабрь—март) в силу циркуляционных особенностей района ее повторяемость наименьшая (1—3 %).

К облакам вертикального развития относятся кучевые и кучево-дождевые облака. Они имеют большую мощность по вертикали: нижнее основание может находиться на уровне облаков нижнего яруса, а вершина — на уровне перистых облаков. Из них могут выпадать ливневые осадки в виде дождя, снега, града, крупы и т. д. Облака вертикального развития бывают как внутри-

массового, так и фронтального происхождения, причем характерны при прохождении холодных фронтов.

Годовая повторяемость кучевых облаков составляет 10 %, кучево-дождевых — 4 %. Кучевые облака могут наблюдаться во все месяцы года, кроме декабря, но повторяемость их в зимние месяцы очень мала (0,1—0,2 %), наибольшую повторяемость они имеют летом (24—31 %). Кучево-дождевые облака с декабря по февраль в Якутске не отмечались, наибольшую повторяемость (11 %) они имеют в июле. В суточном ходе максимальная повторяемость этих облаков наступает в послеполуденные часы, минимальная — ночью.

Очень редко в Якутске может наблюдаться низкая облачность с высотой облаков 200 м и ниже. Встречаться она может во все месяцы, но вероятность ее незначительна (см. табл. 56 приложения). Эта облачность обычно фронтального происхождения, реже внутримассового.

В теплых секторах циклонов возможно образование слоистых облаков. Из табл. 56 и 57 приложения видно, что низкая облачность с высотой нижней границы 200 м и ниже более вероятна в теплый период года (с апреля по октябрь), когда развивается циклоническая деятельность.

6.2. Туманы, дымка и мгла

Туман является наиболее характерным для климата Якутска атмосферным явлением. Он представляет собой помутнение воздуха, вызванное скоплением в нем очень мелких, неразличимых глазом капелек воды или кристаллов льда или тех и других вместе непосредственно над поверхностью земли в таком количестве, при котором горизонтальная видимость становится менее 1 км.

По микроструктурным характеристикам выделяют туманы капельно-жидкие, кристаллические, смешанные.

Для района Якутска, как и в целом для центральных районов Якутии, для теплого периода характерны туманы капельно-жидкие (влажные), для переходных — смешанные, для зимнего сезона — кристаллические (морозные).

Для образования туманов в Якутске в весенне-осенний период в основном необходимы два условия: 1) большая насыщенность воздуха водяными парами и 2) последующее выхолаживание поверхности земли. В зимний период при низких температурах воздуха основным условием является искусственное увеличение влаги. Наиболее благоприятные условия для возникновения тумана зимой создаются при антициклоническом типе погоды, когда температура держится —42 °С и ниже.

В среднем за год в Якутске отмечается 60 дней с туманом, из которых на зимний сезон приходится 54 дня. В весенне-летние месяцы туманы бывают не ежегодно, а в летне-осенние — в сред-

нем по одному дню (см. табл. 59 приложения, рис. 30). Незначительное число туманов весной и осенью связано с малой относительной влажностью. В отдельные годы среднее число дней с ту-

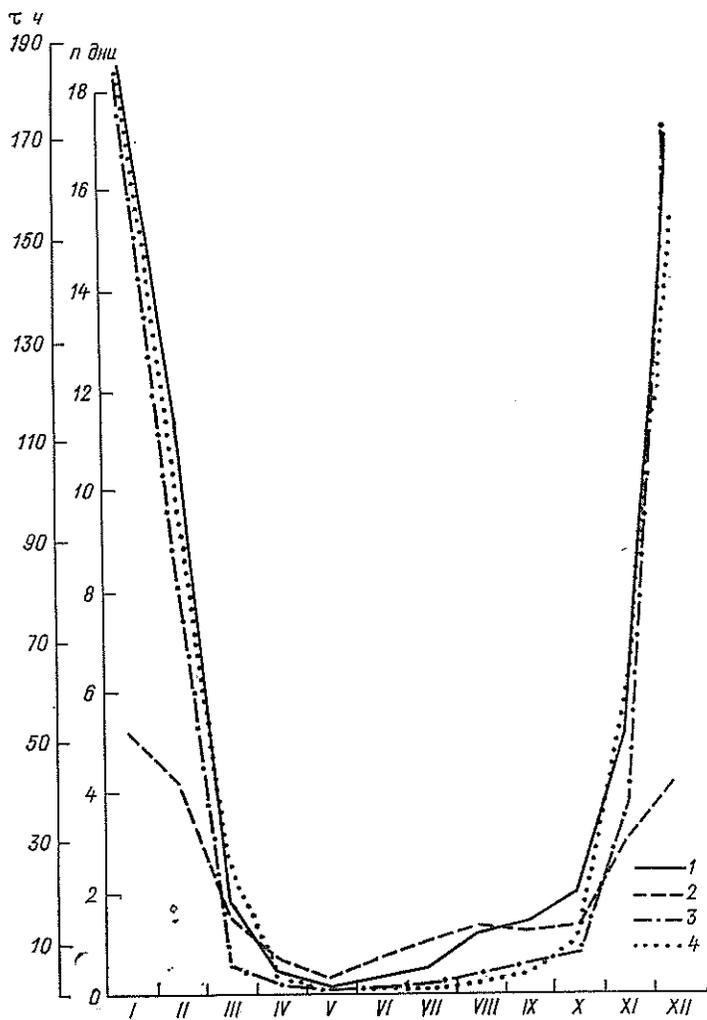


Рис. 30. Годовой ход числа дней n с туманом (1), квадратического отклонения числа дней с туманом (2), продолжительности τ туманов (3) и дымки (4).

маном может значительно отклоняться от его среднего многолетнего значения (табл. 63). Наибольшие отклонения числа дней с туманом от нормы приходятся на зиму. Среднее отклонение числа дней имеет годовой ход, аналогичный годовому ходу числа дней с туманом (рис. 30).

Таблица 63

Отклонения числа дней с туманом. 1936—1977 гг.

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

В дополнение к среднему числу дней приводятся данные повторяемости различного числа дней с туманом по месяцам (см. табл. 60 приложения) и за год (табл. 64), которые дают представление об изменчивости в отдельные годы числа дней с туманом, а также о том, из какого числа дней складывается среднее многолетнее их значение. Наибольшая изменчивость приходится на зимний сезон (см. табл. 59 приложения).

Таблица 64

Повторяемость P (%) различного числа дней с туманом за год. 1936—1977 гг.

Число дней	≤ 40	41—45	46—50	51—55	56—60	61—70	71—80	> 80
$P\%$	5	2	12	12	24	21	22	2

Туманы теплого периода кратковременны, средняя их продолжительность в день с туманом составляет 3,6 ч, тогда как в холодный период — около 9,0 ч.

Развитие авиации и городского автомобильного транспорта вызывает повышенный интерес к зимним туманам в Якутске и его окрестностях. Зимние туманы Якутска характерны для районов с низкими температурами. Общими свойствами их являются значительная ограниченность в распространении по площади. Они приурочены к населенным пунктам. Особенно большой повторяемости, интенсивности и продолжительности они достигают в населенных пунктах, расположенных в речных долинах, замкнутых среди гор котловинах, впадинах и других формах рельефа, способствующих застою холодного воздуха.

Низкие температуры, приземная инверсия, слабое перемешивание воздуха благоприятствуют образованию туманов. Но содержание влаги в воздухе мало, и для его возникновения необходимо искусственное добавление влаги. Такие условия создаются в населенных пунктах. Природа образования зимних туманов в Якутске заключается в следующем: от сгорания топлива всех видов (отопление, транспорт, выработка электроэнергии и т. п.) в охлажденный до -40°C и ниже воздух дополнительно поступает громадное количество водяного пара. Эта добавка влаги в воздух при ясной штилевой или при небольших скоростях ветра погоде вполне достаточна для образования тумана. Так, например, в Якутске в декабре—январе при сжигании топлива всех видов в течение

одних суток парообразной воды выделяется более 3 тыс. т, которая поступает в приземный слой воздуха как дополнительная влага, способствующая образованию ледяного (морозного) тумана. При другом типе погоды туман не образуется.

Наиболее часто туманы наблюдаются при температуре воздуха -42°C и ниже, а наиболее редко — при температуре выше -40°C (табл. 65).

Таблица 65

Отношение (%) числа случаев с туманом к числу случаев с температурой воздуха по градациям. 1966—1973 гг.

Пункт наблюдений	Температура, $^{\circ}\text{C}$					
	$-35,0$ ^	$-35,0 \dots -39,9$	$-40,0 \dots -44,9$	$-45,0 \dots -49,9$	$-50,0 \dots -54,9$	$-55,0$ v
	При штиле					
Якутск, ГМО	0,8	9,2	37,5	69,9	71,0	76,9
Якутск, телемачта	3,8	59,1	93,5	99,2	100	100
	Независимо от ветра					
Якутск, ГМО	0,3	5,9	30,0	60,0	70,4	81,2
Якутск, телемачта	1,5	51,0	87,9	97,3	100	100

Отношение числа случаев с туманом к числу случаев с температурой воздуха (табл. 65) дает представление о том, при каких температурах наиболее вероятно образование тумана. Во всех случаях при температуре -50°C и ниже в городе (исключая окраины) образуется туман независимо от времени суток. В районе метеостанции Якутск, ГМО, при температуре -50°C и ниже туман образуется только в 74 % случаев.

В суточном ходе зимних туманов в Якутске отмечаются два максимума (утром и вечером) и два минимума (ночью и днем).

Наиболее часто туманы возникают при штиле и малых скоростях ветра (1—2 м/с). При скорости ветра 5 м/с образование тумана отмечалось в пяти случаях, при больших скоростях туман не наблюдался (табл. 66). Это связано с тем, что наиболее низкие температуры бывают при штиле и малых скоростях ветра.

Туманы в зимний сезон в Якутске очень интенсивны и продолжительны. Видимость в наиболее плотных туманах снижается до 40—50 м в дневное время. Максимальная плотность туманов отмечается в декабре—январе. Наличие тумана в различных частях города зависит от направления ветра. При ветре, как правило,

Таблица 66

Повторяемость (%) тумана в зависимости от скорости ветра

Пункт наблюдений	Годы	Скорость ветра, м/с			
		штиль	1—2	3—4	≥5
Якутск, ГМО	1936—1975	67,0	29,6	3,1	0,3
Якутск, аэропорт	1970—1975	48,9	49,8	1,3	
Якутск, телемачта	1966—1973	61,7	36,4	1,9	

в наветренной окраине города туман не наблюдается, подветренная сторона обычно окутана туманом. Повторяемость туманов по направлениям дает некоторое представление о распределении в пространстве в зависимости от направления ветра (табл. 67).

Таблица 67

Повторяемость (%) туманов в зависимости от направления ветра

Пункт наблюдений	Годы	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Якутск, ГМО	1936—1975	25	42	4	2	8	6	6	7
Якутск, аэропорт	1970—1975	26	2		1	11	12	14	34
Якутск, телемачта	1966—1973	44	18	0,2	0,5	5	22	8	3

Продолжительность туманов за ноябрь—март в районе метеостанции Якутск, ГМО, составляет 487 ч, в аэропорту—475 ч, а в центре города (Якутск, телемачта) средняя продолжительность их в три раза больше и составляет около 1303 ч (см. табл. 61 приложения, табл. 68). Это обусловлено тем, что в центре города продолжительность туманов, как и число дней с туманом, фактически не зависит от направления ветра, а также тем, что условия для их возникновения являются более благоприятными. Продолжительность тумана в зимний сезон имеет большую изменчивость (см. табл. 61 приложения). Так, например, в январе за период с 1936 по 1975 г. наибольшая продолжительность (377 ч) наблюдалась в 1972 г., наименьшая (около 38 ч) — в 1953 г. Наиболь-

Таблица 68

Продолжительность туманов (ч) в центре города (телемачта). 1966—1973 гг.

XI	XII	I	II	III	XI—III
113,1	437,2	483,6	252,3	17,2	1303,4

шая суммарная продолжительность их за ноябрь—март (926 ч) наблюдалась в 1971-72 г., наименьшая (249 ч) — в 1948-49 г.

В суточном ходе наибольшая продолжительность туманов приходится на время от 8 до 12 ч. Наименьшая продолжительность и интенсивность туманов наблюдается с 24 до 6 ч (табл. 69).

Таблица 69

Продолжительность (ч) туманов в различные часы суток

Время, ч		XI	XII	I	II	III	XI—III
от	до						
Якутск, ГМО (1966—1975 гг.)							
0	3	6,3	22,8	25,7	13,1	0,4	68,3
3	6	5,5	20,6	21,5	13,0	1,1	61,7
6	9	7,8	22,5	24,5	20,2	3,4	78,4
9	12	12,2	32,6	39,0	28,8	2,5	115,1
12	15	10,1	33,5	37,4	15,7	0,5	97,2
15	18	7,5	31,5	31,5	9,4		79,9
18	21	7,2	31,3	31,1	11,2		80,8
21	24	6,7	27,0	30,1	14,1	0,1	78,0
Якутск, телемачта (1966—1973 гг.)							
0	3	11,3	54,1	59,4	30,9	1,1	156,8
3	6	11,1	52,6	56,9	31,0	1,6	153,2
6	9	12,4	51,9	56,0	34,4	3,3	158,0
9	12	16,8	55,0	62,6	41,5	4,7	180,6
12	15	15,9	55,8	64,4	36,6	2,9	175,6
15	18	14,8	55,2	62,3	24,1	0,8	157,2
18	21	15,0	56,0	61,6	23,8	0,3	156,7
21	24	15,8	56,8	60,4	28,9	0,4	162,3

В связи с коротким днем, низким стоянием солнца и незначительным суточным ходом температуры воздуха в декабре—январе туманы в дневное время в городе почти не рассеиваются, поэтому их повторяемость и продолжительность остаются примерно такими же, как и в утренние часы. В феврале суточный ход туманов несколько изменяется. В результате увеличения притока тепла от солнца (в феврале в три и в марте в восемь с лишним раз по сравнению с январем) туманы в феврале, особенно во второй его половине, возникают в утренние часы и, как правило, днем рассеиваются. В марте же туманы в дневное время почти не наблюдаются, их продолжительность составляет всего 12—15 мин. Образование туманов в дневное время во второй половине февраля и в марте — явление редкое. В основном они возникают при адвекции теплых и влажных масс воздуха. Эти туманы иногда очень интенсивные. Их интенсивность более равномерна по площади, а площадь распространения более обширна, чем при радиационно-инверсионных туманах.

Наиболее часто отмечаются туманы продолжительностью от 2 до 6 ч (табл. 70). Повторяемость туманов продолжительностью более 24 ч составляет в ноябре около 3 %, в декабре — около 9 %, в январе — около 7 %, в феврале — 4 %, а в марте туманов продолжительностью более 18 ч не наблюдалось. Наибольшая продолжительность туманов имеет место в декабре—январе.

Таблица 70

Повторяемость (%) тумана различной продолжительности

Пункт наблюдений	Годы	Продолжительность, ч							
		≤2	2-6	6-12	12-18	18-24	24-36	36-48	>48
Якутск, ГМО	1936—1975	22,9	37,9	19,7	9,2	3,9	3,2	1,8	1,4
Якутск, аэропорт	1970—1975	46,0	26,0	16,6	6,1	2,3	2,3	0,6	0,1
Маган	1957—1968	49,5	41,6	8,0	0,9				
Якутск, телемачта	1966—1973	4,6	23,2	12,1	15,1	8,8	7,8	7,4	21,1

Наиболее продолжительные и интенсивные туманы образуются при температуре —50 °С и ниже. Так, повторяемость туманов продолжительностью более 48 ч при температуре —50 °С и ниже составляет 4 %, при температуре выше —50 °С — 3 % (табл. 71).

Таблица 71

Вероятность (%) туманов различной продолжительности в зависимости от температуры воздуха (ноябрь—март). Якутск, ГМО

Температура, °С		Продолжительность, ч							
от	до	≤2	2-6	6-12	12-18	18-24	24-36	36-48	>48
≤ -50		13,9	30,9	22,3	13,1	7,0	6,1	2,8	3,9
-49,9	-45	18,0	38,2	19,8	11,6	4,7	3,7	2,4	1,6
-44,9	-40	25,8	39,4	20,9	7,2	2,4	2,3	1,3	0,7
-39,9	-35	38,6	42,3	12,3	2,7	2,3	0,9	0,5	0,4
> -35		49,2	36,9	12,3	1,6				

Наибольшая непрерывная продолжительность тумана на метеостанции Якутск, ГМО, составила 90 ч (около четырех суток) в январе 1971 г., в центре города по данным пункта Якутск, телемачта, туман наибольшей непрерывной продолжительности

(329 ч) образовался 22 декабря 1970 г. и не рассеивался до 5 января 1971 г., т. е. держался около 14 суток.

Дымка. Слабое помутнение атмосферы, вызываемое мельчайшими, невидимыми капельками воды или кристалликами льда, ухудшающее видимость от 1 до 10 км, называется дымкой. Дымка имеет ту же природу, что и туман, по существу являясь разреженным туманом. В течение дня туман может несколько раз, ослабевая переходить в дымку, а дымка, усиливаясь, снова переходить в туман. Например, 3 января 1941 г. с 9 до 12 ч наблюдалась дымка, с 12 до 18 ч — туман, который затем снова перешел в дымку, и т. д. Но бывают случаи, когда дымка отмечается как самостоятельное явление. Зимой она появляется в результате сублимации водяного пара и состоит из мельчайших кристалликов льда, а дымка в теплое время года — результат конденсации.

По данным наблюдений метеостанции Якутск, ГМО, в среднем за год бывает 82 дня с дымкой, причем около 75 % (60 дней) приходится на три центральных зимних месяца (декабрь—февраль), на летние же месяцы (июнь—август) — всего около 2 % (два дня). В отдельные годы число дней с дымкой значительно отличается от среднего (см. табл. 62 приложения). Так, в 1963 г. отмечено всего 49 дней с дымкой, в течение пяти месяцев (с апреля по август) это явление вообще не наблюдалось. В 1972 г. число дней с дымкой составило 134 % нормы.

В отдельные годы зимой дымка наблюдается ежедневно; в декабре 1941 г. был 31 день с дымкой, в январе 1965 г. — 30 дней. По данным многолетних наблюдений 20 дней и более с дымкой наблюдается в январе в 80 %, а в декабре — примерно в 60 % лет (табл. 72). Весной и в первой половине лета дымка наблюдается не ежегодно, а в конце лета и осенью в каждом месяце бывает один—два дня с дымкой.

Таблица 72

Повторяемость (%) лет различного числа дней с дымкой. 1936—1977 гг.

Месяц	Число дней				
	<10	10—14	15—19	20—24	≥25
XI	57,5	30,0	12,5		
XII	2,5	7,5	32,5	40,0	17,5
I	2,5	5,0	12,5	42,5	37,5
II	10,0	17,5	32,5	37,5	2,5
III	80,0	20,0			
XI—III	30,5	16,0	18,0	24,0	11,5

Необходимо отметить, что по данным телемачты, число дней с дымкой в городе в ноябре—феврале существенно меньше

(примерно в 2,5 раза), чем на окраине за счет увеличения туманов; в теплое время года различия незначительные (табл. 73).

Таблица 73

Число дней с дымкой в различных частях города. 1965—1973 гг.

Пункт наблюдений	I	II	III	IV	V	VI	VII
Якутск, ГМО	25,9	21,3	6,4	0,3	0,3	0,4	0,3
Якутск, телемачта	8,0	13,3	5,2	0,0	0,0	0,6	0,0
Разность	17,9	8,0	1,2	0,3	0,3	-0,2	0,3
Пункт наблюдений	VIII	IX	X	XI	XII	Год	
Якутск, ГМО	1,9	2,0	3,0	11,0	22,1	94,9	
Якутск, телемачта	0,9	0,0	0,1	4,9	7,1	39,0	
Разность	1,0	2,0	2,9	6,1	15,0	55,9	

Кроме числа дней с дымкой, важно знать ее продолжительность (табл. 74).

Таблица 74

Продолжительность (ч) дымки. 1939—1977 гг.

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII
Средняя	178	98	23	2	0,5	1	0,5
Наибольшая	366	242	69	10	8	25	4
Год	1965	1942	1938	1962	1943	1940	1944
Характеристика	VIII	IX	X	XI	XII	Год	
Средняя	2	4	12	56	154	531	
Наибольшая	17	40	52	140	346	859	
Год	1952	1938	1938	1964	1941	1938	

Средняя годовая продолжительность дымки составляет 531 ч, в различные годы она может существенно отклоняться от среднего значения. Так, наибольшая годовая продолжительность

(859 ч) отмечена в 1938 г., что составляет 162 % нормы; наименьшая — в 1961 г., всего 53 % нормы (280 ч). В годовом ходе продолжительности максимум падает на январь, минимум на май—июль (рис. 30), но практически в течение всех трех сезонов, за исключением зимы, продолжительность дымки не превышает 2—4 ч за месяц. Зимой же в отдельные дни дымка может держаться в течение полных суток, а в редких случаях переходить на следующие сутки. Например, в январе 1965 г. наибольшая непрерывная продолжительность дымки составила 45 ч (начало явления 4 января в 12 ч, окончание 6 января около 9 ч).

Мгла. Для Якутска характерно также помутнение атмосферы в летние месяцы, вызываемое взвешенными в воздухе частичками дыма, гари, возникающее в результате лесных пожаров, так называемая мгла. За период наблюдений с 1936 по 1950 г. в среднем за год наблюдается 54 дня с мглой (табл. 75). Однако до 1950 г. число дней с мглой было значительно больше, чем в последующий период. Если за 15 лет (1936—1950 гг.) среднее число дней с мглой в году составило 55, то за последующие 27 лет (1951—1977 гг.) оно уменьшилось в среднем до четырех в год. За период 1974—1977 гг. мгла не наблюдалась вообще, что связано с уменьшением количества лесных пожаров.

Таблица 75
Число дней с мглой

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII
1936—1950	0,1	0,2	2,3	2,3	7,6	8,2	13,7
1951—1977	0,0	0,0	0,1	0,04	0,04	0,2	1,0

Годы	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1936—1950	12,5	6,5	0,8	0,3	0,0	54,5
1951—1977	2,0	0,4	0,04	0,0	0,0	3,9

Последний год, в котором наблюдалось 27 дней с мглой, был 1963 г. В течение 12 дней (с 31 июля по 11 августа) ежедневно или в течение полных суток или части суток в воздухе стояла гарь от лесных пожаров. Видимость в девяти днях из двенадцати уменьшалась до 1 км и менее, солнце просвечивало слабо как багрово-красный шар, облачность определить было невозможно.

До 1950 г. случаи с мглой в течение 15—20 дней подряд наблюдались довольно часто. Наибольшее число дней с мглой отмечалось в 1937 г., когда в течение 32 дней подряд отмечалось это явление (с 16 мая по 16 июня), в 1936 и 1947 гг. было по 26 дней с мглой подряд.

6.3. Грозы и град

Гроза — это комплексное атмосферное явление, являющееся следствием электрических разрядов (молний) между облаками или между облаком и землей и сопровождающееся звуком (громом).

Район Якутска характеризуется невысокой грозовой деятельностью (13 гроз в год) (см. табл. 63 приложения). Наиболее активным был 1929 г. (22 грозы), в 1919 г. гроз не было совсем. Грозы в Якутске наблюдаются с мая по сентябрь. Годовой ход их имеет максимум в июле.

Суточный ход повторяемости гроз довольно хорошо выражен. Наиболее вероятны они в послеполуденные часы (с 12 до 18 ч). В июле и августе грозы могут с одинаковой вероятностью наблюдаться как с 12 до 18 ч, так и с 18 до 24 ч. В это время обычно наблюдаются самые продолжительные и сильные грозы. На период 18—20 ч приходится и максимум числа грозовых разрядов в Якутске. Инструментальные измерения грозовых разрядов, проведенные в Якутске в 1970—1971 гг., показали, что грозы здесь могут быть весьма интенсивными [86]. Повторяемость различного числа дней с грозой по месяцам (см. табл. 64 приложения) позволяет судить, из каких величин складывается среднее число дней с грозой.

Средняя продолжительность гроз в Якутске составляет 1,1 ч (см. табл. 65 приложения). Более половины всех гроз (51,6 %) имеет продолжительность менее часа, 33 % гроз—1—2 ч (табл. 76). Самая продолжительная гроза 7,2 ч наблюдалась 9 июля 1954 г.

* Таблица 76

Повторяемость (%) гроз различной продолжительности. 1936—1965 гг.

\bar{t}	σ	Продолжительность, ч								t_{\max}	Дата
		<1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8		
1,11	0,99	51,6	33,2	8,6	4,0	2,2	0,2		0,2	7,2	9 VII 1954 г.

Грозы различают внутримассовые и фронтальные. Внутримассовые грозы случаются редко и связаны они обычно с такой формой циркуляции, при которой над большей частью Якутии на больших высотах формируется высотный гребень, а у земли образуется размытое барическое поле. Чаше бывают фронтальные грозы (табл. 77).

Наиболее благоприятные условия для развития гроз в районе Якутска — холодные фронты. Более половины (67 %) общего числа дней с грозой обуславливается конвективно-адвективными процессами на фронтальных разделах и 33 % имеют своей причиной неустойчивость, вызванную перегревом поверхности земли. В ре-

Таблица 77

Повторяемость (%) гроз различного происхождения. 1946—1950 гг.

Утро		Полдень		Вечер	
фронтальные	внутримассовые	фронтальные	внутримассовые	фронтальные	внутримассовые
88	12	64	36	100	0

зультате многолетних наблюдений числа дней с грозой в Восточной Сибири выявлена четко выраженная 5- и 11-летняя цикличность [86].

Чтобы сделать заключение о влиянии города на повторяемость гроз, можно сравнить число гроз, отмеченных в Якутске и Магане, отстоящих друг от друга на 16 км. Поселок Маган находится на коренном берегу, рельеф слабохолмистый, окружен лесами. Якутск же расположен в долине р. Лены, рельеф равнинный, город окружен лугами и пашнями с небольшими перелесками. Эти физико-географические различия в расположении пунктов влияют на повторяемость гроз. Но кроме того, город, являясь своеобразным островом тепла, сам по себе способствует развитию гроз. Из табл. 78 видно, что в городе гроз отмечено больше, чем в его окрестностях.

Таблица 78

Среднее число гроз в Якутске и Магане. 1958—1965 гг.

Станция	V	VI	VII	VIII	IX	Сумма
Якутск, ГМО	0,6	3,1	4,0	2,5	0,8	11,9
Маган	0,6	1,8	3,6	1,8	0,2	8,0

Град представляет собой твердые осадки, выпадающие в теплое время года из мощных кучево-дождевых облаков в виде частичек плотного льда различных размеров. Он всегда бывает при грозе, обычно с ливневым дождем, шквалистым ветром. Размеры градин колеблются от 5 мм до 15—20 см в диаметре, масса — от долей граммов до нескольких сот граммов (в исключительных случаях). Выпадение крупного града в Якутске не наблюдалось.

Град в Якутске выпадает не ежегодно, за 10 лет бывает семь-восемь дней с градом (см. табл. 66 приложения). За 82 года наблюдений с градом было 50 % лет, причем в каждый год выпадением града число дней с этим явлением изменялось от одного до четырех. Град в Якутске отмечается с мая по сентябрь.

Град на местности обычно выпадает пятнами, иногда полосами, достигающими нескольких километров в длину и около тысячи метров в ширину. Продолжительность града обычно не превышает 15 мин, однако, выбивая посевы, он причиняет громадный ущерб народному хозяйству, поэтому исследование причин его возникновения для целей прогноза и борьбы с ним имеет большое значение.

В последние десятилетия научились эффективно бороться с градом методом активного воздействия на мощные кучевые облака для предотвращения образования в них града.

6.4. Пыльные бури

Пыльные бури представляют собой перенос большого количества густой пыли, сухого и измельченного поверхностного слоя почвы (земли или песка) сильным ветром, в результате чего ухудшается видимость, иногда настолько, что на расстоянии нескольких метров отдельные предметы становятся неразличимыми.

В Якутске пыльные бури бывают почти каждый год. За период наблюдений с 1936 по 1977 г. они отмечались в 71 % лет. Об обеспеченности числа дней с пыльной бурей в год можно судить по данным табл. 79.

Таблица 79

Число дней с пыльной бурей различной обеспеченности. 1936—1977 гг.

Обеспеченность, %	5	10	20	30	50
Число дней	9	7	4	3	2

Число пыльных бурь один раз в десять лет может достигать семи случаев в год при сохранении условий городской застройки и окружающей город местности. В последние годы число пыльных бурь заметно уменьшилось (табл. 80). За период с 1970 по 1977 г. наблюдалась лишь одна пыльная буря в июне 1972 г.

Таблица 80

Число пыльных бурь по пятилетиям

Годы	Число случаев	Годы	Число случаев
1946—1950	30	1961—1965	11
1951—1955	15	1966—1970	10
1956—1960	25	1971—1975	1

Пыльные бури в Якутске образуются в основном в период с мая по сентябрь. Более вероятны они в июне (в среднем 1,1 дня

с пыльной бурей за месяц), в другие месяцы отмечаются реже. В сентябре пыльные бури практически не возникают, за период наблюдений с 1936 по 1977 г. отмечена в сентябре лишь одна буря — в 1962 г. Наибольшее годовое число дней с пыльной бурей (13) наблюдалось в 1950 г. Среднее и наибольшее число дней с пыльной бурей приведены в табл. 68 приложения, повторяемость различного числа дней с пыльной бурей — в табл. 69 приложения.

Продолжительность пыльных бурь в Якутске, как правило, не велика — не более часа. Они образуются под кучево-дождевой облачностью при прохождении холодного фронта или в штормовой зоне, возникающей при встрече двух барических образований противоположного знака при условии резкого усиления одного из них [85]. В июле 1964 г. наблюдалась пыльная буря самой большой продолжительности (более 16 ч), при этом скорость ветра составляла 9 м/с с порывами до 16 м/с, максимальная температура была 27,2 °С, относительная влажность 26 %.

Скорости ветра, которые необходимы для возникновения пыльных бурь, зависят от влажности почвы в слое до 20 см и ее структуры. В Якутске при большой сухости воздуха и пылевидном характере почвы они могут начаться уже при скорости ветра 7 м/с (табл. 81).

Таблица 81

Обеспеченность (%) различных скоростей ветра при пыльных бурях. 1936—1975 гг.

Скорость ветра, м/с			
7—8	9—10	11—12	>12
35	75	90	100

6.5. Засухи

Для района Якутска засухи — характерное явление. Различают атмосферную засуху, т. е. состояние атмосферы, характеризующееся недостаточным выпадением осадков, высокой температурой и пониженной влажностью, и, как ее следствие, почвенную засуху, т. е. иссушение почвы, и почвенно-атмосферную засуху.

Почвенные засухи возникают весьма часто при недостаточном выпадении осадков. При этих засухах суточный ход температуры и влажности воздуха, как правило, остается в пределах нормы, что способствует сохранению у растений правильного режима испарения. В Якутске вероятность лет с недостаточным количеством осадков в вегетационный период составляет около 80 %.

Недостаток осадков приходится в основном на весну и первую половину лета. Наиболее сильные засухи наблюдались в 1896, 1906, 1911, 1920, 1930, 1947, 1948 гг. и др.

Частые повторения почвенных засух в районе Якутска объясняются следующим образом. Малое количество осадков, выпадающих весной, почти не увеличивает запас влаги в почве, а небольшие запасы воды в снеге, испаряющейся к тому же интенсивно при его таянии, особенно в морозные весны, не обеспечивают хорошего увлажнения почвы. Поэтому большое значение имеет накопление запасов влаги в почве осенью. Из-за многолетней мерзлоты, создающей водонепроницаемый горизонт, выпадающие осенью осадки просачиваются в глубь почвы лишь на толщину слоя, оттаивающего за летний сезон. С наступлением холодов влага в почве, накопленная во время осенних дождей, замерзает и надежно сохраняется, не просачиваясь в более глубокие слои грунта. Весной при недостаточном количестве выпадающих осадков на вегетацию растений расходуются сначала запасы снеговой воды, а затем запасы влаги осенних дождей, «законсервированной» в мерзлой почве. Эта влага поступает к растениям как бы порциями по мере оттаивания мерзлой почвы.

В годы после недостаточного увлажнения почвы осенью, а также морозными веснами в период снеготаяния, и при недостаточном выпадении осадков в мае—июне растения начинают страдать от недостатка влаги в почве, т. е. наступает почвенная засуха.

Атмосферные засухи, в том числе и суховеи, являются результатом большой сухости воздуха и высокой температуры. Растения при атмосферной засухе бывают обычно угнетенными от недостатка влаги, так как их корневая система не успевает подавать воду в надземные части. Характерной особенностью этого вида засух является сравнительно малый суточный ход относительной влажности воздуха при довольно низких ее значениях. Атмосферные засухи обусловлены вторжением в центральные районы Якутии арктических масс воздуха, которые, трансформируясь, прогреваются, при этом резко падает их относительная влажность и растет дефицит влажности, воздух иссушается — наступает атмосферная засуха.

Возникновение суховеев в районе Якутска связано с затоком воздушных масс из районов Монголии. После переваливания через горные хребты воздушные потоки этих масс иссушаются и в центральных районах Якутии приобретают характер суховеев. В такие дни держатся высокая температура воздуха, низкая относительная влажность и большой дефицит влажности, ветры в это время отмечаются южной четверти. Дефицит влажности может достигать от 29 гПа в мае до 50 гПа в июле.

О среднем, наибольшем и наименьшем за вегетационный период числе дней с атмосферной засухой и вероятности таких лет дает представление анализ данных табл. 82. В среднем наблюдается около 25 дней с атмосферной засухой, в отдельные годы число дней может достигать 55. Наибольшая повторяемость их

Таблица 82

Число дней и вероятность (%) атмосферной засухи и суховеев. 1936—1957 гг.

Засухи	Среднее число дней					Σ V—IX	Число дней за V—IX		Вероятность лет с атмосферной засухой и суховеями, %
	V	VI	VII	VIII	IX		наибольшее	наименьшее	
Слабые	0,9	6,0	7,7	4,4	0,3	19,3	44 (1948 г.)	8 (1937 г.)	100
Средней интенсивности	0,0	1,4	3,0	1,0	0,03	5,4	13 (1945 г.)	0	97
Интенсивные	0,0	0,2	0,4	0,03	0,0	0,7	5 (1941, 1947 гг.)	0	36
Очень интенсивные	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	2 (1942 г.)	0	10
Всего	0,9	7,6	11,2	5,4	0,3	25,4	55 (1948 г.)	9 (1937 г.)	100

приходится на июль. Очень сильные засухи отмечаются только в июле, они бывают не ежегодно, примерно один раз в десять лет. Наибольшая вероятность приходится на слабые засухи (75,6 %) и наименьшая — на очень интенсивные (0,4 %), (табл. 83).

Таблица 83

Дефицит влажности (гПа) и вероятность (%) засух различной интенсивности. 1936—1957 гг.

Характеристика	Скорость ветра в 13 ч, м/с	Засухи			
		слабые	средней интенсивности	интенсивные	очень интенсивные
Дефицит влажности	≥ 8	15—19	20—29	30—39	≥ 40
	< 8	20—29	30—39	40—49	≥ 50
Вероятность		75,6	21,2	2,8	0,4

6.6. Гололедно-изморозевые отложения

К гололедно-изморозевым явлениям относятся гололед, изморозь (кристаллическая и зернистая) и сложные отложения. По инструментальным наблюдениям за этими явлениями в Якутске в среднем бывает 40 дней в году с гололедно-изморозевыми отложениями. В преобладающем большинстве (более 90 % случаев) это дни с кристаллической (27 дней) и зернистой (10 дней) изморозью,

всего два дня с гололедом и один день со сложными отложениями (см. табл. 70 приложения).

За отдельные годы число дней с гололедно-изморозевыми явлениями может значительно отклоняться от среднего. Так, наибольшее число дней (89) было зимой 1969-70 г., а наименьшее (2) — зимой 1964-65 г.

Степень опасности гололедно-изморозевых явлений определяется по размерам и массе отложений и скорости ветра при обледенении. В Якутске масса и размеры отложений невелики (см. табл. 71 приложения).

Продолжительность покрытия проводов гололедного станка тем или иным видом отложения в среднем за год превышает 600 ч (табл. 84).

Таблица 84

Повторяемость (%) различной продолжительности обледенения проводов гололедного станка. 1948—1971 гг.

Процесс	Время, ч					Средняя продолжительность за год, ч	Число случаев
	≤6	7—12	13—24	25—48	>48		
Нарастание	68	21	7	3	1	65	195
Обледенение	26	19	18	11	26	616	195

За отдельные годы продолжительность обледенения колеблется в больших пределах: от 5 % нормы (зима 1956-57 г.) до 290 % (1969-70 г.). В табл. 85 приводится вероятность лет с продолжительностью обледенения в различных пределах.

Таблица 85

Вероятность лет (%) с различной продолжительностью обледенения проводов гололедного станка. 1948—1971 гг.

Продолжительность, ч	0—400	401—800	801—1200	>1200
Вероятность, %	39,3	28,6	14,3	17,8

Средняя непрерывная продолжительность одного случая с обледенением 3,2 ч. Наибольшая непрерывная продолжительность (701 ч) была в декабре 1970 г., когда кристаллическая изморозь началась 6 декабря, а разрушилась только 5 января 1971 г.

Большую опасность при гололедно-изморозевых явлениях представляет усиление ветра, причем с увеличением размеров обледенения опасность ветровой нагрузки на покрытые льдом провода возрастает. В Якутске скорость ветра при максимальных размерах отложения изморози на проводах в большинстве случаев (83—92 %) составляет 0—1 м/с, в 8—16 % — 2—5 м/с, в редких случаях (около 1 %) она превышает 5 м/с (см. табл. 72 приложения). При максимальной по массе величине отложения гололеда в 60 % случаев наблюдались ветры скоростью 2—5 м/с, а в 40 % — скоростью 0—1 м/с.

Различные виды гололедно-изморозевых отложений образуются при определенных температурах воздуха. Так, в Якутске гололед бывает в (80 %) случаев при температуре воздуха от 5 до -5°C , в 20 % случаев при температуре от -5 до -10°C . Изморозь, как кристаллическая, так и зернистая, в большинстве случаев (55—61 %) наблюдается при температуре -30°C и ниже.

Масса и размеры гололедно-изморозевых отложений значительно возрастают с увеличением высоты подвеса воздушных линий связи и электропередачи. Это связано в основном с увеличением скорости ветра с высотой. На высоте 10—12 м ежегодная масса гололедной нагрузки очень мала (15 г/м), один раз в 10 лет она составляет 90 г/м, а один раз в 15 и 20 лет соответственно 140 и 180 г/м (табл. 86).

Максимальные гололедные нагрузки с высотой (примерно до 300—500 м) резко возрастают, а затем их рост замедляется (рис. 31). На высоте 500 м нагрузки ежегодно могут достигать 1200 г/м, а на высоте 600 м один раз в 20 лет — 3900 г/м (см. табл. 73 приложения).

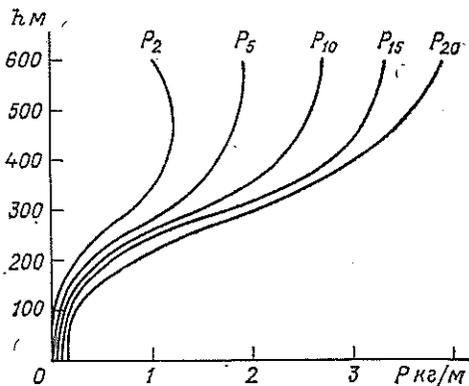


Рис. 31. Максимальные гололедные нагрузки на разных высотах.

Таблица 86

Гололедные нагрузки (г/м) на провода линии электропередачи ($d=10$ мм, $H=10$ м). 1947—1975 гг. при кристаллической изморози

P_2	P_5	P_{10}	P_{15}	P_{20}	$P_{\text{макс}}$	v_P м/с	t_P $^{\circ}\text{C}$
15	45	90	140	180	248	0	$-15,2$

Примечание. v_P и t_P — скорость ветра и температура воздуха при максимальном отложении; $P_2, P_5, P_{10}, P_{15}, P_{20}$ — гололедная нагрузка, возможная один раз в 2, 5, 10, 15 и 20 лет; $P_{\text{макс}}$ — наблюдаемый максимум.

6.7. Метели и поземки

Метелью называется перенос снега над поверхностью земли ветром достаточной силы. Различают поземок, низовую метель и общую метель. При поземке снег переносится над самой поверхностью земли, не выше 1,0—1,5 м; при низовых метелях снег с поверхности снежного покрова поднимается достаточно высоко (выше человеческого роста); при общей метели снег выпадает из

облаков и бывает трудно различить, поднимается ли снег ветром с поверхности снежного покрова.

Метели обычно возникают при прохождении атмосферных фронтов и увеличении барических градиентов. Наиболее сильные метели связаны с глубокими циклонами, которые вызывают значительное усиление ветра.

В Якутске по данным метеостанции Якутск, ГМО, в среднем за год отмечается 14 дней с метелями. Однако после переноса площадки в 1964 г. число дней с метелью существенно уменьшилось — до четырех в год (см. табл. 74 приложения), что связано с большей закрытостью места наблюдений. Наибольшее число дней с метелью (41) отмечено зимой 1958-59 г., наименьшее (1) — зимой 1945-46 г. Метели бывают в основном в октябре—апреле, но в некоторые годы с повторяемостью один раз в десять лет могут наблюдаться в сентябре и мае. Так, 25—26 сентября 1962 г. наблюдалась общая метель с выпадением снега, скорость северо-западного ветра достигала 18—20 м/с, установился снежный покров, который лежал в течение пяти дней; температура воздуха понижалась до —6, —8 °С. В 1963 г. метель отмечалась 2 и 7 мая при усилении северо-западного и северного ветра до 9—10 м/с. Один-два дня с метелью наиболее часто встречаются в октябре (50 %) и в феврале (66,7 %); 9—10 дней с метелью за период с 1936 по 1965 г. отмечено в ноябре, октябре 1958 г. (см. табл. 75 приложения).

Средняя продолжительность метелей за год составляет 77 ч, наибольшие по продолжительности метели бывают в ноябре (в среднем 18 ч); продолжительность метелей в день с метелью составляет 5,3 ч (табл. 87).

Таблица 87

Средняя продолжительность (ч) метелей. 1936—1965 гг.

IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Год	Продолжительность метели в день с метелью, ч
0,4	12	18	9	9	6	10	12	0,2	77	5,3

В Якутске преобладают метели продолжительностью до 4 ч (54 %), но в 1 % случаев они могут продолжаться более суток; максимальную продолжительность (38,2 ч) имела метель в ноябре 1960 г. (табл. 88).

Скорости ветра при метелях в городе невелики. В 93 % случаев метели наблюдаются при скоростях ветра до 13 м/с, при этом больше половины метелей (60 %) бывает при скоростях ветра 6—9 м/с (табл. 89). Метели при больших скоростях ветра (более 18 м/с) отмечаются очень редко. Преобладающими направлениями ветра при метелях являются ветры северных и западных румбов.

Таблица 88

Повторяемость (%) метелей различной продолжительности τ (ч). 1936—1965 гг.

τ	σ	Продолжительность, ч									$\tau_{\text{п.н.б}}$	Год
		$\sqrt{2}$	2,1—4	4,1—6	6,1—8	8,1—12	12,1—16	16,1—20	20,1—24	>24		
78,0	43,5	29,4	24,5	14,3	10,4	7,8	9,5	1,9	1,0	1,2	38,2	1960

Таблица 89

Повторяемость (%) различных направлений (1936—1960 гг.) и скоростей ветра (1948—1960 гг.) при метелях

Направление								Скорость, м/с				
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	$\Delta 6$	6—9	10—13	14—17	18—20
19	23	3	1	1	7	28	17	22,3	60,4	10,6	5,7	1,0

Температура воздуха при метелях изменяется в широком диапазоне: от 0 до -30°C и ниже (см. табл. 76 приложения).

Учет скорости и направления ветра при метелях необходим для определения величины снегопереносов, т. е. того количества снега, которое в течение метели или в целом за зиму переносится через площадку высотой 2 м и шириной 1 м, перпендикулярную ветровому потоку.

В таблицах 90 и 91 представлены сведения о снегопереносах при метелях всех видов.

Таблица 90

Характеристика снегопереноса при метелях всех видов. 1936—1965 гг.

Продолжительность метелевого периода, ч	Интенсивность снегопереноса, $\text{м}^3/(\text{м}\cdot\text{ч})$	Объем снегопереноса, $\text{м}^3/\text{м}$		Объем снегоотложения, $\text{м}^3/\text{м}$	
		\bar{v}	$v_{\text{макс}}$	\bar{v}	$v_{\text{макс}}$
156	0,56	26	88	20	67

Таблица 91

Расчетные объемы ($\text{м}^3/\text{м}$) переносимого за зиму снега различной вероятности. 1936—1965 гг.

Вероятность, %			
2	5	7	10
88	72	65	59

В Якутске в среднем за зиму отмечается около 10 дней с поземком (см. табл. 74 приложения). В основном они наблюдаются с октября по апрель (от одного до трех дней в месяц), а изредка с повторяемостью один раз в 10 и 50 лет могут встречаться соответственно в мае и октябре. Наибольшее число дней с поземком (11) было отмечено в январе 1967 г.

6.8. Видимость

Дальностью горизонтальной видимости называется расстояние, на котором днем исчезают последние признаки наблюдаемого объекта, а ночью становится неразличимым нефокусированный источник света определенной интенсивности. Видимость является одним из наиболее изменчивых элементов. Она существенно зави-

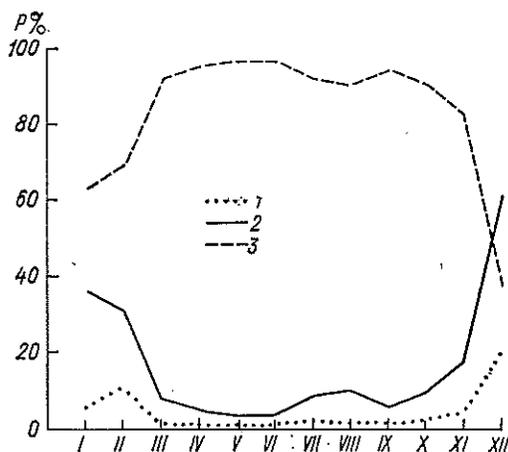


Рис. 32. Годовой ход повторяемости (%) дальности видимости по градациям.

1 — ≤1 км, 2 — 1—10 км, 3 — ≥10 км.

сит от интенсивности явления, изменяющего прозрачность воздуха, и от времени года и суток. Так, она может составлять несколько метров в тумане или пыльной буре и несколько сот километров (до 400) в сухом арктическом воздухе.

В годовом ходе повторяемости видимости менее 4 км хорошо выражен минимум (3—4 %) в мае—июне и максимум (62 %) в декабре (рис. 32). Зимой при низких температурах (ниже —42 °С) почти всегда образуется морозный туман, который снижает видимость до 1 км и менее. В течение дня туман может менять свою интенсивность: ослабевая, переходить в дымку (видимость 1—10 км) или, усиливаясь, уменьшать видимость до нескольких метров. Из-за туманов при безоблачном небе зимний якутский день выглядит серым и неприветливым. Солнца не видно. Неприятные

ощущения дополняет сильный мороз. В декабре и феврале повторяемость ухудшения видимости до 1 км и менее составляет от 10 до 20 % (табл. 92).

Таблица 92

Повторяемость (число случаев) различных градаций видимости. 1937—1965 гг.

Видимость, км	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
<1	164	307	34	20	13	19	58	44	35	57	120	607	1 478
1—10	1001	595	232	126	103	106	241	288	141	240	414	1295	4 782
≥10	2035	2044	3160	3209	3440	3355	3296	3109	3113	2920	2552	1175	33 408

В зимние месяцы (с ноября по февраль) в 80—98 % случаев видимость ухудшается до 4 км и менее такими атмосферными явлениями, как туман и дымка, и лишь в 2—20 % случаев — осадками и метелями (см. табл. 77 приложения). В летние месяцы (с мая по август) ухудшение видимости до 4 км и менее в 36—93 % случаев вызвано мглой. Осадки вносят большой вклад в ухудшение видимости в апреле (68 %), мае (55 %) и октябре (53 %).

В табл. 78 приложения представлена повторяемость горизонтальной видимости менее 1 км при различных скоростях ветра. Наибольшую повторяемость имеет видимость менее 1 км при слабых ветрах (0—2 м/с). При ветре 3 м/с и более она незначительна.

Наиболее опасной градацией видимости для транспорта является видимость менее 0,5 км (см. табл. 79 приложения). В Якутске она может наблюдаться во все месяцы года, кроме июля, но число периодов с такой видимостью только с декабря по февраль значительно (от 7 до 19), в остальные месяцы отмечалось один-два случая.

7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ

7.1. Общая характеристика климата

Климат Якутска обусловлен его нахождением в высоких широтах с соответствующим радиационным и циркуляционным режимом. Кроме того, Якутск расположен еще и в глубине Азиатского материка в обширной Лено-Вилюйской депрессии, защищенной со всех сторон (за исключением северной) горными системами и плоскогорьями, препятствующими свободному доступу атлантических и тихоокеанских теплых и влажных воздушных масс. С севера Лено-Вилюйская депрессия открыта для вторжения холодных арктических воздушных масс. Этим и определяются основные черты климата Якутска. Он весьма суров и засушлив. Отличительной чертой является резко выраженный антициклонический режим погоды зимой. Летом же со стороны Северного Ледовитого океана наблюдаются частые вторжения холодных арктических масс воздуха с малым содержанием водяных паров и большой прозрачностью.

В холодный период года климат формируется в основном под влиянием отрога азиатского антициклона. В теплый период климат определяется воздействием антициклонов, приходящих с севера, развитием гребня высокого давления со стороны Охотского моря и вторжениями циклонов с запада, северо-запада и юга (см. рис. 4).

Давление воздуха над рассматриваемой территорией в холодный период бывает сравнительно высокое (около 1009 гПа), а в теплый — низкое (около 997 гПа). Максимум давления наблюдается в январе, а минимум — в июле.

Ветры преобладают северные, северо-восточные и северо-западные в холодный период года и северо-западные — в теплый (см. рис. 10). Скорость ветра незначительная, в течение года она изменяется от 1,3 м/с в декабре до 3,4 м/с в мае. И только сравнительно редко (около 10 дней в году), главным образом в теплый период, наблюдаются сильные ветры скоростью 15 м/с и более.

Особенности климата Якутска четко проявляются при сравнении его с климатом пунктов других районов страны, лежащих на той же широте в Европейской части СССР и в Западной Сибири, а также на юге Восточной Сибири. Так, запасы солнечной энергии в Якутске оказываются больше, чем запасы энергии в пунктах, расположенных западнее на той же широте, что связано с соответствующими циркуляционными условиями, определяющими зна-

чительную повторяемость антициклонических погод, с высокой прозрачностью атмосферы. Для сравнения в табл. 93 приведены некоторые характеристики по температуре воздуха и атмосферным осадкам по ряду пунктов, расположенных к западу и югу от Якутска.

Таблица 93

Данные по температуре воздуха, осадкам и индексу континентальности.
1891—1965 гг.

Характеристика	Яренск	Кондинское	Подкаменная Тунгуска	Якутск	Иркутск	Чита
Температура воздуха						
средняя годовая	0,2	-1,0	-3,8	-10,2	-1,1	-2,7
января	-15,1	-19,8	-23,8	-42,7	-20,9	-26,6
июля	16,5	17,8	17,6	18,7	17,6	18,8
годовая амплитуда по средней месячной температуре	31,6	37,6	41,4	61,4	38,5	45,4
абсолютный минимум	-53	-50	-58	-64	-50	-49
средний из абсолютных минимумов	-41	-43	-50	-57	-41	-43
абсолютный максимум	36	36	37	38	36	41
годовая амплитуда по абсолютным максимуму и минимуму	89	86	95	102	86	90
Суммы температур воздуха, °С						
ниже 0	-1762	-2425	-3122	-5574	-2419	-3054
ниже -15	-550	-1653	-2530	-5171	-1786	-2507
выше 0	1869	2031	1763	1866	2048	2104
выше 15	729	1062	907	1148	1044	1167
Атмосферные осадки (измеренные)						
год	564	446	521	202	421	334
теплый период	396	357	385	166	360	315
холодный период	168	89	136	36	61	19
Индекс континентальности						
по Хромову	0,85	0,86	0,88	0,92	0,89	0,91
по Горчинскому	60,8	68,2	79,7	118,2	82,5	97,7
по Конраду	56,5	63,3	74,0	109,7	73,7	87,2

Зима в Якутске продолжительная, очень холодная и малоснежная, а лето короткое, сравнительно жаркое и засушливое. «Насколько якутская зима свирепая и мертвящая, — говорил известный исследователь Якутии Р. И. Аболли, — настолько лето является жарким и живительным. Дело в том, что в Центрально-Якутской области с невероятной рельефностью выявляются

особенности континентального климата» [1]. Например, средняя месячная температура января в Якутске составляет $-42,7^{\circ}\text{C}$, а в Яренске, расположенном в Архангельской области на той же широте, $-15,1^{\circ}\text{C}$, в Кондинском (Тюменская область) $-19,8^{\circ}\text{C}$, в Подкаменной Тунгуске (Красноярский край) $-23,8^{\circ}\text{C}$; средняя месячная температура июля в Якутске равна $18,7^{\circ}\text{C}$, а в Иркутске

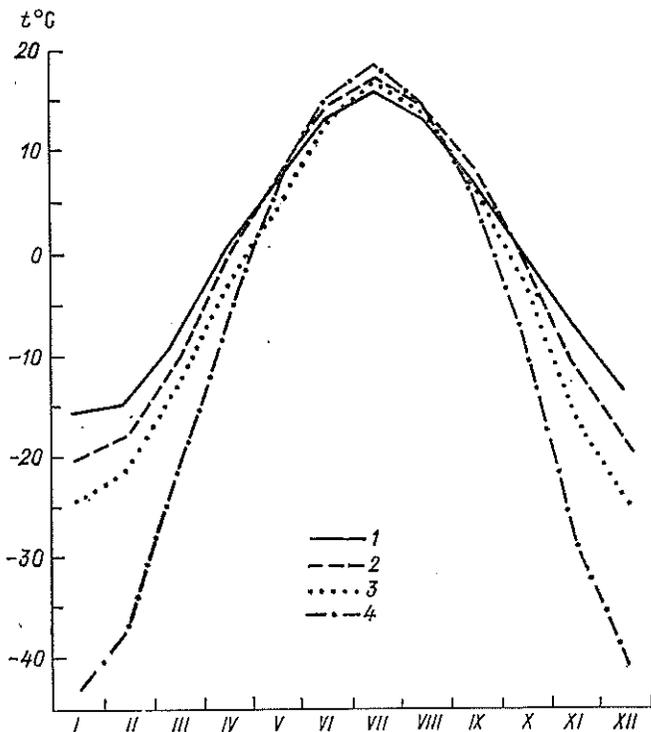


Рис. 33. Годовой ход средней месячной температуры в различных пунктах.

1 — Яренск, 2 — Кондинское, 3 — Подкаменная Тунгуска, 4 — Якутск.

и Чите, т. е. примерно на 2000 км южнее, температура соответственно равна $17,6$ и $18,8^{\circ}\text{C}$, в Яренске $16,5^{\circ}\text{C}$, в Кондинском $17,8^{\circ}\text{C}$ и в Подкаменной Тунгуске $17,6^{\circ}\text{C}$. В Якутске в июне и августе возможно повышение температуры до 35°C , а в июле до 38°C . Такие высокие температуры не наблюдались ни в одном пункте на этой широте.

Из приведенного примера и графика годового хода температуры воздуха (рис. 33), а также по данным табл. 93 видно, насколько в Якутске по сравнению с другими районами зима холоднее, а лето теплее. Кроме того, из примера видно, что зимние температуры постепенно понижаются с запада на восток и в цент-

ральных районах Якутии они достигают наиболее низких значений. Более холодными являются только районы, расположенные к востоку от р. Лены, где в северном полушарии находится полюс холода.

Отмеченная выше континентальность климата хорошо подтверждается значениями годовых амплитуд температуры и индексов континентальности. Вследствие низких температур зимой и высоких летом годовые амплитуды (разности температур самого холодного и самого теплого месяцев в году и разности абсолют-

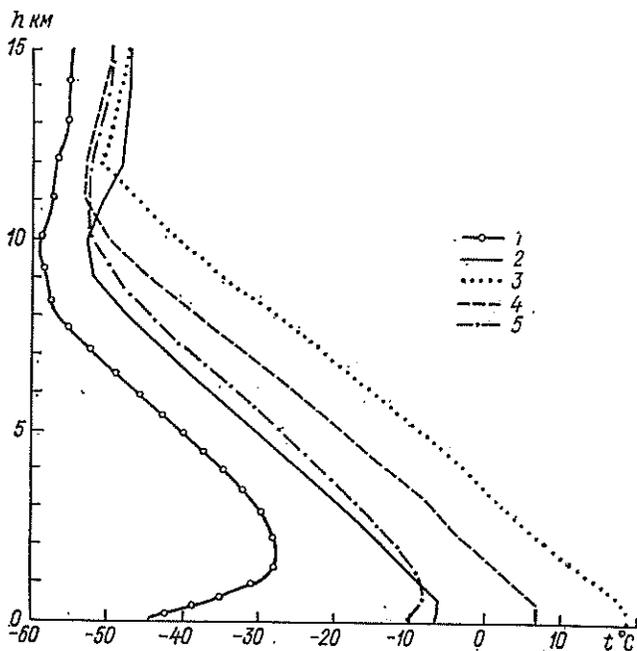


Рис. 34. Изменение температуры воздуха с высотой.

1 — январь, 2 — апрель, 3 — июль, 4 — сентябрь, 5 — год.

ных минимума и максимума температуры) в Якутске, за исключением районов Якутии, расположенных к востоку от р. Лены, достигают рекордных значений. Амплитуда по средним месячным температурам составляет 61°C , а по абсолютным 102°C .

Таким образом, по зимним температурам, годовым амплитудам температуры воздуха и индексам континентальности Якутск, за исключением районов Якутии, расположенных к востоку от р. Лены, не имеет себе аналогов в северном полушарии.

Суточный ход температуры в самые холодные месяцы незначителен, в весенне-летние резко выражен (см. табл. 25 приложения).

Для холодного периода, особенно с декабря по февраль, характерны мощные приземные инверсии (повышение температуры воздуха с высотой), которые очень интенсивны и постоянны (рис. 34).

Средняя температура за период с отрицательными температурами примерно -26°C , а за период с температурой выше 0°C — около 12°C . Продолжительность периода с температурой ниже 0°C почти 210 дней, а выше 0°C около 155 дней.

Хотя погода в Якутске в зимний сезон отличается устойчивостью, тем не менее изменчивость температуры воздуха зимой является наибольшей. Это обусловлено тем, что значительные изменения температуры зимой бывают сравнительно редко. Для резко континентального климата центральных районов Якутии характерны большие изменения как в месячном, так и в годовом разрезе средних и экстремальных температур воздуха, что связано с формированием воздушных масс над большими пространствами суши, которая при сравнительно небольшой теплоемкости быстро прогревается летом и также быстро остывает зимой, а также затоком сравнительно теплых воздушных масс со стороны Охотского моря и с юга (со стороны Средней Азии) зимой и вторжением холодных арктических масс с севера летом.

Несмотря на высокие летние температуры воздуха, средняя годовая температура -10°C . Это связано с тем, что теплый период короткий, а холодный, наоборот, длинный с чрезвычайно низкими температурами. Так, сумма отрицательных температур составляет примерно 5570°C , а положительных — 1860°C (табл. 93).

О годовом ходе температуры воздуха в Якутске в сравнении с годовым ходом температуры воздуха в пунктах других районов СССР дает представление рис. 33.

Чрезвычайно важным моментом в режиме климата центральных районов Якутии и особенно района Якутска является малое количество выпадающих атмосферных осадков — всего 230 мм/год^1 (столько же выпадает в полупустынных южно-киргизских и казахстанских степях).

Распределение осадков во времени неравномерно как по количеству, так и по интенсивности (см. рис. 26). Основное их количество выпадает в теплый период. Распределение осадков в пространстве также имеет некоторую неравномерность, в основном в теплый период. Неравномерность распределения осадков во времени связана с циркуляционными процессами, а в пространстве — с характером подстилающей поверхности Якутска и его окрестностей. Осадков за год выпадает, как уже отмечалось, в среднем 230 мм , из них 158 мм в теплый период (май—сентябрь) и 72 мм в холодный (октябрь—апрель). Максимум осадков приходится на вторую половину лета, поэтому в первую, как правило, теплую половину летнего сезона влаги для роста и развития растений часто бывает недостаточно. Но если с осени выпавшие дожди хорошо увлажнили почву (на большую глубину), то яровые культуры могут долго развиваться без дождя, питаясь влагой, высвобождаемой при постепенном оттаивании почвы.

¹ Цифра приведена с поправкой на смачивание и ветровой недоучет, без этих поправок количество осадков составляет 202 мм .

Вследствие небольшого количества осадков, выпадающих в холодный период, мощность снежного покрова невелика (около 30 см). Средняя продолжительность периода с устойчивым снежным покровом 199 дней.

Средняя годовая упругость водяного пара составляет 4,5 гПа, в самые холодные месяцы 0,2 гПа, а в самые теплые 11,2 гПа. Относительная влажность в 13 ч в среднем за год 57 %, наименьшая наблюдается весной, среднее значение ее в мае равно 38 %, наибольших значений она достигает в ноябре (75 %). Суточный ход влажности воздуха четко выражен в весенне-летний период и практически не прослеживается в самые холодные месяцы зимы.

Вследствие распространения отрога азиатского антициклона на центральные районы Якутии, а также минимальной повторяемости циклонической деятельности в зимний сезон в это время наблюдается наименьшая облачность, вероятность ясного состояния неба в феврале—марте составляет 38—40 %. Наибольшая облачность (73 %) бывает в октябре.

Средняя годовая продолжительность солнечного сияния, являющаяся рекордной для данной широты, около 2300 ч. Она обусловливается большой продолжительностью дня в весенне-летний период и сравнительно большой повторяемостью ясного состояния неба.

Для Якутска туманы характерны в зимний сезон: из 60 дней с туманом за год 54 дня приходится на холодный период (ноябрь—март) и только шесть дней на теплый (апрель—октябрь).

В Якутске в среднем бывает 12 дней с грозой. Грозы наблюдаются в основном в летний сезон, весной и осенью — не ежегодно. Грозовая деятельность в Якутске связана с центральной формой циркуляции, когда на большой высоте формируется высотный гребень, а у земли образуется размытое барическое поле. При этом чаще всего грозы связаны с прохождением холодных фронтов.

Единые календарные сроки начала и окончания сезонов года — зима (декабрь—февраль), весна (март—май), лето (июнь—август и осень (сентябрь—ноябрь) — установлены по астрономическим признакам.

В климатологии и агрометеорологии сроки наступления сезонов устанавливаются отдельно для каждого района, основываясь на типичных для того или иного района комплексных признаках.

Переход от одного естественного сезона к другому характеризуется изменением всего комплекса климатических характеристик, которые вызываются изменениями, происходящими в течение года в основных климатообразующих факторах — солнечной радиации, циркуляции атмосферы и подстилающей поверхности. Поэтому сроки наступления климатических сезонов отличаются не только в разных районах, но и меняются от года к году в одном и том же районе.

Сроки наступления и продолжительность климатических сезонов в районе Якутска существенно отличаются от общепринятого

календарного деления (табл. 94). В отдельные годы могут быть значительные отклонения времени наступления и окончания сезонов от их многолетних средних.

Таблица 94

Даты начала и конца сезона и его продолжительность (дни). 1888—1977 гг. ✓

Сезон	Начало	Конец	Продолжительность, дни	Сезон	Начало	Конец	Продолжительность, дни
Зима	11 X	9 IV	181	Лето	6 VI	28 VIII	84
Весна	10 IV	5 VI	57	Осень	29 VIII	10 X	43

7.2. Зима

Признаками наступления зимы являются переход температуры воздуха в 13 ч через 0°C , а средней суточной температуры через -5°C , образование устойчивого снежного покрова, резкое понижение температуры воздуха и др.

Якутская зима отличается низкими температурами, большой продолжительностью (около 180 дней), малоснежностью, сухостью, малыми скоростями ветра, ясным состоянием неба и приземными инверсиями.

В начале второй декады октября осуществляется устойчивый переход средней суточной температуры через -5°C и температуры воздуха в 13 ч через 0°C , в это же время происходит образование устойчивого снежного покрова. Чаще вторгаются с севера холодные воздушные массы, происходит дальнейшее формирование отрога азиатского антициклона.

Средняя дата начала зимы в Якутске — 11 октября. В отдельные годы отклонения от средней даты могут быть значительными. Так, например, самое раннее образование устойчивого снежного покрова наблюдалось 27 сентября 1940 г., а самое позднее — 27 октября 1927 г.

В конце второй декады октября осуществляется устойчивый переход средней суточной температуры через -10°C , а в конце месяца — через -15°C .

В октябре и ноябре происходит накопление основных запасов снега. В ноябре еще продолжается резкое понижение температуры воздуха, которое с третьей декады переходит в плавное, продолжающееся до середины января. Со второй половины января до середины февраля отмечается плавное повышение температуры воздуха, а затем начинается ее резкое повышение.

Зимний сезон характеризуется развитием и распространением отрога азиатского антициклона на центральные районы Якутии и далее на северо-восток с центром над севером Монголии и Тувин-

ской котловиной. Этот процесс является основным, определяющим черты климата зимнего периода.

Погода в зимний сезон, особенно в декабре—феврале, бывает, как правило, ясной, с малыми скоростями ветра или штилями, с низкими температурами и высоким атмосферным давлением, с интенсивными и продолжительными туманами. Среднее давление за декабрь—февраль составляет около 1025 гПа с максимумом в январе.

Ветры преобладают северных направлений (см. рис. 10). Средняя скорость ветра за зимний сезон примерно 1,8 м/с, а за самые холодные месяцы 1,4 м/с. Однако в отдельные годы во все месяцы бывает ветер скоростью 15 м/с и более. Но ветры таких скоростей наблюдаются не ежегодно. Так, в январе ветры в среднем бывают один раз в 10 лет, а в декабре и феврале — один раз в пять лет (см. табл. 8 приложения).

В области отрога высокого давления формируется воздух, характеризующийся очень низкими температурами в приземном слое, чрезвычайной устойчивостью, мощными приземными инверсиями и малой влажностью.

Самыми холодными месяцами зимнего сезона являются декабрь—февраль. Начиная с декабря до середины февраля суточный ход температуры незначителен, суточная амплитуда температуры 2—4 °С. Начиная со второй половины февраля суточный ход температуры воздуха четко выражен, в марте он достигает максимума, что связано с резким увеличением продолжительности дня более чем в два раза, резким увеличением продолжительности солнечного сияния и притока тепла от солнца более чем в семь раз. Средняя месячная температура воздуха в зимние месяцы варьирует в широких пределах: от —10 °С в октябре (с начала зимы) до —43 °С в январе (см. табл. 24 приложения). От года к году средняя месячная температура сильно изменяется (табл. 95). Дан-

Таблица 95

Вероятность зим (%) со средними месячными температурами в различных пределах. 1882—1978 гг.

Месяц	Температура, °С									
	-14,0... -17,9	-18,0... -21,9	-22,0... -25,9	-26,0... -29,9	-30,0... -33,9	-34,0... -37,9	-38,0... -41,9	-42,0... -45,9	-46,0... -49,9	≤ -50,0
XI		4	22	44	28	2				
XII					6	22	34	24	4	
I					2	8	32	39	16	3
II				6	19	49	20	6		
III	8	36	45	11						

ные этой таблицы дают представление об изменчивости средних месячных температур внутри многолетнего периода. Так, средняя месячная температура в январе в одном случае в 3 % лет была -50°C и ниже, что ниже даже средней многолетней январской температуры в Верхоянске ($-48,6^{\circ}\text{C}$) и Оймяконе (-50°C); anomalно холодным январь был в 1900 г. ($-51,4^{\circ}\text{C}$), 1909 г. ($-50,9^{\circ}\text{C}$) и 1931 г. ($-51,1^{\circ}\text{C}$). В другом случае в 2 % лет температура января была выше $-34,0^{\circ}\text{C}$; anomalно теплым — январь был в 1925 г. ($-33,9^{\circ}\text{C}$) и 1963 г. ($-32,7^{\circ}\text{C}$).

Средняя температура за зимний сезон составляет примерно -30°C , а за декабрь—февраль -40°C . Температура за самые холодные месяцы характеризует температурный режим не только этого периода, но и зимы в целом. Поэтому эта температурная характеристика принята для оценки зим по температуре в многолетнем периоде (табл. 96). Данные таблицы дают представление о температуре отдельных зим внутри многолетнего периода. Наибольшую вероятность имеют зимы с температурой близкой к норме, наименьшую — anomalно-холодные (4 %) и anomalно-теплые (5 %). Anomalно-холодными были зимы 1899—1900 г. ($-46,8^{\circ}\text{C}$), 1908-09 г. ($-44,2^{\circ}\text{C}$), 1921-22 г. ($-44,3^{\circ}\text{C}$), 1930-31 г. ($-44,7^{\circ}\text{C}$); anomalно-теплыми — зимы 1902-03 г. ($-34,3^{\circ}\text{C}$), 1919-20 г. ($-34,5^{\circ}\text{C}$), 1931-32 г. ($-34,5^{\circ}\text{C}$), 1961-62 г. ($-34,1^{\circ}\text{C}$) и 1962-63 г. ($-34,9^{\circ}\text{C}$).

Таблица 96

Вероятность зим (%) со средней температурой воздуха за декабрь—февраль в различных пределах. 1882—1978 гг.

Аномально-теплая	Теплая	Нормальная	Холодная	Аномально-холодная
$> -35,0^{\circ}\text{C}$	$-35,0 \dots -37,9^{\circ}\text{C}$	$-33,0 \dots -40,9^{\circ}\text{C}$	$-41,0 \dots -43,9^{\circ}\text{C}$	$\leq -44,0^{\circ}\text{C}$
5	20	46	25	4

В anomalно-холодную зиму 1899-1900 г. сумма отрицательных температур за ноябрь—март составила 5847°C , т. е. на 748°C больше средней, равной 5099°C (табл. 97). В anomalно-теплую зиму 1961-62 г. эта сумма составила лишь 4553°C , или была ниже средней суммы на 546°C . Следовательно, амплитуда сумм отрицательных температур достигла 1294°C . Абсолютный минимум в anomalно-холодную зиму был $-62,8^{\circ}\text{C}$, а в anomalно теплую $-52,9^{\circ}\text{C}$.

Средняя месячная минимальная температура воздуха в центральные месяцы зимы (декабрь—февраль) варьирует от -42 до -47°C . В отдельные дни в редкие годы минимальная температура может понижаться до -60°C и ниже (см. табл. 24 приложения).

Таблица 97

Метеорологический режим наиболее теплой (1961-62 г.) и наиболее холодной (1899-1900 г.) зим

Характеристика	Теплая зима						Холодная зима					
	XI	XII	I	II	III	XI-III	XI	XII	I	II	III	XI-III
Средняя месячная температура, °С	-26,0	-34,3	-36,9	-31,0	-22,5	-30,1	-30,0	-45,3	-51,2	-43,6	-22,3	-38,5
Отклонение температуры от нормы, °С	2,0	5,5	6,3	4,9	-0,3	3,7	-2,0	-5,5	-8,2	-7,8	0,2	-4,7
Абсолютный максимум температуры, °С	-5,9	-22,3	-20,0	-14,1	-4,7	-4,7	-11,8	-32,6	-43,5	-22,4	2,2	2,2
Абсолютный минимум температуры, °С	-46,7	-47,8	-52,9	-48,3	-42,2	-52,9	-46,5	-57,9	-58,6	-62,8	-44,0	-62,8
Сумма отрицательных температур нарастающим итогом на последний день месяца, °С	-780	-1843	-2987	-3855	-4553	-4553	-900	-2304	-3892	-5156	-5847	-5847
Средняя месячная скорость ветра, м/с	1,8	1,1	1,4	1,5	2,0	1,6	3,1	2,0	—	—	—	—
Отклонение скорости ветра от нормы, м/с	-0,2	-0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	1,1	0,7	—	—	—	—
Максимальная скорость ветра, м/с	8	6	6	6	10	10	20	6	—	—	—	—
Число дней с метелью	3	3	1	2	0	9	2	—	—	—	—	—
Продолжительность метелей, ч	10,2	11,8	4,0	5,0	0,0	31,0	—	—	—	—	—	—
Число дней с туманом	4	7	14	5	0	30	10	22	28	16	2	78
Продолжительность тумана, ч	41,7	49,2	152,3	35,3	0	278,5	—	—	—	—	—	—

Обеспеченность таких температур составляет 5 % (рис. 21). В январе в 11 % лет и в феврале в 6 % лет абсолютный минимум бывает равным -60°C и ниже; в декабре в 1 %, а в феврале в 5 % лет абсолютный минимум бывает выше -45°C (табл. 98).

Таблица 98

Вероятность зим (%) с минимальной температурой в различных пределах.
1891—1978 гг.

Месяц	Температура, $^{\circ}\text{C}$				
	$> -45,0$	$-45,0 \dots -49,9$	$-50,0 \dots -54,9$	$-55,0 \dots -59,9$	$\leq -60,0$
XII	1,2	9,6	55,4	33,8	
I		7,1	40,0	42,3	10,6
II	4,7	28,2	43,5	17,7	5,9

При температуре -45°C и ниже наблюдается интересное явление, заключающееся в следующем: на открытом воздухе вследствие взаимодействия выдыхаемого теплого и окружающего холодного воздуха возникает звук, напоминающий шуршание (шипение), как при сильном трении, при этом образуются клубы тумана белесовато-голубого цвета. В литературе это явление известно под названием «шепот звезд».

Наряду с очень низкими температурами в зимний сезон бывают также и значительные потепления. Наибольшие потепления, как правило, вызываются выносом теплого воздуха из районов Охотского моря и Средней Азии. Но температура в декабре—феврале до положительных значений не поднималась. Так, например, за период с 1888 по 1979 г. температура воздуха ни разу не повышалась выше $-3,4^{\circ}\text{C}$ в декабре, $-5,8^{\circ}\text{C}$ в январе и $-6,6^{\circ}\text{C}$ в феврале.

Средняя максимальная температура воздуха в течение зимы варьирует в пределах от -38°C в январе до -6°C в октябре (с момента наступления зимы). Можно ежегодно ожидать в самые холодные месяцы повышение температуры до $-25 \dots -18^{\circ}\text{C}$ (см. табл. 24 приложения). В отдельные дни в редкие годы она может повышаться в декабре—феврале до $-7 \dots -3^{\circ}\text{C}$, в октябре—ноябре и марте—до положительных значений, в другие годы температура в декабре—феврале выше $-32 \dots -36^{\circ}\text{C}$ не бывает (табл. 24 приложения, табл. 99).

Важной характеристикой термического режима зимнего сезона является продолжительность низких температур, которая имеет определенный практический интерес, особенно при организации и проведении работ на открытом воздухе. Миддендорф в свое время писал: «Тяжелое впечатление, какое производит господство этой страшной стужи под открытым небом, невозможно передать словами; надобно испытать что-нибудь подобное, чтобы понять это впечатление. Ртуть давно оцепенела, и из нее можно лить пули, ее можно рубить и ковать как свинец» [43]. Суммарная продолжи-

Таблица 99

Вероятность зим (%) с максимальной температурой в различных пределах.
1888—1978 гг.

Месяц	Температура, °С							
	> -5,0	-5,0... -9,9	-10,0... -14,9	-15,0... -19,9	-20,0... -24,9	-25,0... -29,9	-30,0... -34,9	≧ -35,0
XII	2	9	6	20	35	20	6	2
I		2	9	13	17	44	15	
II		5	21	36	25	11	2	

тельность периодов с температурой ниже -20°C в Якутске около 3330 ч, а с температурой ниже -40°C — около 1320 ч (табл. 100).

Таблица 100

Суммарная за зиму продолжительность периодов (ч) с температурой, равной и ниже указанных пределов. 1950—1960 гг.¹

Месяц	Температура, °С														
	-30	-32	-34	-36	-38	-40	-42	-44	-46	-48	-50	-52	-54	-56	-58
X	7	2	0,4												
XI	367	324	262	208	157	109	71	43	21	14	9	4			
XII	645	606	570	522	472	423	350	284	212	138	86	52	15	4	2
I	713	705	682	659	599	522	457	375	286	210	132	67	34	16	5
II	552	489	428	347	288	236	190	148	97	60	25	10	3		
III	187	149	110	76	52	34	19	9	5	3	0,9	0,4			
IV	6	3	2	0,7	0,6										
Сумма	2477	2278	2054	1813	1569	1324	1087	859	621	425	253	133	52	20	7

¹ По Г. Г. Зыковой [20].

Суммарная продолжительность периодов с температурой того или иного уровня и ниже от года к году значительно меняется. Так, например, в январе за 10-летний период наибольшая продолжительность с температурой -40°C и ниже была 612 ч (1958 г.), а наименьшая — 302 ч (1957 г.).

Зимний сезон характеризуется наименьшим содержанием водяного пара в воздухе. Упругость водяного пара в центральные месяцы зимнего периода уменьшается до 0,2—0,1 гПа, а в остальные месяцы зимы она составляет 0,6—3,0 гПа, в то время как в июле увеличивается до 13 гПа. Относительная влажность воздуха в начале зимы максимальная (77—78 %), в декабре—феврале она составляет 73—74 %, а в марте понижается до 68 %.

Суточный ход упругости водяного пара в ноябре—феврале и относительной влажности в декабре—январе практически отсутствует; в октябре—ноябре и феврале—марте суточная амплитуда относительной влажности колеблется от 3 до 17 %.

Зимний сезон является самым ясным временем года. Наибольшее число ясных дней как по нижней, так и по общей облачности отмечается зимой, особенно во второй ее половине.

В распределении нижней облачности в период с ноября по март преобладает ясное состояние неба (84—94 %). В эти месяцы по общей облачности вероятность ясного состояния неба изменяется от 28 % в ноябре до 40 % в марте, а вероятность пасмурного состояния неба несколько повышается за счет уменьшения вероятности полужасного состояния неба, которая составляет 50—64 %.

Продолжительность солнечного сияния мала, особенно с ноября по первую половину февраля, со второй половины февраля и особенно с марта происходит резкий ее рост (см. табл. 14 приложения).

Осадков в зимний период выпадает мало (около 25 % годового количества), что связано в основном с преобладанием антициклонического режима погоды, а также с малым влагосодержанием воздушных масс. Число дней с осадками с октября по январь наибольшее (около 13—15 дней), с февраля число их резко сокращается, в марте оно составляет семь-восемь дней. Несмотря на довольно большое число дней с осадками в декабре—январе, месячное количество их невелико, так как осадки в эти месяцы выпадают слабые.

Вследствие небольшого количества выпадающих осадков мощность снежного покрова незначительна. Максимальной высоты снежный покров достигает в марте, в среднем она составляет 28 см, а средняя из наибольших декадных высот за зиму около 30 см.

В связи с малыми скоростями ветра метелей наблюдается мало, в зиму бывает в среднем 14 дней с метелью. Продолжительность их около 62 ч. Температура при метелях наблюдалась в пределах от 0 до -30°C , температур ниже -30°C при метелях фактически не бывает.

Одной из характерных особенностей зимы в Якутске являются туманы. Особенно интенсивные и продолжительные туманы бывают с декабря по первую половину февраля, т. е. в период самых низких температур (см. п. 6.2).

7.3. Весна

Весна в Якутске начинается в среднем в конце первой декады апреля, когда появляются радиационные оттепели, осуществляется устойчивый переход средней суточной температуры через -10°C и прекращаются устойчивые морозы. Она является непродолжительным климатическим сезоном (около двух месяцев).

Весенний сезон характеризуется разрушением орога высокого давления, активизацией циркуляции атмосферы, максимальными скоростями ветра, значительным ростом солнечной радиации, переходом радиационного баланса с отрицательного на положительный, резким повышением температуры и увеличением упругости водяного пара, понижением относительной влажности. К началу весны продолжительность дня увеличивается в 2,8 раза, поэтому намного увеличивается и продолжительность солнечного сияния, приток лучистой энергии солнца.

Однако приметы приближения весны появляются уже в первых числах апреля, снег становится серым, поздраватым, происходит интенсивное его испарение; в городе очень много солнца, дневные температуры сравнительно высокие, вызывающие днем капель с крыш.

С переходом максимальной температуры воздуха через 0°C , т. е. с наступлением радиационных оттепелей, начинает таять снег. Погода в это время стоит преимущественно ясная. Разрушение устойчивого снежного покрова в окрестностях Якутска приходится в среднем на конец апреля.

Бывает, что весна запаздывает или, наоборот, наступает раньше срока. Так, в 1931 г. весна началась во второй половине апреля. устойчивый снежный покров разрушился только 9 мая, а в 1975 г. приход весны был отмечен в начале апреля, 16 апреля сошел снег, переход средней температуры через -10°C осуществился 30 марта.

Наступление весны совпадает, как отмечалось выше, с периодом интенсивного притока солнечной радиации, поэтому наибольшее изменение температуры воздуха происходит от марта к апрелю.

Средняя температура за апрель повышается на $14,9^{\circ}\text{C}$, а за май — на $13,9^{\circ}\text{C}$. 10 апреля осуществляется устойчивый переход средней температуры через -10°C , 30 апреля — через 0°C , а 28 мая — через 10°C .

Изменчивость средних суточных температур весной меньше, чем зимой. В апреле она находится в пределах от -29 до 11°C , а в мае от -11 до 25°C . Средняя месячная температура воздуха 5 %-ной обеспеченности в апреле в одни годы составляет $-3,1^{\circ}\text{C}$ и выше, в мае 9°C и выше, в другие годы в апреле $-10,2^{\circ}\text{C}$ и ниже, в мае $3,0^{\circ}\text{C}$ и ниже (см. табл. 24 приложения).

Средняя минимальная температура в апреле составляет -15°C , в мае $-0,5^{\circ}\text{C}$, а средняя максимальная в апреле $-0,3^{\circ}\text{C}$, в мае 12°C . В отдельные дни в редкие годы температура воздуха может понижаться в апреле до -41°C и в мае до -21°C , или может повышаться в апреле до 21°C и мае до 33°C (см. табл. 24 приложения).

Интенсивный рост температуры в третьей декаде апреля происходит в основном за счет повышения дневных температур, так как ночные остаются еще сравнительно низкими, что обеспечивает таяние снега преимущественно в дневные часы.

Частые ночные заморозки в весенний сезон приводят к концентрации влаги у поверхности почвы, в то же время повышение дневных температур и большой дефицит влажности способствуют быстрому ее испарению. В результате этого значительная часть запаса воды в снеге испаряется или же стекает в более пониженные места. Поэтому снежной воды мало, и в пригородах Якутска в морозные весны ее не хватает для достаточного увлажнения почвы на полях.

В третьей декаде апреля заметно усиление ветра с преобладающим северо-западным направлением. Весной отмечается наименьшее число дней с осадками, но происходит плавное увеличение количества выпадающих осадков (см. табл. 48 приложения), что связано с изменением их характера. В апреле осадки выпадают, как правило, в виде снега, а в мае — в виде дождя, снега и смешанных осадков. В мае гремят первые грозы.

После схода снежного покрова происходит прогрев почвы, и к 11 мая почва оттаивает в среднем на 30 см.

В мае интенсивность роста температуры воздуха несколько замедленна, для ветрового режима характерны частые вихреобразные движения воздуха. Это обусловлено в основном наличием примерно до 23—28 мая громадной площади ледового покрова на р. Лене, а также большой площадью зеркала поверхности воды и плавающего льда во время весеннего паводка. После очищения реки ото льда и прохождения весеннего паводка интенсивность роста температуры сразу же повышается, а ветровой режим становится более спокойным.

В мае бывают частые похолодания до отрицательных температур, вызванные вторжением холодных арктических масс воздуха. В отдельные годы при таких вторжениях нередко в третьей декаде (вероятность таких лет около 28 %) выпадают осадки в виде снега и мокрого снега. Прекращение заморозков происходит в среднем в конце мая.

Упругость водяного пара в мае значительно возрастает, она составляет около 5 гПа. Относительная влажность в дневное время понижается, достигая минимума (38 %), а число сухих дней (30 % и менее) достигает максимума (около 14).

В третьей декаде мая проводятся основные сельскохозяйственные полевые работы: посев яровых культур и посадка картофеля.

В связи с тем что весенний сезон заканчивается в первой декаде июня, характеристика июня дана в летнем сезоне.

7.4. Лето

Летний сезон в среднем начинается шестого июня, т. е. с момента устойчивого перехода средней суточной температуры через 13 °С (средняя температура вегетационного периода), прекращения резкого ее роста и заморозков на поверхности почвы.

Лето в Якутске сравнительно короткое, засушливое с относительно высокими дневными и сравнительно низкими ночными температурами. Первая половина лета характеризуется плавным повышением температуры воздуха, увеличением упругости содержащегося в воздухе водяного пара, ростом относительной влажности, некоторым ослаблением ветра, незначительным уменьшением облачности. В отдельные годы преобладает засушливая и относительно теплая погода с высокой температурой в дневное время и значительным понижением ее во время короткой ночи. Вторая половина лета характеризуется плавным понижением температуры воздуха с нарастанием интенсивности падения ее к концу лета, уменьшением упругости водяного пара и дальнейшим ростом относительной влажности воздуха, ослаблением скорости ветра и уменьшением облачности.

В летний сезон над континентом, в том числе над центральными районами Якутии, устанавливается пониженное поле давления.

Основные черты климата летнего сезона определяются вторжениями с севера в центральные районы Якутии арктических масс воздуха с малым содержанием влаги и большой прозрачностью атмосферы. При таких вторжениях возможно понижение температуры воздуха, причем в низких местах до отрицательных значений. По мере трансформации воздушных масс в центральных районах Якутии температура их значительно повышается, и они сильно иссушаются. Погода в это время устанавливается ясная и сухая.

Давление воздуха от весны до середины лета понижается, достигая минимума во второй декаде июля. Среднее давление за июнь—август составляет 994 гПа.

Летом преобладают ветры северо-западного направления. Средняя скорость ветра за июнь—август около 3 м/с. В отдельные дни в редкие годы скорости ветра могут достигать 20 м/с и более (см. табл. 8 приложения). В среднем бывает три дня с сильным ветром, но в отдельные годы дней с таким ветром может быть 12—14 и более.

Средняя месячная температура за июнь—август варьирует от 14,8 °С в августе до 18,7 °С в июле (см. табл. 24 приложения). Самым теплым месяцем является июль, но в отдельные годы им может оказаться июнь (в 5 % лет) или август (в 2 % лет). От года к году средняя месячная температура сильно изменяется (табл. 101).

Средняя температура за июнь—август характеризует температурный режим лета и составляет около 16,3 °С. Таблица 102 дает представление о распределении лет по грациям температуры в многолетнем периоде.

Наибольшую вероятность (65 %) имеют годы со средней температурой лета 15,1—17,0 °С — умеренно теплые, наименьшую (1 %) со средней температурой 11,1—13,0 °С — аномально-холодные. Суточный ход температуры в летний сезон четко выражен,

Таблица 101

Вероятность лет (%) со средней месячной температурой в различных пределах. 1882—1978 гг.

Месяц	Температура, °С						
	≤11,0	11,1—13,0	13,1—15,0	15,1—17,0	17,1—19,0	19,1—21,0	>21,0
VI		7	35	43	15		
VII				18	41	32	9
VIII	2	5	48	38	7		

Таблица 102

Вероятность лет (%) со средней температурой воздуха за июнь—август в различных пределах. 1882—1978 гг.

Аномально-холодное	Холодное	Нормальное (умеренно теплое)	Теплое
11,1—13,0 °С	13,1—15,0 °С	15,1—17,0 °С	17,1—19,0 °С
1	8	65	26

суточная амплитуда в среднем 10,5 °С (см. табл. 25 приложения).

Сумма средних суточных температур 15 °С и выше в среднем составляет около 1150 °С. Но она значительно изменяется от года к году (см. табл. 31 приложения).

Наряду с высокими температурами воздуха в летний сезон можно ожидать ежегодно понижение температуры до 1—4 °С, а в редкие годы в отдельные дни возможны понижения до —1,5... —7,8 °С. Абсолютный минимум температуры в июне (—5,3 °С) приходится на первую, в августе (—7,8 °С) на третью декады. В июне во второй и третьей, а в августе в первой и второй декадах абсолютный минимум ниже —2,1 °С не наблюдался. В июле абсолютный минимум (—1,5 °С) приходится на шестое число, с 7 по 31 июля минимальная температура ниже 0,2 °С не опускалась (см. табл. 24 и 27 приложения). Таким образом, заморозки могут быть во все месяцы лета. Заморозки за период с 1888 по 1979 г. не наблюдались только с 7 июля по 4 августа.

Осадков в летний сезон выпадает около 115 мм, максимальное их количество приходится на июль (42 мм). Летние осадки связаны в основном с циклонами, приходящими с юга и запада. Количество осадков за летний сезон из года в год сильно изменяется. Поэтому в некоторых случаях лето бывает сухим, в других случаях — хорошо увлажненным.

В связи с тем что сельскохозяйственное производство во многом зависит от количества осадков, выпадающих в вегетационный период, дается оценка увлажненности отдельных лет в зависимости от количества выпадающих осадков (табл. 103).

Таблица 103

Вероятность лет (%) со средним количеством осадков за июнь—август в различных пределах. 1888—1907, 1910—1977 гг.

Очень сухое	Сухое	Засушливое	Умеренно засушливое	Умеренно влажное	Влажное	Очень влажное
≤70 мм	71—100 мм	101—130 мм	131—160 мм	161—190 мм	191—210 мм	>210 мм
14	31	37	8	7	2	1

Приведенная оценка по увлажненности отдельных лет с осадками хорошо согласуется с оценкой увлажненности отдельных лет по гидротермическому коэффициенту (ГТК) (табл. 104).

Таблица 104

Вероятность лет (%) с гидротермическим коэффициентом (ГТК) в различных пределах. 1888—1907, 1910—1977 гг.

Очень сухое	Сухое	Засушливое	Умеренно засушливое	Умеренно влажное	Влажное	Очень влажное
≤0,4	0,5—0,6	0,7—0,8	0,9—1,0	1,1—1,2	1,3—1,4	≥1,5
15	31	32	11	8	2	1

Упругость водяного пара за летний сезон составляет 11,2 гПа. В первой половине лета наблюдается ее увеличение, в июле она достигает максимального значения (12,8 гПа), а с третьей декады июля начинается плавное ее понижение. Относительная влажность как средняя суточная, так и в 13 ч несколько возрастает. Например, в 13 ч она изменяется от 40 % в июне до 49 % в августе. Число сухих дней (с влажностью 30 % и менее) от весны к осени уменьшается, изменяясь от 12 в июне до 4 в августе. Влажных дней с относительной влажностью в 13 ч (80 % и более) за июнь—август в среднем бывает шесть.

Облачность от весны к лету несколько уменьшается и в августе достигает второго минимума (55 %). В среднем за летний сезон вероятность пасмурного состояния неба составляет около 56 %. Однако ввиду большой продолжительности дня продолжительность солнечного сияния большая и составляет за июнь—август 953 ч (см. рис. 14).

В среднем за июнь—август бывает 10 дней с грозой. В отдельные годы их может быть значительно больше (см. табл. 63 приложения). Грозы нередко сопровождаются шквальным ветром, пыльными бурями, ливнями, а в редких случаях и выпадением града.

7.5. Осень

Осень в Якутске является коротким климатическим сезоном, продолжительность которого около 45 дней. Она начинается с переходом средней суточной температуры воздуха через 12°C и резким ее понижением. К этому времени в ночные и утренние часы возникают первые заморозки на поверхности почвы. Постепенно уменьшается продолжительность дня, увеличивается облачность, быстро уменьшается продолжительность солнечного сияния и приток тепла от солнца. Осень в Якутске обычно длится с конца августа и до конца первой декады октября. Однако, например, в 1971 г. лето продолжалось до 11 сентября, а в 1972 г. осень наступила фактически 18 августа. Средняя скорость ветра $2,6$ м/с, преобладающее направление его меняется с западного на северо-западное. В отдельные дни скорость ветра может достигать 20 м/с и более. Сильный ветер отмечается не ежегодно.

Погода осенью в большинстве случаев стоит хорошая, сухая. Средняя минимальная температура за сентябрь составляет $0,7^{\circ}\text{C}$, а средняя максимальная 12°C . В конце второй декады сентября происходит устойчивый переход средней суточной температуры через 5°C , в первой пентаде октября — через 0°C , а 11 октября — уже через -5°C .

В отдельные дни в первой половине сентября температура может повышаться до $25-27^{\circ}\text{C}$ или понижаться до $-10, -11^{\circ}\text{C}$. Во второй половине осени температура может повышаться до $12-18^{\circ}\text{C}$ или понижаться до $-11, -19^{\circ}\text{C}$. Выпадение осадков к сентябрю резко уменьшается, среднее количество их составляет 26 мм. Количество выпадающих осадков из года в год значительно меняется: их может выпасть от 4 мм и менее до 65 мм и более. Для сентября характерны отдельные снегопады. Вероятность лет с выпадением осадков в виде снега или мокрого снега в первой декаде составляет около 14% , а во второй декаде — около 64% .

Наблюдается наибольшее уменьшение упругости водяного пара, что обусловлено значительным уменьшением испарения. Относительная влажность немного увеличивается. Происходит увеличение облачности. Вероятность ясного состояния неба в сентябре составляет 24% , а пасмурного 61% . Продолжительность солнечного сияния от августа к сентябрю сокращается в среднем на одну треть и составляет 170 ч (см. табл. 14 приложения).

8. МЕЗО- И МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОГО КЛИМАТА

Якутск — сравнительно небольшой город с развивающейся в последние десятилетия промышленностью. Он, как и любой город, оказывает существенное влияние на приземный слой атмосферы и формирует особый климат города, который отличается от климата окрестностей и близлежащих населенных пунктов и неоднороден даже внутри самого города. Самым заметным и особенно неблагоприятным фактором влияния города на климат является уменьшение прозрачности и чистоты городского воздуха. Промышленные и бытовые предприятия, энергетические объекты, котельные, городской транспорт выбрасывают в воздух большое количество пыли, сажи, угарного и сернистого газа и других вредных веществ. Кроме того, при сжигании огромного количества топлива зимой в воздух выделяется много тепла и водяного пара.

Загрязнение атмосферы снижает ее прозрачность, препятствует проникновению ультрафиолетовых лучей, приводит к уменьшению прямой солнечной радиации и эффективного излучения. В дневное время это уменьшение в какой-то мере компенсируется увеличением рассеянной радиации. В ночное время дымка, туман, задерживая излучение, сохраняют в городе более высокую температуру воздуха. Расчлененный профиль города с чередованием горизонтальных и вертикальных поверхностей способствует более полному поглощению и накоплению солнечной энергии.

Перечисленные выше факторы влияют прежде всего на температурный режим города. Город представляет собой остров тепла, температура в котором выше температуры окружающей местности. Значительное влияние город оказывает также на ветровой режим. Городской рельеф приводит к ослаблению ветра у земной поверхности, увеличению турбулентного перемешивания и порывистости. Уменьшение испарения в городе изменяет влажностный режим, а большое количество ядер конденсации ведет к некоторому увеличению облачности (особенно зимой), изменению повторяемости тумана и изморози.

Особенности городского климата проявляются наиболее четко при ясной и безветренной погоде. При облачной и ветреной погоде распределение метеоэлементов на территории города становится более однородным. Особенности климата Якутска хорошо выявляются в сравнении с климатом ближайших населенных пунктов, таких, как Покровск, Марха, Намцы, Маган, Батамай,

Таблица 105

Разности средней месячной температуры воздуха по десятилетиям

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Батамай—Якутск												
1940—1948	0,8	-0,1	-0,9	-2,0	-1,8	-1,6	-1,6	-1,2	-0,9	-1,3	-1,0	0,04
1949—1958	0,7	-0,4	-1,1	-2,3	-2,1	-1,7	-1,6	-1,3	-1,1	-1,5	-1,2	0,6
1959—1968	-0,1	-0,8	-1,5	-2,4	-2,0	-1,8	-1,6	-1,6	-1,1	-1,6	-1,5	-0,3
1969—1978	-0,5	-1,0	-1,7	-2,6	-2,2	-2,1	-2,1	-1,7	-1,2	-1,7	-1,6	-0,6
(1940—1948) — (1969—1978)	1,3	0,9	0,8	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	0,6	0,6
Охотский Перевоз—Якутск												
1939—1948	-1,3	-1,8	-1,6	-1,4	-0,05	-1,1	-1,2	-1,0	-0,5	-0,4	-1,0	-0,6
1949—1958	-1,9	-2,4	-2,1	-1,1	-0,7	-1,1	-1,2	-0,9	-0,6	-0,6	-1,2	-0,7
1959—1968	-3,0	-3,0	-2,4	-1,5	-0,8	-1,5	-1,3	-1,2	-0,7	-0,7	-1,3	-1,1
1969—1977	-3,2	-3,1	-3,0	-1,5	-1,1	-1,6	-1,5	-1,4	-1,0	-0,7	-1,6	-1,9
(1939—1948) — (1969—1977)	1,9	1,3	1,4	0,1	1,0	0,5	0,3	0,4	0,5	0,3	0,6	1,3
Покровск—Якутск												
1939—1948	1,8	1,4	0,4	-0,01	-0,4	-0,9	-0,8	-0,7	-0,5	0,3	1,0	1,4
1949—1958	1,4	1,1	0,2	-0,4	-0,5	-0,9	-0,8	-0,7	-0,5	0,3	0,9	1,1
1959—1968	0,4	0,9	0,1	-0,5	-0,5	-1,1	-0,9	-0,8	-0,6	0,2	0,7	0,5
1969—1977	0,2	0,4	-0,3	-0,6	-0,7	-1,2	-1,2	-0,9	-0,6	0,05	0,5	0,3
(1939—1948) — (1969—1977)	1,6	1,0	0,7	0,6	0,3	0,3	0,4	0,2	0,1	0,3	0,5	1,1

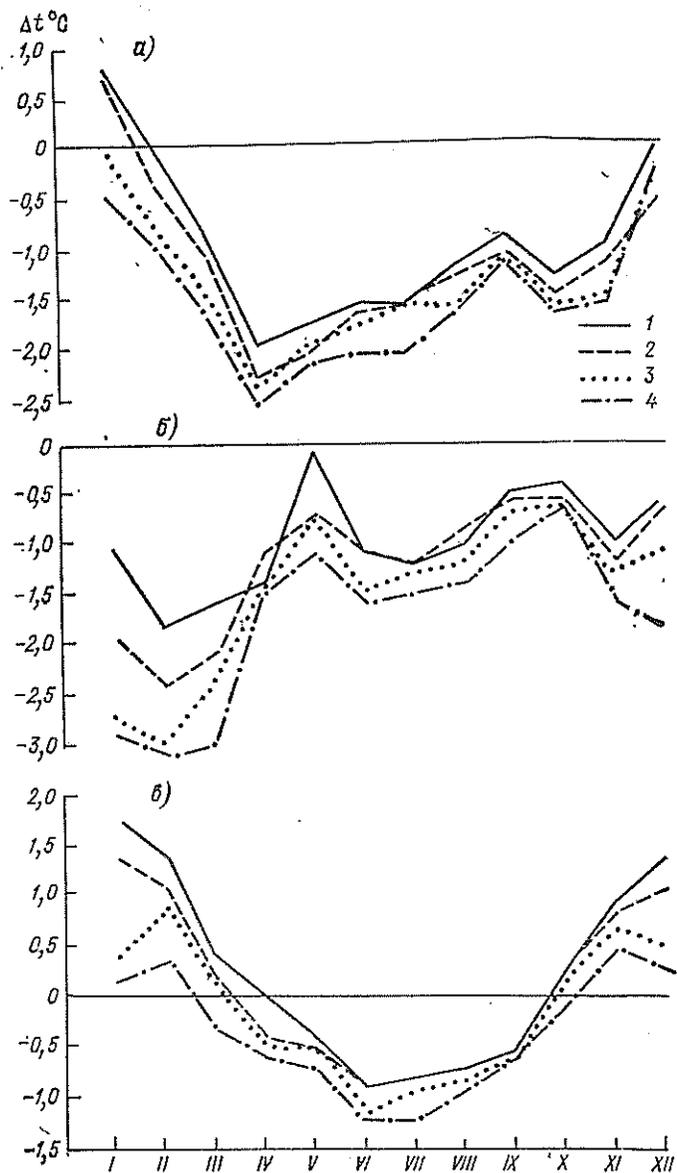


Рис. 35. Годовой ход разностей температуры воздуха по десятилетиям.

а — Батамай—Якутск, ГМО; б — Охотский Перевоз—Якутск, ГМО;
 в — Покровск—Якутск, ГМО; 1 — 1939—1948 гг., 2 — 1949—1958 гг.,
 3 — 1959—1968 гг., 4 — 1969—1978 гг.

Охотский Перевоз, Якутск, аэропорт, расположенных в 12—150 км от Якутска (рис. 1). Для сравнения принимался единый период для пары станций (Якутска и одного из пунктов).

Климатические различия, как уже отмечалось выше, проявляются прежде всего в температуре воздуха. Анализ данных табл. 105 показал, что температура воздуха в районе города постепенно повышается по сравнению с окружающими пунктами (рис. 35). Это связано с ростом города и развитием промышленных предприятий, энергетических объектов и городского хозяйства. Об этом говорят и материалы проверки ползучей неоднородности по температуре воздуха (рис. 36). Наибольшее повышение приходится на самые холодные месяцы, температура которых по-

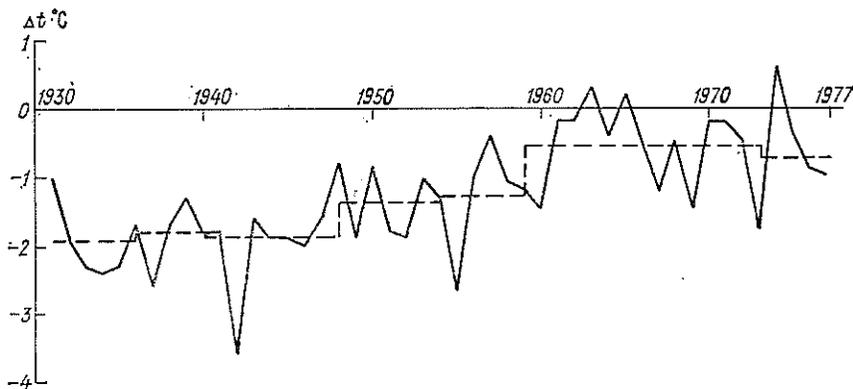


Рис. 36. Ход разностей температуры воздуха Якутск, ГМО—Покровск. Январь.

высилась в Якутске за последние 38 лет на 1,0—1,9 °С, в теплый период это повышение меньше (0,3—0,4 °С). Последнее связано с наибольшей повторяемостью антициклонических погод зимой и с тепловыделениями от сжигания огромного количества топлива. Температурные различия могли быть еще большими, если бы станция Якутск, ГМО располагалась не на окраине города, а в его центре. Летом они сглаживаются в связи с увеличением циклонического типа погод и усилением ветра.

Для характеристики климатических особенностей различных районов города и его пригородов привлечены данные метеостанций Якутск, ГМО, Якутск, аэропорт, стационарного метеопункта, а также мезо- и микроклиматических съемок, проводившихся в 1976—1979 гг.

Метеостанция Якутск, ГМО, расположена на второй надпойменной террасе, на юго-западной окраине города, на большой сравнительно открытой поляне; в 40—50 м к югу и юго-западу от нее начинается небольшое понижение в виде ложбины с неширокой полосой заболоченного леса, в 200 м к востоку стоят жилые одноэтажные и двухэтажные дома. Метеоплощадка станции находится в незначительно вогнутой по сравнению с окружающей ме-

стностью форме рельефа. Метеостанция Якутск, аэропорт, также расположена на второй надпойменной террасе, в северном пригороде, на ровном открытом месте. Эти две метеостанции имеют практически равную высоту над уровнем моря.

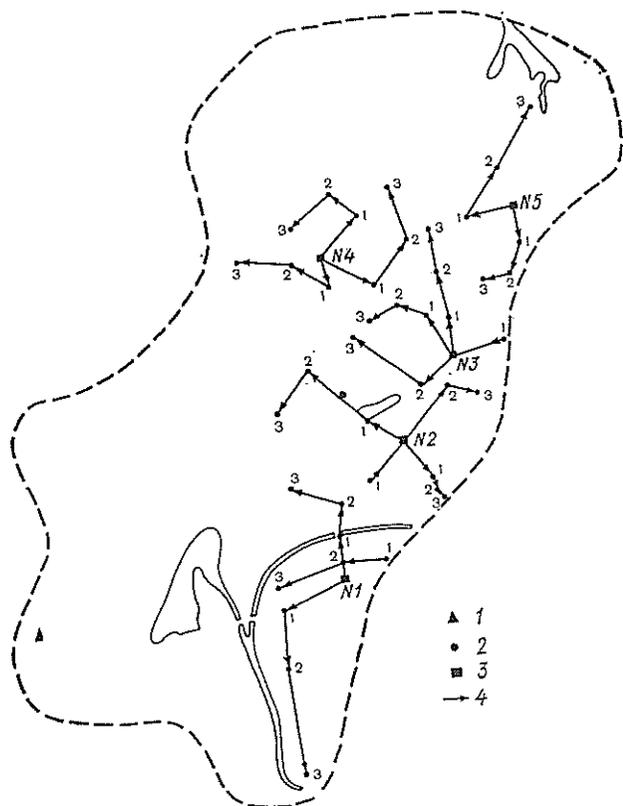


Рис. 37. Схема площадных микроклиматических съемок.

1 — метеорологическая станция, 2 — временный пункт наблюдений, 3 — основные точки наблюдений, 4 — направление маршрутов от основных точек с указанием точек наблюдений на маршрутах.

Для характеристики климатических особенностей центра города был организован временный метеопост на пересечении улиц Кирова и Пояркова, во дворе (Дворец пионеров). Использовались также данные наблюдений 1966—1973 гг., которые проводились на телемачте, находящейся в центральной части города. Кроме того, проводились микроклиматические съемки, для чего было выбрано пять основных точек, от которых исходило по три маршрута, и по каждому маршруту производились измерения в трех точках (рис. 37).

Наряду с микроклиматическими съемками проводились наблюдения по микроклиматическим разрезам для выявления различий в температурном и влажностном режиме город—пойменная часть долины и в районах водных объектов. Наблюдения на всех точках одного разреза велись синхронно. В зимнее время была проведена серия мезоклиматических съемок (город—пригород).

Как отмечалось выше, город представляет остров тепла, температура в котором выше, чем на окраине города, а тем более в окрестностях, что хорошо подтверждается разностями температуры воздуха между центральной частью города и районом метеостанции Якутск, ГМО (табл. 106), а также данными мезо- и микроклиматических съемок.

Таблица 106

Разности средней температуры воздуха между центральной частью города и его юго-западной окраиной

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

Якутск, телемачта—Якутск, ГМО (1966—1973 гг.)

3	1,9	3,2	3,8	2,5	2,1	2,9	2,7	2,2	2,1	1,7	2,4	1,5
9	2,3	3,1	1,3	0,6	0,2	0,4	0,3	0,3	0,6	1,3	2,5	1,9
15	1,0	0,8	0,2	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,7	1,2
21	2,4	4,0	4,4	2,1	0,6	0,5	0,6	1,7	2,4	2,1	3,0	2,2

Якутск, Дворец пионеров—Якутск, ГМО (1977—1978 гг.)

9	1,9	1,9	1,3	0,8							2,6	2,0
15	0,7	0,2	0,2								0,6	1,1
21	1,7	3,1	3,0	0,2							2,3	2,6

По данным микроклиматических съемок, проведенных 7 января 1977 г. при тихой ясной погоде, термические различия между юго-западной окраиной (район метеостанции Якутск, ГМО) и центральной частью города составляют 1,0—3,0 °С (рис. 38), между городом и пригородом (Якутск, ГМО—Ботанический сад) 2,5—3,5 °С, а между центром города и Ботаническим садом — около 4 °С. Причем в 9 ч эти различия несколько больше, чем в 15 ч. В отдельные дни термические различия между центром города и его окраинами достигают 4—6 °С, при этом в дневное время они несколько меньше, чем в утренние часы.

По данным мезоклиматических съемок, проведенных 27 января и 23 февраля 1978 г., температура воздуха в северных и южных пригородах (14—15 км от города) в 9 ч оказалась ниже, чем в районе метеостанции Якутск, ГМО в среднем на 3 °С, в 15 ч в северных пригородах было холоднее примерно на 4 °С, а в южных — на 2 °С. Была тихая ясная погода, в городе наблюдался плотный туман.

Таким образом, из анализа данных мезо- и микроклиматических съемок можно сделать вывод: зимой в городе теплее, чем на его окраине и тем более, чем в окрестностях.

Для весеннего сезона температурные различия были выявлены по данным микроклиматических съемок, проведенных 20 и 28 ап-

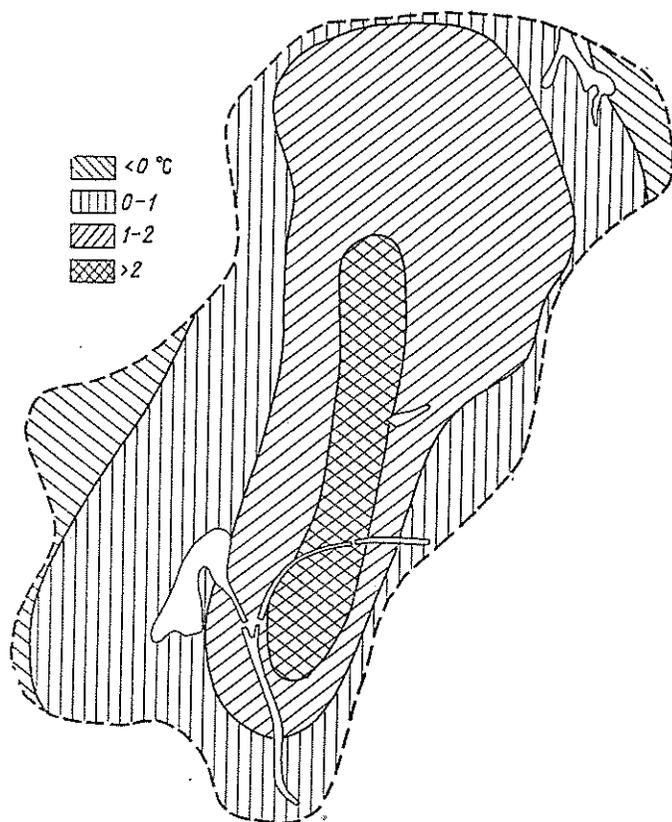


Рис. 38. Карта-схема термических различий. Якутск, 7 января 1977 г.

Зима, утро (9 ч), I тип погоды.

реля 1977 г. Так, в 4 ч 30 мин 20 апреля при ясной погоде со средним ветром наиболее теплой была центральная часть города, где температура воздуха оказалась на $1,5-1,8^{\circ}\text{C}$ выше по сравнению с другими районами города (рис. 39). При полужасной погоде со средним ветром распределение температуры по городу в 4 ч 30 мин 28 апреля было аналогичным, но несколько сглаженным. Температурные различия в дневные и вечерние часы были аналогичны утренним, но более сглажены, в дневное время они варьировали в пределах $0,0-1,5^{\circ}\text{C}$, в вечернее — в пределах $0,0-1,0^{\circ}\text{C}$. Как днем, так и вечером сохранялась полужасная погода со

средним ветром. Необходимо отметить, что температурные различия в апреле между центром города и районом метеостанции обусловлены также и тем, что на окраинах города снежный покров еще не сошел, тогда как в городе его уже не было.

По данным мезоклиматических съемок, проведенных 30 и 31 марта 1978 г. при тихой ясной погоде, северные пригороды были холоднее района метеостанции на $3,0^{\circ}\text{C}$, а южные — на $1,5^{\circ}\text{C}$.

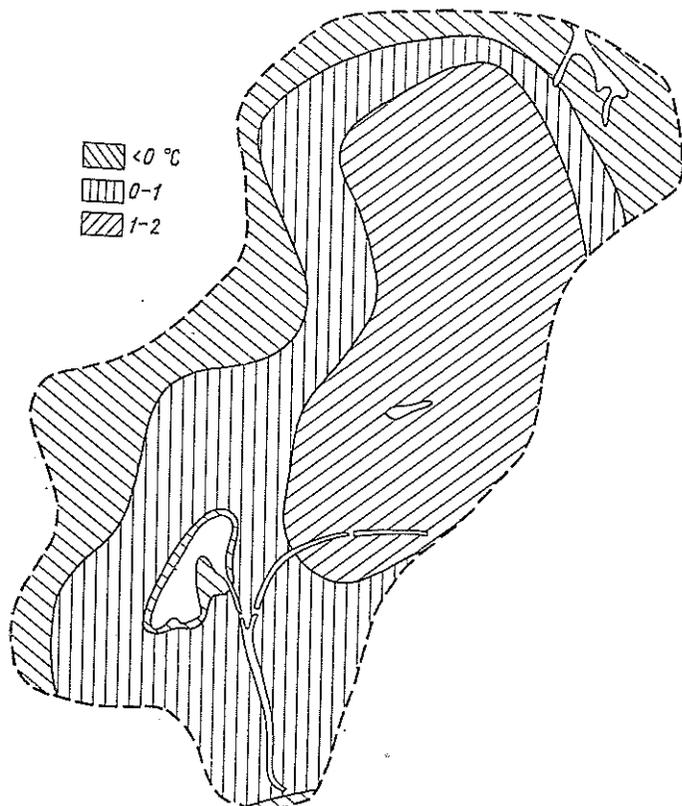


Рис. 39. Карта-схема термических различий. Якутск, 20 апреля 1977 г.

Весна, утро (4 ч 30 мин), IV тип погоды.

По результатам микроклиматических съемок, проведенных 16 и 20 июля 1976 г., выявлены характерные различия в температурном режиме для летнего сезона. Так, в утренние часы (в 3—4 ч) 16 июля центральная часть города была теплее его юго-западной окраины на $1,0-3,0^{\circ}\text{C}$ (рис. 40), а 20 июля в то же время — лишь на $1,0-1,5^{\circ}\text{C}$. Очевидно, это связано с различием в погодных условиях. Если 16 июля утром было тихо и пасмурно, то 20 июля погода наблюдалась пасмурная со средним ветром. В дневные часы 16 июля температурные различия оказались сглаженными,

а в отдельных местах — противоположными тем, что имели место в утренние часы. Вся центральная часть города была теплее юго-западной окраины на $0,1-1,0^{\circ}\text{C}$, местами на $1,5^{\circ}\text{C}$, в восточной части, наоборот, температура оказалась несколько ниже (на $0,1-0,5^{\circ}\text{C}$). Была полuyaсная погода, ветер порывистый, со средней ско-

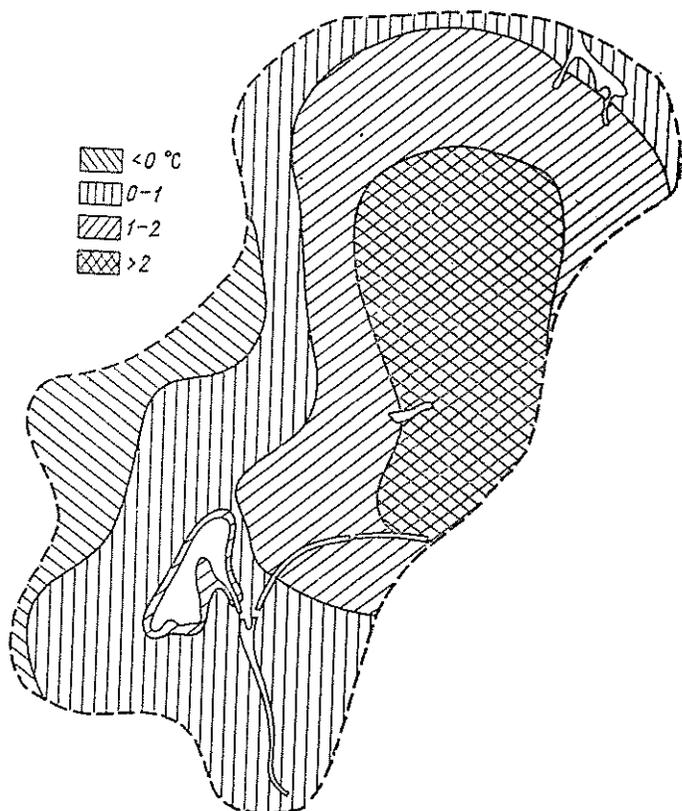


Рис. 40. Карта-схема термических различий. Якутск, 16 июля 1976 г.

Лето, ночь (3 ч 30 мин), III тип погоды.

ростью 2 м/с, ветер дул со стороны поймы. В 13 ч 20 июля различия в температурном режиме были аналогичны дневным 16 июля, но более сглаженными. Была ясная погода, ветер порывистый, со средней скоростью 3—4 м/с. 16 июля вечером (в 19 ч) при полuyaсной погоде со слабым ветром восточного и северо-восточного направления различия в температурном режиме были аналогичны дневным. В центральной части города на всем протяжении температура была несколько выше (на $0,1-0,5^{\circ}\text{C}$), чем на юго-западной его окраине, а на прилегающей к пойме части температура была, наоборот, ниже на $0,1-1,0^{\circ}\text{C}$. Такое распределение

температуры было обусловлено подтоком более прохладного воздуха со стороны поймы.

По данным микроклиматических съемок, проведенных при пасмурной тихой погоде 29 октября 1976 г., наибольшие различия были в утренние часы: центральная часть города была теплее на 2,0—3,0 °С юго-западной окраины (рис. 41). В пригородах, наоборот, было холоднее, например, в аэропорту температура была

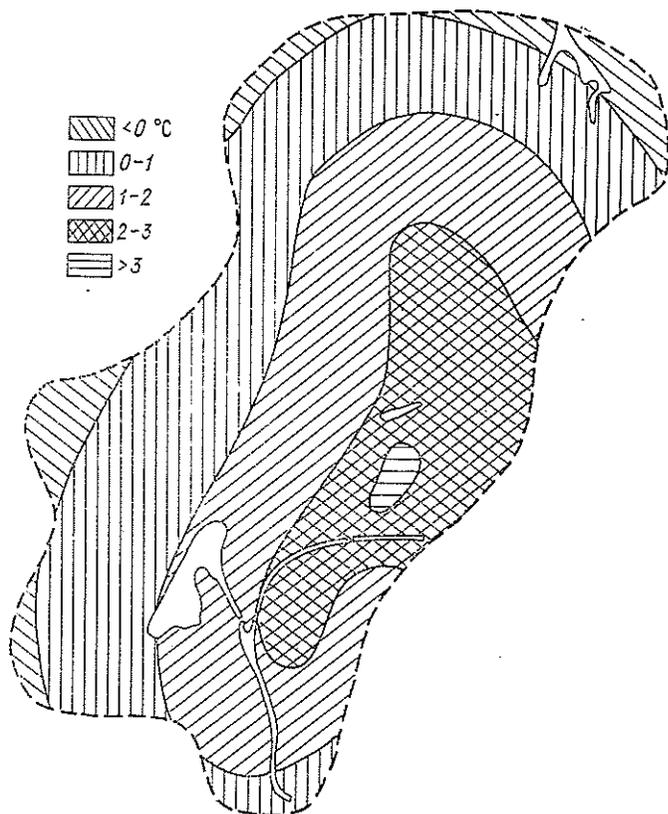


Рис. 41. Карта-схема термических различий. Якутск, 29 октября 1976 г.

Осень, утро (7 ч), III тип погоды.

на 1,2 °С, в Ботаническом саду на 0,4 °С ниже, чем на метеостанции Якутск, ГМО.

Таким образом, на основании данных микроклиматических съемок, проведенных в различные сезоны года и в различное время суток можно говорить о том, что центральная часть города теплее, чем его окраины. Наибольшие различия отмечались в утренние часы; температурные различия зависят от типа погоды: они будут наибольшими при тихой ясной погоде, зимой они могут быть значительными и при тихой пасмурной погоде.

Влияние города на ветровой режим многообразно и проявляется в изменении порывистости в приземном слое воздуха. Это связано, во-первых, со сложным рельефом подстилающей поверхности города. Во-вторых, повышение температуры в центральной части города вызывает подъем более теплого воздуха, на смену кото-

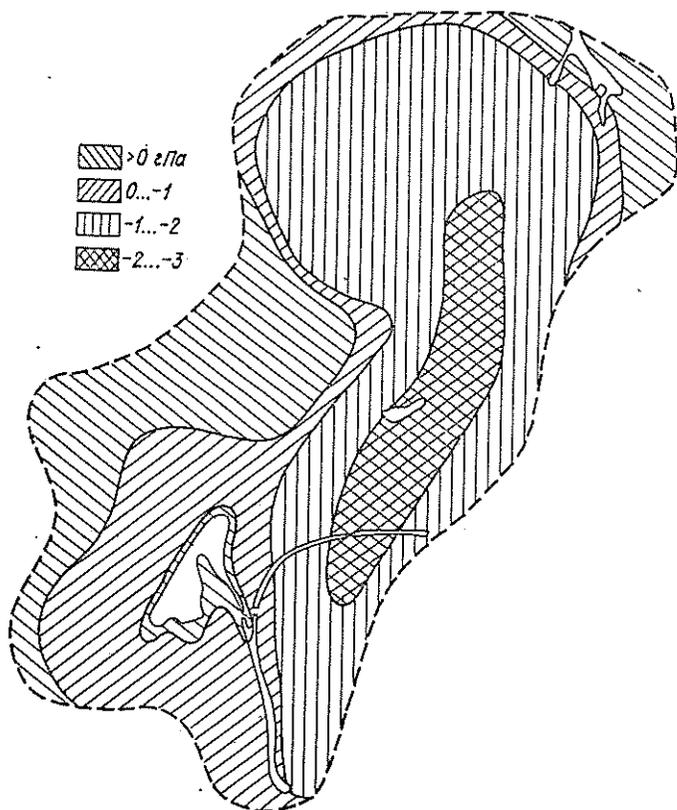


Рис. 42. Карта-схема различий упругости водяного пара.
Якутск, 20 июля 1976 г.

Лето, день (14 ч), IV тип погоды.

рому с окраин втягивается более прохладный воздух. Скорости этих ветров незначительны (1—2 м/с). Городские улицы в зависимости от направления и ширины изменяют ветровой поток, уменьшая скорость ветра. В отдельных случаях скорость возрастает.

По данным микроклиматических съемок, проведенных 16 и 20 июля 1976 г., выявлены особенности в режиме влажности воздуха, обусловленные как самим городом, так и его географическим положением. В дневные часы 16 июля при ветре со стороны поймы упругость водяного пара в восточной и центральной частях

города была на 0,5—3,0 гПа больше, чем в районе метеостанции. При других направлениях ветра в дневные часы упругость водяного пара в центре города несколько меньше, чем в районе метеостанции. Так, 20 июля при западном ветре упругость водяного пара в районе метеостанции была на 2,0—3,0 гПа выше, чем в центре города (рис. 42). В утренние и вечерние часы различия

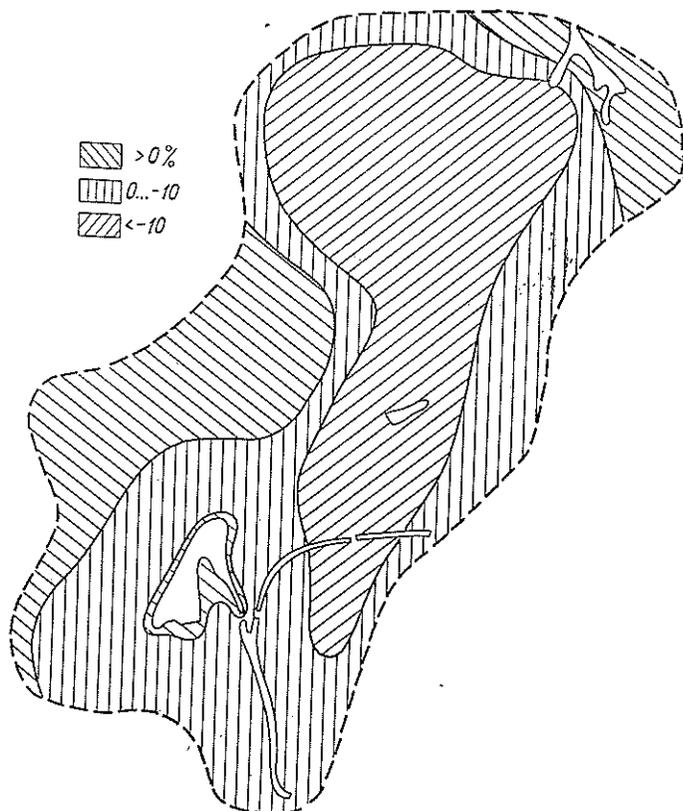


Рис. 43. Карта-схема различий относительной влажности воздуха, Якутск 20 июля 1976 г.

Лето, день (14 ч), IV тип погоды.

обретают обратный знак, т. е. упругость водяного пара в 4 и 20 ч в восточной и центральной частях города несколько больше (на 0,1—0,5 гПа), чем в районе метеостанции. Относительная влажность по территории города в дневные часы различается в пределах 1—10 % (рис. 43). При ветрах со стороны поймы она в восточной и центральной частях города несколько выше (на 1—5 %), чем в районе метеостанции, более удаленной от реки. За другие сезоны микроклиматических данных по влажности воздуха нет.

О температурных различиях город—пойма в зимний и весенний сезоны можно судить по результатам микроклиматических

съепок, проведенных 18 января 1979 г. при тихой туманной погоде по двум линиям: 1) ул. Чекистов (от пл. Орджоникидзе)—пойма, 2) ул. Кирова (от пл. Ленина)—пойма (рис. 44). В городе было теплее, чем в районе поймы в утренние часы на 0,6—1,2 °С, а в дневные часы на 1,6—2,4 °С (табл. 107). Необходимо отметить,

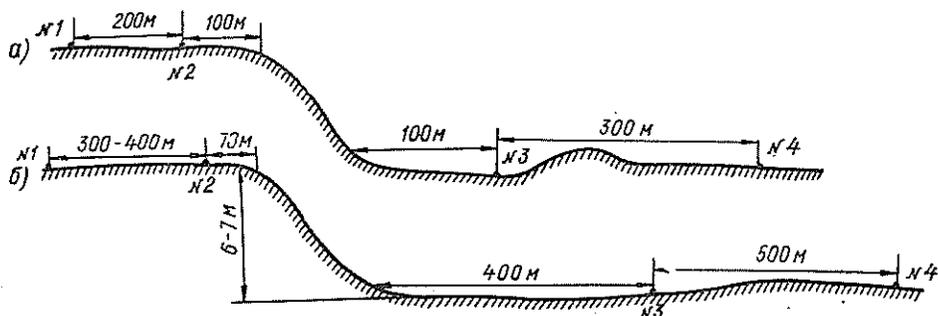


Рис. 44. Схематический вертикальный профиль микроклиматических разрезов. 18 января 1979 г.

а — по линии ул. Чекистов—пойма, б — по линии ул. Кирова—пойма.

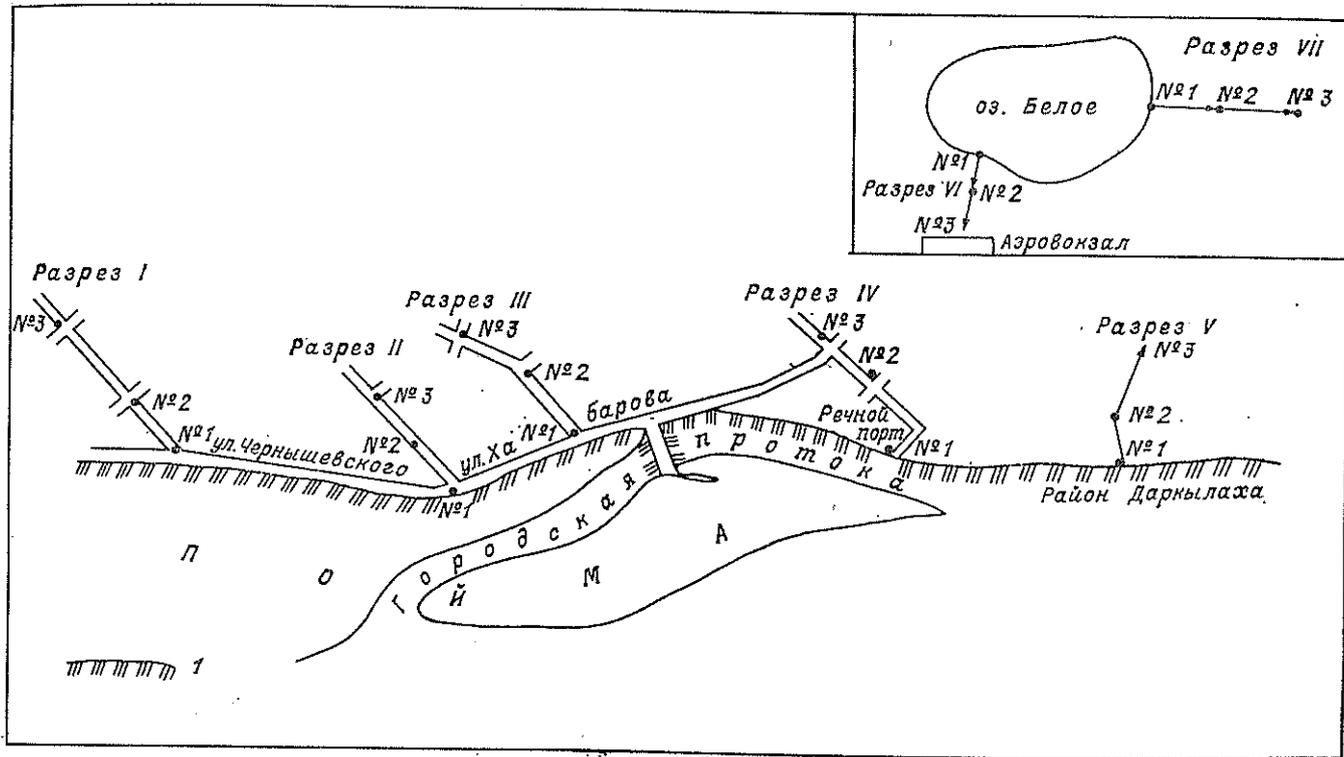
что превышение точки № 4 над точкой № 3 как в первом, так и во втором случае составляло 0,5—1,0 м. Это, по-видимому, и является причиной того, что в точках № 4 температура была на 0,7 °С выше, чем в точках № 3. По данным микроклиматических съепок, проведенных 4 апреля 1978 г. при тихой полуюсной погоде по двум линиям (ул. Чекистов (пл. Орджоникидзе)—пойма и

Таблица 107

Разности температуры воздуха по данным микроклиматических съепок 18 января 1979 г.

	Микроклиматические разрезы по линиям		Средняя разность
	пл. Орджоникидзе—пойма	пл. Ленина—пойма	
	9 ч 10 мин	9 ч 40 мин	
$t_2 - t_1$	0,2	0,3	0,2
$t_3 - t_1$	-0,9	-1,4	-1,2
$t_4 - t_1$	-0,3	-0,8	-0,6
	14 ч 10 мин	14 ч 45 мин	
$t_2 - t_1$	-0,1	-0,6	-0,4
$t_3 - t_1$	-2,3	-2,4	-2,4
$t_4 - t_1$	-1,6	-1,7	-1,6

Примечание. t_1, t_2, t_3, t_4 — температура воздуха в точках с соответствующими номерами; нумерация точек идет от пл. Орджоникидзе и пл. Ленина на пойму.



ул. Дежнева — пойма), в городе утром (в 5—6 ч) было на 2,0—3,2 °С теплее, чем в районе поймы. Данные этих микроклиматических съемок дают представление о температурных различиях город—пойма в холодный период.

Для выявления влияния поймы в период ее затопления весной и влияния водных объектов, расположенных вне города, на термический режим прилегающих районов 25 мая и 14 июня 1977 г. были проведены при ясной со средним ветром погоде наблюдения по микроклиматическим разрезам, проходящим по ровной поверхности первой надпойменной террасы (рис. 45).

Утром 25 мая температуры воздуха на точках № 1 (у бровки уступа к пойме) и на точках № 3 (в центральной части города) были близкими, а по линиям разрезов на точках № 2 оказались ниже (табл. 108). Такое распределение температуры объясняется тем, что в ночное время температура воздуха повышалась в направлении от бровки уступа в сторону центральной части города. Этому способствовала температура воды в пойме, которая составляла 5 °С (температура воздуха в городе в это время была около 13 °С). В утренние часы полоса, прилегающая к пойме, на всем протяжении по линии ул. Чернышевского—ул. Хабарова была совершенно открыта для прямых солнечных лучей, что обеспечивало быстрый прогрев почвы и восточных стен построек и более быстрое повышение температуры воздуха, чем в городе по линиям разреза, где возможны затенения в более ранние часы. Ветер имел направление вдоль бровки уступа и снижал до минимума влияние температуры воды в пойме на температуру воздуха. В 11—12 ч температура воздуха на точках № 1 стала на 1,5—2,8 °С ниже, чем на точках № 2 и № 3, чему способствовал северо-восточный ветер, в некоторой степени обусловивший охлаждающее влияние воды в пойме на температуру воздуха прилегающей к пойме полосы. Температура воздуха в 11—12 ч составляла 18—20 °С. В районе речного порта распределение температуры имело такую же картину. В районе Даркылах в 7 ч 35 мин температура воздуха на берегу реки была на 3,2 °С ниже, чем в 350 м и на 4,4 °С ниже, чем в 800 м от берега. Такое большое различие было обусловлено тем,

Рис. 45. Схема микроклиматических разрезов, по которым проводились наблюдения 25 мая и 14 июня 1977 г.

1 — бровка уступа первой надпойменной террасы к пойме; *Разрез I* (по ул. Строда): № 1 — у бровки уступа, № 2 — угол ул. Строда и пр. Ленина, № 3 — угол ул. Строда и ул. Тимирязева. *Разрез II* (по ул. Ярославского): № 1 — у бровки уступа, № 2 — в 300 м от точки № 1 вблизи домов, № 3 — угол ул. Ярославского и пер. Новгородова. *Разрез III* (по ул. Чекистов—ул. Орджоникидзе): № 1 — у бровки уступа, № 2 — угол ул. Чекистов и ул. Дзержинского, № 3 — угол ул. Орджоникидзе и ул. Курашова. *Разрез IV* (у речного порта): № 1 — в 5—6 м от края причала, № 2 — в 50 м от первой точки по проезду Энергетиков, № 3 — угол ул. Лермонтова и Богдана Чижика. *Разрез V* (район Даркылах): № 1 — в 5 м от уреза воды, № 2 — в 350 м от точки № 1, № 3 — в 800 м от точки № 1. *Разрез VI* (восточный берег Белого озера): № 1 — в 2 м от уреза воды, № 2 — в 200 м от точки № 1, № 3 — в 400 м от точки № 1 (на площади у аэровокзала). *Разрез VII* (северный берег Белого озера): № 1 — в 3 м от уреза воды, № 2 — в 400 м от точки № 1, № 3 — в 900 м от точки № 1.

Таблица 108

Микроклиматические разности температуры и влажности воздуха по данным микроклиматических съемок 25 мая 1977 г.

	Микроклиматические разрезы								
	ул. Строда	ул. Ярославского	ул. Чекистов (Орджоникидзе)	район Даркыслаха	речной порт	Белое озеро, аэропорт	ул. Чекистов (Орджоникидзе)	ул. Ярославского	ул. Строда
	5 ч 40 мин	6 ч 15 мин	6 ч 45 мин	7 ч 35 мин	8 ч 55 мин	9 ч 20 мин	10 ч 45 мин	11 ч 20 мин	12 ч 00 мин
t_2-t_1	-0,4	-0,6	-0,4	3,2	* -0,9	0,2	2,7	1,6	0,9
t_3-t_1	0,0	-0,3	0,1	4,4	0,2	0,2	2,8	2,4	0,1
e_2-e_1	0,2	0,6	0,1	0,0	0,1	-0,8	-1,2	0,5	-0,2
e_3-e_1	0,0	0,3	-0,1	-0,3	-0,1	-0,8	-1,0	0,1	0,9
f_2-f_1	2	6	2	-11	3	-4	-10	0	-3
f_3-f_1	0	3	-1	-16	-1	-4	-9	-2	3

Примечание. Здесь и в табл. 109 t_1, t_2, t_3 — температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$) в соответствующих точках; e_1, e_2, e_3 — упругость водяного пара (гПа) в соответствующих точках; f_1, f_2, f_3 — относительная влажность (%) в соответствующих точках; нумерация точек идет от бровки уступа первой надпойменной террасы (от берега реки, озера).

что на пологом берегу реки точки наблюдений, находились в нескольких метрах от воды, имеющей температуру 5°C , и все точки утром были одинаково открыты для солнечного облучения (см. табл. 108).

В утренние часы 14 июня температура воздуха на точках № 1 была несколько выше, чем на точках № 2 (в 350—400 м от поймы); на точке № 3 по ул. Строда температура была выше на $1,5^{\circ}\text{C}$, а по ул. Ярославского и ул. Чекистов (Орджоникидзе) была, наоборот, несколько ниже (на $0,2$ — $0,5^{\circ}\text{C}$) вследствие затенения точек наблюдения. В дневные часы температура воздуха повышалась по мере удаления от поймы (берега реки) (табл. 109). Такое распределение температуры обусловлено причинами, указанными выше, а также отопляющим влиянием воды ночью на температуру воздуха прилегающей к пойме полосы. Температурный разрез по ул. Ярославского несколько иной, что обусловлено местоположением точек наблюдений, особенно точки № 2, которая находилась в заболоченном месте в районе строительства крупных жилых домов. В районе речного порта, в нескольких метрах от воды, температура была на $0,9$ — $1,7^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в центре города; а в районе Даркылах на берегу реки (в нескольких метрах от воды) она была на $0,9^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в 350 м от берега и на $2,1^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в 800 м от берега (рис. 45).

Влажность воздуха у бровки уступа к пойме была больше, чем при удалении от нее.

25 мая в 9 ч 20 мин по линии Белое озеро—площадь у аэровокзала (рис. 45) температура на восточном берегу была на $0,2^{\circ}\text{C}$ ниже, чем при удалении от берега на 200 и 400 м к востоку от озера (см. табл. 108). Направление ветра было северо-восточным, что исключало влияние озера на температуру воздуха по микроклиматическому разрезу; почва у озера влажная, покрыта травой. Утром 14 июня температурные различия были аналогичны различиям 25 мая (табл. 109). Ветер дул вдоль озера, поэтому влияние озера на температуру воздуха в это время было минимальным. В этот же день температура на северном берегу Белого озера в 10 ч 20 мин была на $1,0^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в 350 м от берега, и на $1,7^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в 800 м, а упругость водяного пара была, наоборот, на берегу озера на $0,6$ — $1,7$ гПа больше, чем на указанном выше удалении, ветер дул со стороны озера (табл. 109). Таким образом, можно сказать, что влияние такого водоема, как Белое озеро ($0,8$ км²), при ветре со стороны озера может распространяться на $0,8$ — $1,0$ км на открытом месте, а в застройке влияние ограничено самой застройкой.

В августе 1978 г. были проведены разовые микроклиматические съемки с целью выявить распределение температур у различно ориентированных стен каменного трехэтажного здания и в парке, состоящем из сосен зрелого возраста. Так, 8 и 9 августа в 9 ч при тихой ясной погоде температура воздуха у восточной стены здания Якутского УГКС была на $1,4^{\circ}\text{C}$ выше температуры воздуха у западной стены, а в 17 ч, наоборот, температура у западной

Таблица 109

Микроклиматические разности температуры и влажности воздуха по данным микроклиматических съемок 14 июня 1977 г.

	Микроклиматические разрезы									
	ул. Стро- да	ул. Ярос- лавского	ул. Чекмистов (Орджони- кидзе)	район Даркылаха	речной порт	Белое озеро, аэропорт	северный берег Белого озера	ул. Чекмистов (Орджони- кидзе)	ул. Ярос- лавского	ул. Стро- да
	5 ч 05 мин	5 ч 40 мин	6 ч 10 мин	6 ч 55 мин	7 ч 35 мин	8 ч 25 мин	10 ч 20 мин	11 ч 50 мин	12 ч 20 мин	12 ч 50 мин
t_2-t_1	-0,1	-1,4	-1,4	0,9	0,9	-	1,0	0,9	-1,8	0,5
t_3-t_1	1,5	-0,5	-0,2	1,1	1,7	0,3	1,7	2,1	0,0	1,1
e_2-e_1	-0,3	0,4	0,5	0,5	0,0	0,5	-	-0,7	-0,9	0,2
e_3-e_1	-0,5	-0,9	-0,2	-0,8	-0,3	-0,4	-0,6	-1,5	-0,6	-0,7
f_2-f_1	-1	8	8	-1	-3	3	-	-3	0	-1
f_3-f_1	-9	-2	0	-11	-6	-2	-5	-6	-2	-3

стены была на $1,9^{\circ}\text{C}$ выше, чем у восточной. В 13—14 ч температура у южной стены была на $1,4^{\circ}\text{C}$ выше, чем у северной. Необходимо отметить, что длина южной и северной стен всего 18 м. Кроме того, в 17 ч температура у западной стены была на $0,3^{\circ}\text{C}$ выше, а у восточной — на $1,6^{\circ}\text{C}$ ниже, чем температура воздуха в 100 м от здания на открытом месте. В это же время температура в небольшом сосновом лесу средней густоты (в 50 м от опушки) была на $0,4^{\circ}\text{C}$ ниже температуры на открытом месте (расстояние между ними около 70 м). По данным наблюдений, проведенных 10—12 августа в районе городского парка, состоящего в основном из сосен, при тихой с переменной облачностью погоде оказалось, что температура в парке утром (6 ч) и вечером (20 ч) на $0,4$ — $2,0^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в 100 м на открытом месте, а днем (14 ч), наоборот, температура в парке была на $0,5$ — $1,3^{\circ}\text{C}$ выше температуры на открытом месте. При этом наибольших различий она достигла в сосновом лесу вдали от аллей.

9. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДА

В связи с бурным развитием промышленности, энергетики и транспорта количество выбросов, загрязняющих нижние слои атмосферы, непрерывно увеличивается. Поэтому вопросу исследования загрязнения воздушного бассейна в последние годы уделяется все больше внимания, а проблема обеспечения чистоты атмосферы уже вышла далеко за пределы научных исследований. Она приобрела важное практическое значение [9].

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в Якутске являются: выхлопные газы автотранспорта, выбросы как отопительных установок промышленных предприятий и жилых массивов, так и самих промышленных предприятий, пыль, поднимаемая ветром и автотранспортом в теплое время года, эпизодические пожары угля для оттаивания грунта в зимний период и др.

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводились на трех стационарных постах, расположенных в северной, наиболее загрязненной части города, в центре и в юго-западной части города, примыкающей к зеленой зоне. В табл. 110 приведено количество наблюдений за концентрациями примесей на каждом посту.

Многолетние наблюдения в Якутске показали, что наибольшее загрязнение городского воздуха взвешенными веществами (пылью) отмечается с мая по август, при малом количестве осадков.

Таблица 110

Количество наблюдений за концентрациями примесей на трех стационарных постах. 1975—1978 гг.

Примесь	Пост № 1, метеостанция Якутск, ГМО	Пост № 2, Дворец пионеров	Пост № 3, Холбос
Пыль ¹	854	704	586
Сернистый газ	4751	3187	3043
Окись углерода	4850	3325	3252
Двуокись азота	4795	3205	3083

¹ Наблюдения за пылью в течение всего года проводились на всех постах только в 1978 г. (в предыдущие годы наблюдения проводились только с мая по октябрь, когда поверхность земли была свободна от снежного покрова).

К вредным ингредиентам относится сернистый газ, являющийся основным продуктом сгорания топлива. Продолжительность жизни сернистого газа в атмосфере сравнительно невелика, так как в результате каталитических, фотохимических и других реакций происходит его окисление и превращение в сульфаты.

Наибольшие концентрации сернистого газа наблюдаются в центре города и северной его части в летний период за счет автотранспорта и в зимний период, когда имеют место радиационные туманы, инверсионные слои и слабый ветер, которые способствуют сохранению и накоплению сернистого газа в воздухе.

Из всей суммы выбросов окиси углерода, поступающей в атмосферу в результате хозяйственной деятельности человека, 80 % относится к выбросам автотранспорта.

По многолетним данным стационарных наблюдений прослеживается наибольшее загрязнение окисью углерода в центре города и в северном (промышленном) районе.

Выхлопные газы двигателей автотранспорта и выбросы вредных веществ от отопительных установок, накапливаемые в нижних слоях атмосферы, сохраняются в воздухе благодаря пасмурной со слабым ветром погоде и небольшому количеству осадков в летнее время и наличию туманов, инверсий, слабого ветра — зимой.

Кроме стационарных наблюдений, с декабря 1975 г. в Якутске проводятся маршрутные обследования на содержание окиси углерода в атмосферном воздухе. Местоположение пунктов выбиралось таким образом, чтобы можно было представить картину загрязненности города окисью углерода в целом. Обследования показали, что загрязнение воздуха этой примесью по районам отличается незначительно, однако можно отметить, что более всего загрязнена северная (промышленная) часть города. В период низких температур, в безветренную погоду наблюдаются наиболее высокие концентрации окиси углерода, причем максимальные концентрации приходятся в основном на утренние и вечерние часы, в полуденное время концентрации несколько снижаются.

Одной из причин такого явления может быть метеорологический фактор: ночи в Якутске, как правило, тихие; при таких условиях возникают радиационные инверсии, которые сохраняются и утром. Днем при возникновении конвективной и турбулентной деятельности инверсии разрушаются. К вечеру конвективная и турбулентная деятельность атмосферы прекращается и опять создаются благоприятные условия для возникновения инверсий. Кроме того, играют большую роль накопившиеся за день вредные вещества, выбрасываемые от источников загрязнения.

Уровень загрязнения воздуха связан с режимом ветра. В зависимости от его направления вредные примеси, находящиеся в воздухе, могут накапливаться в жилых массивах, выноситься за город или подниматься в верхние слои атмосферы. Наблюдения показывают, что у поверхности земли в центральной части Якутска, где застройка плотная, скорость ветра меньше, чем на окраинах

города. В самом городе в летний период под влиянием перегрева возникает специфический ветер с периферии в центр города.

Механизм формирования высоких уровней загрязнения воздуха в приземном слое неодинаков при различных состояниях атмосферы. Очевидно, что конкретные выводы о метеорологических условиях высокого содержания примесей в городском воздухе могут быть получены только при рассмотрении комплексов метеорологических элементов.

Для характеристики загрязнения воздуха по городу в целом в качестве обобщенного показателя был использован параметр $P = m/n$. Здесь n — общее количество наблюдений за концентрациями примесей в городе в течение одного дня на всех стационарных пунктах, m — количество наблюдений в течение этого дня с концентрациями, превышающими в 1,5 раза среднее сезонное значение. Таким образом, параметр P характеризует часть существенно повышенных концентраций от общего числа измерений в течение дня. Очевидно, параметр P может изменяться от 0 до 1. В среднем $P \approx 0,2$.

Само введение показателя P может быть полезным для уточнения связей. Дело в том, что информация о концентрации примесей в воздухе по ряду причин, в частности из-за неперIODических колебаний выбросов, содержит случайную составляющую. С этим могут быть связаны нарушения установленных зависимостей. Параметр P является относительной характеристикой; он в меньшей степени, чем значения отдельных концентраций, подвержен влиянию случайных колебаний выбросов и в большей степени определяется метеорологическими условиями. Рассчитав параметр P за каждый день, мы не только получаем характеристику загрязнения воздуха, но и существенно уменьшаем элемент случайности.

Для изучения связи степени загрязнения атмосферы с метеорологическими и синоптическими условиями в Якутске был рассчитан за каждый день параметр P и использован архив синоптических карт за 1975—1978 гг. Объективная физическая оценка ситуаций при их значительной изменчивости представляет большие трудности. Поэтому рассматривались только четко выраженные синоптические ситуации: центральная часть малоподвижного антициклона или ось гребня, устойчивое сохранение антициклонической периферии, малоградиентное барическое поле, циклоническая деятельность, длительное сохранение больших барических градиентов в промежуточном барическом поле.

Анализ аэросиноптического материала (табл. 111) показал, что зимой максимальное загрязнение воздуха в Якутске отмечается в центральных областях малоподвижного антициклона или оси гребня, а также на антициклонической периферии ($P = 0,17$) и в малоградиентных барических полях ($P = 0,16$). Эти синоптические положения создают опасные с точки зрения загрязнения воздуха метеорологические условия: устойчивую стратификацию нижнего слоя атмосферы (инверсии), слабые ветры (штили) и морозные туманы.

Таблица 111

Характеристика загрязнения воздуха при различных синоптических ситуациях

Ситуация	Зима (X—III)		Весна (IV—V)		Лето (VI—VIII)		Осень (IX)	
	\bar{P}	Повторяемость (%) величина $P > 0,2$	\bar{P}	Повторяемость (%) величина $P > 0,2$	\bar{P}	Повторяемость (%) величина $P > 0,2$	\bar{P}	Повторяемость (%) величина $P > 0,2$
Центральная область малопо- движного анти- циклона или оси гребня	0,20	40	0,10	14	0,09	10	0,11	14
Устойчивое со- хранение анти- циклонической периферии	0,17	31	0,14	17	0,11	10	0,13	18
Малогradientное размытое барн- ческое поле	0,16	30	0,13	10	0,18	40	0,13	12
Циклоническая деятельность	0,15	24	0,15	28	0,20	41	0,14	26
Длительное со- хранение боль- ших gradientов давления в про- межуточном ба- рическом поле	0,16	23	0,13	14	—	—	—	—

Летом же, наоборот, максимальное загрязнение бывает при циклонической деятельности ($P=0,20$), а минимальное — в антициклонах и гребне ($P=0,09$). В теплое время года условия формирования высокого уровня загрязнения в приземном слое воздуха более сложные. При антициклонической ситуации ночью хотя и могут формироваться приземные и приподнятые инверсии, но утром они быстро разрушаются. Днем же преобладает неустойчивое состояние атмосферы. При отсутствии инверсии штиль не определяет значительного скопления примесей в воздухе. В циклонах при прохождении фронтов формируются фронтальные инверсии, а значит, создаются благоприятные условия для повышенного загрязнения. Высокое содержание примесей может наблюдаться и в теплых секторах циклонов при слабых морозящих осадках.

В переходные сезоны хорошей зависимости не прослеживается (P изменяется от 0,10 до 0,15).

Повторяемость случаев повышенного загрязнения воздуха (табл. 111) при антициклонической ситуации зимой 40 %, а при циклонической — 24 %. Летом соответственно 10 % и 41 %. Весной и осенью наибольшую повторяемость (26—28 %) высокий уровень

загрязнения имеет при циклоническом типе погоды, наименьшую (10—12 %) — в малоградиентных размытых полях.

Для борьбы с загрязнением атмосферы в Якутске можно использовать широкий комплекс мероприятий:

- обеспечение наиболее эффективными очистными сооружениями предприятий, загрязняющих городской воздух вредными выбросами;

- использование природного газа для оттаивания грунта в зимнее время;

- дальнейшее благоустройство города;

- повышение эффективности сжигания топлива автотранспортом;

- замена автобусного транспорта троллейбусным;

- рациональное размещение промышленных предприятий и жилых массивов.

10. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТА

В санитарно-гигиеническом аспекте представляют интерес не только основные метеоэлементы (солнечная радиация, температура и влажность воздуха, ветер и др.) и некоторые явления (гроза, туман и др.), но и их сочетания, определяющие дискомфортность внешней среды, главным критерием которой является оптимальное (комфортное) психофизиологическое состояние человека, обеспечивающее его нормальную жизнедеятельность.

В соответствии со строительно-климатическим районированием территории СССР [80, 84] Якутск характеризуется суровой длительной зимой с весьма низкими температурами воздуха, значительной солнечной радиацией и коротким теплым летом.

А. А. Гербурт-Гейбович [11] дает некоторые расчетные климатические параметры и определяет режим эксплуатации жилищ в Якутске в зависимости от класса погоды (табл. 112, 113).

Таблица 112

Повторяемость P (%) различных классов погоды

Класс погоды . . .	Теплая	Комфортная	Прохладная	Холодная	Суровая
$P\%$	2	20	14	40	24

Таблица 113

Повторяемость (%) классов погоды, обуславливающих различные режимы эксплуатации жилища [11, 27]

Класс погоды	Режим эксплуатации жилища	Повторяемость, %
Комфортная Прохладная Холодная Суровая	Открытый	25
	Полуоткрытый	8
	Закрытый	42
	Изолированный	25

При суровой длительной зиме микроклимат внутри помещений и, в первую очередь, в жилище должен способствовать снижению и компенсации напряжения терморегуляторных и адаптивных

механизмов организма человека. В частности, такие параметры, как температура воздуха внутри помещений и температура ограждающих поверхностей, должны быть достаточно высокими [70, 83].

По аналогии с санитарно-климатическим районированием БАМ для градостроительных целей можно отметить, что в Якутске в холодный период года необходимы градостроительно-мелиоративные мероприятия и средства корригирования климатических и микроклиматических условий, в теплый период они желательны, но нередко и необходимы.

Оценка климатических условий, влияющих на работу людей и машин в зимнее время [2], показала, что в Якутске в течение почти пяти месяцев в году при работе людей на открытом воздухе необходимо предусматривать перерывы и возможность обогрева, а при фактических и условных температурах -50°C и ниже работы на открытом воздухе прекращаются. Суммарная продолжительность периодов с такими температурами 253 ч (см. табл. 100). С ноября по март повторяемость непрерывной продолжительности температуры воздуха -15°C и ниже составляет 93,6 %, -25°C и ниже 74,1 %, -35°C и ниже 40,5 % и -45°C и ниже 5,0 %, а температуры -30°C и ниже удерживаются непрерывно в течение января, причем наиболее низкие температуры (до -55°C и ниже) продолжаются 15—17 ч и более подряд. Это свидетельствует о высокой повторяемости дискомфортных условий в холодный период года, определяемых низкими температурами наружного воздуха.

В соответствии с климатическим районированием Севера СССР [26] Якутск находится в зоне, характеризуемой экстремальными величинами всех климатических воздействий как на организм человека, так и на сооружения, а совокупное охлаждающее воздействие метеофакторов на тело человека здесь составляет более 200 % от показателя для Москвы. По теплозащитным свойствам одежды, рассчитанным по климатическим данным, Якутск входит в зону IIIA, характеризуемую теплым летом и очень суровой зимой [36]. По санитарно-климатическому районированию СССР Якутск относится к типу климата с преобладанием холодных погод [24]. По условиям жизнедеятельности человека [27] район Якутска относится к зоне повышенной трудности; повторяемость благоприятных погод для жизни населения составляет 40—50 % за год.

По схеме универсально-обзорного медико-географического районирования Сибири [66] рассматриваемый район относится к дискомфортной группе провинций, где ведущий медико-географический фактор — климат, адаптация людей особенно затруднена.

Зимняя дискомфортность климата находит отражение в данных по заболеваемости населения. Заболеваемость, связанная с климатом (гипотермии и местные холодовые травмы), составляет 106—210 % аналогичных данных центрального района Европейской части РСФСР [64].

Санитарно-гигиеническая роль солнечной радиации в жизнедеятельности человека общеизвестна. Наиболее эффективна и ценна ультрафиолетовая (УФ) часть спектра. Знание и оценка этого

фактора позволяет правильно нормировать и обеспечить архитектурно-градостроительными средствами инсоляцию отдельных помещений, жилых и общественных зданий, застроенных территорий, а также разработать мероприятия по рациональному использованию ресурсов светового климата для мелиорации микроклимата на селитебных и других территориях, для гелиотерапии и других медицинских целей [27, 53, 55, 56].

Большая повторяемость антициклонической погоды и континентальность климата способствует тому, что по числу ясных дней, продолжительности солнечного сияния и по количеству солнечной радиации район Якутска значительно превосходит другие районы страны, находящиеся на тех же широтах и даже южнее. Интенсивность солнечной радиации здесь такова, что при соответствующих температурно-ветровых условиях вполне возможны перегрев среды летом и использование радиационного фактора в мелиоративных целях в городской застройке зимой и в переходные периоды.

Большую роль в формировании микроклимата на застроенных территориях играют поступления радиации на горизонтальные и вертикальные поверхности высокой поглощательной способности. Суточная сумма суммарной радиации на горизонтальную поверхность в июле при безоблачном небе составляет 28,3 МДж/(м²×сутки), на южную и западную стены — 17—19 МДж/(м²·сутки), при средних условиях облачности — на южную и западную около 13 МДж/(м²·сутки). Наибольшее количество радиации в летние месяцы получают юго-восточные стены, затем юго-западные и южные, восточные и западные (табл. 20 приложения, см. п. 3.3).

Для района Якутска характерно такое распределение солнечного сияния и количества солнечной радиации в году, при котором почти половина их количества (46 %) приходится на переходные и зимний периоды (табл. 114), когда согласно действующим

Таблица 114

Продолжительность солнечного сияния, распределение его относительно полудня и число дней без солнца. 1930—1963 гг.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Продолжительность солнечного сияния, %											
1,7	5,5	10,8	12,5	12,8	15,0	14,7	11,7	7,9	4,0	2,7	0,7
Продолжительность солнечного сияния до и после полудня, %											
40,8	43,2	47,8	49,8	51,6	50,2	49,9	50,3	50,1	46,3	39,9	38,6
59,2	56,8	52,2	50,2	48,4	49,8	50,1	49,7	49,9	53,7	60,1	61,4
Число дней без солнца, %											
20,8	4,2	1,4	1,4	2,8	1,4	1,4	2,8	5,6	12,5	15,3	30,6

нормам [72] нормирования инсоляции в жилых и приравненных к ним помещениях и на жилых территориях не требуется. Это позволяет ставить вопрос о необходимости нормирования инсоляции здесь таким образом, чтобы календарные сроки ее обеспечения включали бы и зимние месяцы [54].

Из курортологии известно [47, 68], что одна лечебная доза равна 21 ДЖ/см² суммарной солнечной радиации, а для профилактики УФ голодания достаточно ежедневного облучения естественной УФ радиацией в количестве $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$ эритемной дозы, т. е. около 0,008 эр·ч/м². Достаточно высокий бактерицидный и общеоздоровительный эффект УФ облучения в реальных условиях инсоляции жилых и других помещений достигается за 3 ч прямого непрерывного солнечного облучения при высотах солнца 10° и более. Часовые суммы суммарной радиации в Якутске таковы, что в 12 ч позволяют получать лечебные дозы практически круглый год — в марте 7, а в июне даже 10 лечебных доз.

Согласно районированию территории СССР по режиму ультрафиолетовой радиации [27], Якутск находится в зоне УФ дефицита, в подзоне умеренного УФД.

Полуденные высоты солнца на 22 число каждого месяца, продолжительность ультрафиолетового (при высотах солнца 10° и более), биологического (при высотах 30° и более) и светового дня не препятствуют обеспечению инсоляцией помещений с февраля по октябрь, а территорий — с апреля по август (см. табл. 80 приложения). Этому благоприятствует и продолжительность солнечного сияния в периоды ультрафиолетового и биологического дня (см. табл. 81 приложения). Распределение солнечного сияния в течение дня [78, ч. 1] позволяет обеспечивать нормированной инсоляцией в любое время ультрафиолетового дня. Повторяемость непрерывной продолжительности солнечного сияния 2—4 ч и более (условия гарантируемой инсоляции) являются абсолютно преобладающими во все месяцы года; преобладание остается и за продолжительностью более 4 ч в период с февраля по ноябрь (см. табл. 15 приложения).

Санитарно-гигиеническая оценка инсоляционных ресурсов позволяет сделать вывод о том, что первоочередными минимальными по инсоляции являются требования действующих норм [72], а в будущем желательно установить нормы инсоляции с учетом возможности обеспечения солнечного облучения и в зимние месяцы. Согласно районированию НИИ строительной физики [26, 80], город находится в III светоклиматическом поясе, характеризуемом за весь светлый период средней рассеянной и суммарной освещенностью, равной соответственно 11 и 20 клк.

Важное санитарно-гигиеническое значение имеет ветровой режим и его следует рассматривать в двух аспектах: как фактор, влияющий на загрязненность атмосферного воздуха, и как фактор, воздействующий на микроклиматическое состояние внешней среды, критерием оценки которого является оптимальное психофизиологическое состояние человека.

В холодный период года нормируются сочетания температуры воздуха и скорости его движения; их критические значения рассмотрены достаточно подробно [21, 24, 27, 91]. Так, Г. И. Муравьева для Крайнего Севера в качестве недопустимых¹ рекомендует следующие сочетания: -30°C и ниже при скорости ветра 1,5 м/с и более, -25°C и ниже при 2,0 м/с и более, -15°C и ниже при 3,5 м/с и более. Кроме того, при любых температурах предельно допустимой является скорость ветра 5—6 м/с на уровне человека. В Якутске следует считать зимой дискомфортными и менее жесткие сочетания температур и скоростей ветра, так как современная одежда городского жителя по своим теплоизоляционным качествам часто не соответствует погодным условиям [63]. Комплексные физиолого-гигиенические и микроклиматические натурные исследования позволили установить неблагоприятные сочетания метеорологических элементов в холодный период года для резко континентального климата: -10°C и скорость ветра 3 м/с и более, -15°C и 2 м/с и более, -20°C и 1 м/с и более, -25°C и ниже без ветра.

В теплое время года при перегреве большую роль играет ветер как охлаждающий и аэрационный фактор. Для этих целей вполне достаточны ветры скоростью 2 м/с [92].

Ветровой режим Якутска зимой характеризуется большой повторяемостью штилей (см. табл. 5 приложения) и слабых скоростей ветра (см. п. 2.3). Зимой дискомфортность метеорологических условий, определяемая сочетаниями температуры и скоростей ветра, а тем более одними скоростями ветра относительно невелика (максимально 31 %) по сравнению с дискомфортом, определяемой низкими температурами воздуха, поэтому специальных ветрозащитных мелиоративно-градостроительных мероприятий не требуется. Однако ветровой фактор следует иметь в виду при установлении общей дискомфортности, так как при низких отрицательных температурах воздуха даже при малых скоростях ветра ветроохлаждение может быть значительным (см. табл. 82 и 83 приложения).

Ветровой режим и снегозаносимость района Якутска в санитарно-гигиеническом отношении характеризуются как неблагоприятные с точки зрения формирования атмосферных загрязнений и малосущественные в аспекте ветро- и снегозащиты (см. табл. 90).

В медицинском аспекте в температурном режиме воздуха наиболее существенны повторяемость и продолжительность той или иной температуры, суточные амплитуды, междусуточная изменчивость и другие показатели.

По В. И. Русанову [27, 68], суровость погоды определяется как мягкая при фактической или условной температуре от 0 до -5°C , умеренно суровая при $-6... -15^{\circ}\text{C}$, суровая при $-16... -29^{\circ}\text{C}$,

¹ Недопустимыми для пребывания человека на открытом воздухе считаются погодные комплексы, вызывающие значительное и чрезмерное напряжение терморегуляторного аппарата организма человека.

очень суровая при $-30 \dots -45^\circ\text{C}$, крайне суровая при -45°C и ниже.

Используя эти показатели как количественный критерий, нетрудно установить даже по осредненным данным, что годовая температура определяется как умеренно суровая, а месячная — с декабря по февраль — как очень суровая, в ноябре и марте как суровая, в октябре и апреле как умеренно суровая. Повторяемость фактических и условных температур, характеризуемых как очень суровые и крайне суровые, за зимний период здесь около 57 % (табл. 115).

Таблица 115

Повторяемость P (%) фактических и условных температур воздуха за холодный период (X—IV). 1951—1965 гг.									
Температура, $^\circ\text{C}$	0...	-5	-6...	-15	-16...	-29	-30...	-45	-45 и ниже
$P_{\text{факт}} \%$	7,7	16,2		27,0			36,2		12,9
$P_{\text{усл}} \%$	2,3	13,3		27,6			38,5		18,3

Если ориентироваться на абсолютно минимальные температуры воздуха, то можно видеть, что крайне суровая погода может иметь место в течение пяти месяцев (с ноября по март), очень суровая в октябре и апреле, суровая в мае, умеренно суровая в сентябре, мягкая в июне—августе.

Повторяемость температуры воздуха в 13 ч за три самых холодных месяца, равной -35°C и ниже (очень суровая), составляет в Якутске 82 %, а -25°C и ниже (суровая) — 93 % (табл. 82 приложения).

Температура воздуха в теплый период отдельно не регламентируется, однако, рассматривая ее в комплексе с другими метеоэлементами, можно установить некоторые граничные величины. Для нормирования комплекса метеофакторов применяют метод эффективных температур¹, широко используемый курортологами и физиотерапевтами [47, 91, 92]. Полученные расчетные величины хорошо согласуются с данными натуральных физиолого-гигиенических исследований. Так, летом при температуре 25°C и солнечной радиации $0,56 \text{ кВт/м}^2$ и более отмечался значительный перегрев, при 23°C и той же радиации — умеренный, а при 20°C и солнечной радиации $0,7 \text{ кВт/м}^2$ и более наблюдались первые признаки дискомфорта.

При определении дискомфорта перегрева исходным было положение о том, что теплоизоляция одежды соответствует погодным условиям. Однако климат изучаемой территории характери-

¹ Сочетание температуры воздуха и его относительной влажности образует эффективную температуру (ЭТ); комплекс ЭТ и скорости ветра дает эквивалентно-эффективную (ЭЭТ); в свою очередь ЭТ и ЭЭТ в сочетании с солнечной радиацией составляют соответственно радиационно-эффективную (РЭТ) и радиационно-эквивалентно-эффективную (РЭЭТ) температуры; РЭЭТ в комплексе с длинноволновым излучением сильно нагретых поверхностей образует результирующую температуру (РеЭЭТ). Оптимальная температура равна 19°C .

зается резкой континентальностью, что выражается в резких колебаниях суточных температур воздуха. Как правило, люди одеваются не из расчета на самый жаркий, но сравнительно короткий период дня, а гораздо теплее, ориентируясь на погоду прохладных утренних и вечерних часов [63]. В результате фактическое кло¹ их одежды значительно превышает требуемое. Как правило, перегрев наступает при более низких температурах, что в свою очередь удлинит неблагоприятный период дня и года. Это позволяет считать дискомфортными (перегретыми) дни уже при температуре 20 °С, относительной влажности 20 % и более, скорости ветра 1,5 м/с и более и интенсивности солнечной радиации 0,7 кВт/м².

Данные по повторяемости сочетаний температуры воздуха с различными метеоэлементами за три самых теплых месяца в 13 ч приведены в табл. 82 приложения. Дискомфортность летнего перегрева достигает 45 %, причем 20 % значительного перегрева. Ее количественное значение характеризуется превышением ЭЭТ, РЭЭТ и РеЭЭТ, оптимальной температуры на 2—13, а нередко и на 14—20 °С. В июле характерных лет число дней с дискомфортными условиями составляет 14—25 при максимальной непрерывной продолжительности от 4 до 23 дней и продолжительности перегревного периода в течение дня, равного 4—6 ч (с 14 до 20 ч). Они определяются обычно высокими температурами воздуха в сочетании с относительно интенсивной солнечной радиацией и тепловым излучением сильно нагретых поверхностей.

Средняя междусуточная изменчивость температуры воздуха в Якутске характеризуется в мае—сентябре как индифферентная,

Таблица 116

Повторяемость (%) междусуточной изменчивости температуры воздуха по месяцам. 1936—1960 гг.

Междусуточная изменчивость температуры воздуха, °С	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Индифферентная, менее 2,0	34,5	33,6	35,0	45,6	54,5	51,8	55,4	62,2	62,8	47,8	32,2	32,4
Переходная, 2,0—3,9	27,7	25,9	27,5	27,8	30,8	33,7	31,8	27,5	27,1	29,7	25,2	26,0
Чувствительная 4,0—5,9	17,1	19,1	17,8	14,9	10,4	10,3	9,3	7,5	7,7	13,7	21,1	18,6
Раздражающая, 6,0 и более	20,7	21,4	19,8	11,7	4,3	4,2	3,4	2,8	2,4	8,8	21,5	23,2

¹ Кло — единица количественной характеристики теплозащитных свойств одежды, соответствующей теплоизоляции одежды, обеспечивающей условия теплового комфорта у человека, находящегося в покое или занятого легкой работой в обычных комнатных условиях; такую теплоизоляцию имеет комплект одежды, состоящий из шерстяного костюма и белья.

а в остальные месяцы как переходная — раздражающая [39]. По повторяемости чувствительной и раздражающей междусуточной изменчивости выделяются зимние месяцы, в которые она достигает 42 % (табл. 116).

Согласно районированию территории СССР по междусуточной изменчивости температурного режима [26], Якутск входит в район с умеренно изменчивым режимом зимой (повторяемость междусуточных изменений температуры больше 6 °С составляет 10—20 % дней) и малоизменчивым в остальные сезоны.

Средние суточные амплитуды температуры воздуха характеризуются как резкие (10 °С и более) в течение восьми месяцев (с февраля по сентябрь), а в остальные месяцы как ощущаемые (до 9,9 °С) [39, 68]. Максимальные суточные амплитуды круглый год являются резкими (см. табл. 26 и табл. 26 приложения). Повторяемость наиболее неблагоприятных резких амплитуд (13,0 °С и более) превышает 50 % в марте—апреле и июне—августе, с максимумом в марте (72 %) (табл. 117). Характерно, что резкие суточные амплитуды отмечаются весной и летом, когда теплоизоляция одежды минимальная, т. е. когда человек наименее защищен от воздействия факторов внешней среды.

Таблица 117

Повторяемость (%) суточных амплитуд температуры воздуха по месяцам. 1936—1960 гг.

Суточные амплитуды, °С	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
До 9,9	76,3	32,8	13,4	26,0	31,5	15,4	19,8	24,0	42,4	58,6	62,6	73,4
10,0 и более	23,7	67,2	86,6	74,0	68,5	84,6	80,2	76,0	57,6	41,4	47,4	26,6
13,0 и более	8,6	39,0	71,7	53,2	42,6	58,1	57,3	54,2	39,7	19,9	19,9	13,7

Суточная и междусуточная изменчивость температуры воздуха при переохлаждении и перегреве создает значительную дополнительную нагрузку на терморегуляторный аппарат организма человека, что в свою очередь требует определенных компенсационных условий для теплового равновесия тела человека. Это должно найти отражение, в частности, в нормировании микроклимата как помещений (в первую очередь жилищ), так и застроенных территорий.

Суточную и междусуточную изменчивость температуры воздуха следует рассматривать как составной элемент погоды вообще, определяемой индексом изменчивости погоды [27, 68]. Рассматриваемый район является благоприятным с точки зрения контрастной изменчивости погоды [27] — контрастная изменчивость наблюдается менее 25 %; в январе ее повторяемость составляет 6 %, в июле — 25 %. Однако максимум смертности от инфаркта миокарда и мозгового инсульта в Якутске приходится на зимний и осенний сезоны — соответственно 45,8 и 47,6 %,

20,2 и 21,1 % [76]. В эти сезоны метеоусловия резко меняются. В холодный период года увеличивается число случаев смерти от сердечно-сосудистых катастроф в связи с резким понижением температуры, увеличением относительной влажности воздуха, частой повторяемостью пасмурного дня (8—10 баллов) в октябре—ноябре и перепадами атмосферного давления (до 35 гПа). В теплый период года, особенно в июле, отмечена зависимость увеличения случаев смертности от инфаркта миокарда и мозгового инсульта при возрастании скорости ветра, резком повышении температуры (до 28 °С и выше), суммарной радиации (до 1378 МДж/м²) и радиационного баланса (до 327 МДж/м²).

Влажность воздуха играет существенную роль в формировании благоприятного для человека микроклимата, особенно летом. Значительные атмосферные осадки преимущественно в теплый период могут создать дискомфортные условия. Влажность воздуха и осадки имеют значение с точки зрения их влияния на чистоту воздушного бассейна.

Согласно районированию территории СССР по повторяемости душных погод, Якутск находится в зоне с повторяемостью душных погод в июле от 10 до 30 % дней в месяц, т. е. повторяемость перегревных условий (по духоте) невелика [26]. Большую часть года наружный воздух по показателям влажности определяется как сухой и умеренно сухой, что является в общем благоприятным с точки зрения теплоощущений человека.

Определенное санитарно-гигиеническое значение имеют такие атмосферные явления как туман, гроза, град, гололедица и др., которые делают среду дискомфортной, а иногда и опасной.

11. КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

При проектировании городов, поселков, зданий, а также систем вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха, при размещении сельскохозяйственных культур, климатическом районировании территории для строительства, при размещении здравниц и решении других задач учитывается не только режим (суточный и годовой ход и их особенности) отдельных метеоэлементов, но и их различных сочетаний — комплексов. Действительно, чтобы рассчитать теплотери, необходимо учитывать не только температуру внутреннего и наружного воздуха, но также и скорость ветра, так как увеличение скорости ветра лишь на 1 м/с в интервале скоростей от 5 до 10 м/с эквивалентно понижению температуры наружного воздуха на 3,5—4,0 °С. При температуре наружного воздуха —20 °С и скорости ветра 15 м/с теплотери стен на 25 % выше, чем при температуре —40 °С и скорости ветра 5 м/с [17].

В расчетах при проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха используется такой комплексный показатель, как температура и влажность воздуха. В зависимости от повторяемости условий погоды различной степени сложности, определяемых сочетаниями видимости и высоты нижней границы облаков, планируется работа авиации.

С помощью комплексов метеорологических элементов достигается наиболее полная характеристика климата.

На номограмме (рис. 46) представлена повторяемость комплекса температура — относительная влажность воздуха за период с 1937 по 1965 г. Она дает характеристику температурно-влажностного режима Якутска, позволяет выявить закономерности распределения одного элемента в зависимости от другого.

При повышении температуры расширяется диапазон изменения относительной влажности воздуха. При температуре ниже 0 °С относительная влажность практически не бывает ниже 25 %, при температурах ниже —25 °С относительная влажность не опускается ниже 50 %, при положительных температурах относительная влажность может опускаться до 6 %. Таким образом, при низких и очень низких температурах (—25 °С и ниже) не бывает малых значений относительной влажности и не достигается состояния насыщения, при температурах ниже —34 °С она практически не достигала значений выше 90 %.

При высоких температурах относительная влажность, наоборот, не бывает высокой. При температуре выше 30 °С значения влажности не превышали 56 %. Относительная влажность 30 % и ниже встречается фактически при всех положительных температурах.

При исследовании режима засушливой погоды рассматривается комплекс температура — относительная влажность, при расчете теплотеря зданий учитывается комплекс температура воздуха — скорость ветра, о степени комфортности климата можно судить по комплексу температура воздуха — ветер — тип погоды. Самые низкие температуры в Якутске отмечаются при безветрии (см. табл. 84 приложения), за исключением октября, где при штиле температура несколько выше, чем при северном направлении ветра. Более низкие температуры при безветрии объясняются тем, что зимой в отроге азиатского антициклона отсутствует перемешивание холодного приземного слоя воздуха с вышележащими более теплыми слоями. В это время у земли формируется устойчивый слой инверсии. Летом самые низкие (обычно ночные) температуры отмечаются также при штилях. Во время максимального прогрева (13 ч) наблюдаются наибольшие скорости ветра. Средняя температура воздуха при штилях формируется, главным образом, ночными температурами. Наиболее низкие температуры воздуха отмечались с октября по март при северных ветрах, с апреля по сентябрь — при западных и северо-западных ветрах. Наиболее высокие температуры с декабря по февраль наблюдались при западных и северо-западных ветрах, с марта по октябрь — при восточных и юго-восточных ветрах (см. табл. 84 приложения). В июле температура воздуха ограничивается градациями $-4,9-0,0$ и $35,0-39,9^{\circ}\text{C}$. Наибольшую повторяемость (около 31 %) имеют температуры от $15,0$ до $19,9^{\circ}\text{C}$, которые чаще всего отмечаются при западных, северо-западных и северо-восточных ветрах. Почти с одинаковой вероятностью в Якутске возможны градации температуры $10,0-14,9^{\circ}\text{C}$ (около 21 %) и $20,0-24,9^{\circ}\text{C}$ (около 24 %). Первые обусловлены вторжениями воздушных масс с севера при северо-западных и западных ветрах и ночными понижениями температуры в результате радиационного выхолаживания при штилях, вторые — выносом воздушных масс с юга и юго-запада республики. При температуре, равной и выше $-12,0^{\circ}\text{C}$ возможны ветры всего диапазона скоростей. При температуре ниже $-12,0^{\circ}\text{C}$ скорости ветра 10 м/с и выше встречаются очень редко, а при $-34,0^{\circ}\text{C}$ и ниже они вообще не отмечались. Температуры ниже -50°C сочетаются в основном с ветром $0-3$ м/с, в редких случаях ветер может усиливаться до 7 м/с.

Значения температуры воздуха зависят также от состояния неба. При пасмурном состоянии неба очень низкие температуры менее вероятны, чем при ясном.

Повторяемость различных типов погоды, определяемых сочетаниями различных характеристик состояния неба и скорости ветра, представлена в табл. 85 приложения.

Зимой в условиях затишья преобладают ясный и пасмурный тип погоды. Большой процент повторяемости пасмурной погоды объясняется наличием туманов, которые в январе отмечаются очень часто.

12. ИЗМЕНЕНИЯ И КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА

Вопрос изменения и колебания климата всегда пользовался большим вниманием как многих исследователей, так и всех слоев населения. Знание механизма изменения и колебания климата приобретает в настоящее время большое практическое значение.

Говоря об истории климата, об его изменении в прошлом и настоящем, необходимо прежде всего уяснить, что следует понимать под изменением и колебанием климата.

Метеорологический режим определенного пункта в различные годы подвержен колебаниям. Например, средняя температура января 1900 г. в Якутске была равна -51°C , что ниже даже средней многолетней температуры воздуха Верхоянска (-49°C) и Оймякона (-50°C), а в 1963 г. она составляла всего -33°C . Очевидно, что очень холодная зима (лето) или, наоборот, сравнительно теплая зима (лето) могут быть в любом году или даже несколько лет подряд. Это, однако, не будет означать, что климат в Якутске становится холоднее или, наоборот, теплее. Под изменением климата имеется в виду тенденция изменения в одном из направлений, например, в сторону потепления или похолодания за длительный период времени; под колебанием климата имеется в виду периодическое или ритмичное изменение климата.

Если рассматривать последние десятилетия прошлого века и текущий век, то можно обнаружить, что мы являемся современниками наиболее крупного изменения климата колебательного характера в сторону потепления за время инструментальных наблюдений за явлениями погоды (200—250 лет). Это потепление охватило громадные пространства нашей планеты. Максиму потепления достигло в конце 30-х — начале 40-х годов, когда средняя годовая температура воздуха северного полушария повысилась на $0,6^{\circ}\text{C}$ по сравнению с концом XIX в.

В 40-х годах потепление сменилось некоторым похолоданием, которое продолжалось до середины 60-х годов. Процесс похолодания, не достигнув масштабов предшествующего похолодания, в конце 60-х — начале 70-х годов вновь сменился процессом потепления. В настоящее время в развитии климата отмечается тенденция к потеплению.

Современное колебание климата связывается с колебанием солнечной активности, с периодическими изменениями скорости

вращения Земли, с изменением общей циркуляции атмосферы и другими факторами.

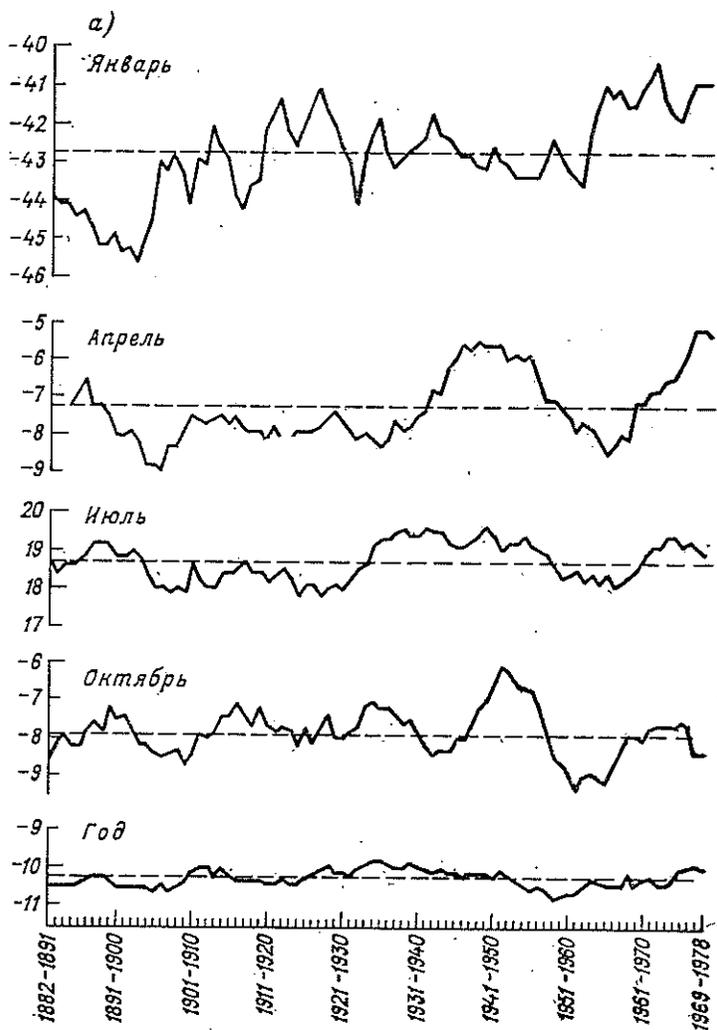
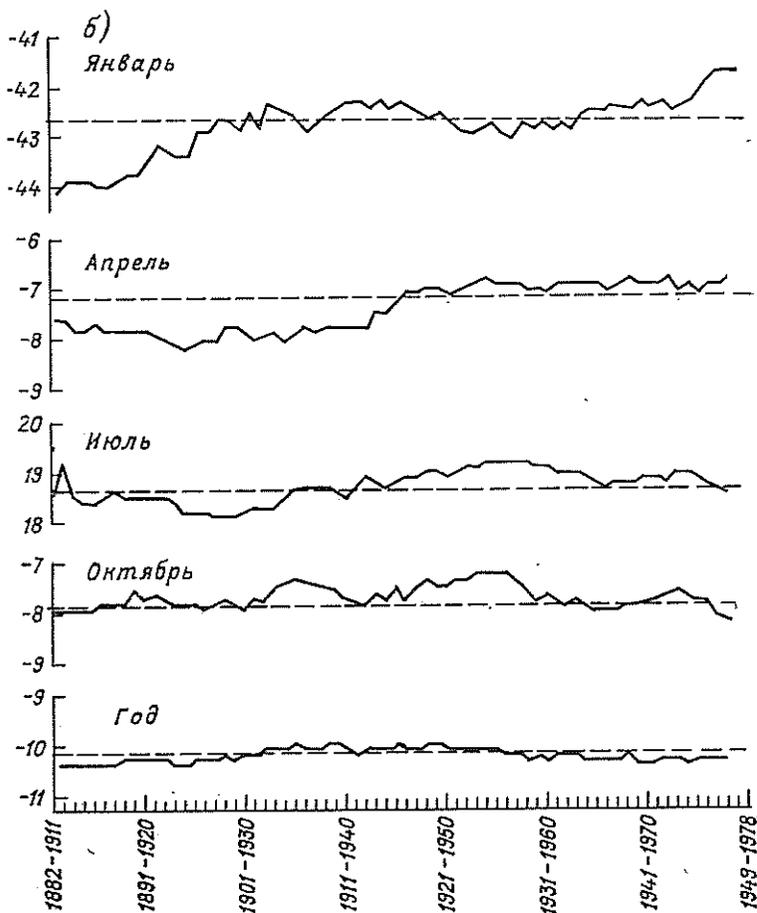


Рис. 47. Вековой ход
а — скользящие по десятилетиям,

Согласно данным исследований ряда крупных ученых как в нашей стране [10], так и за рубежом, можно полагать, что развитие климата в сторону потепления будет продолжаться и в ближайшем будущем, причем антропогенные факторы будут иметь превалирующее влияние.

Изменение климата в текущем столетии имело свои последствия. Во время наибольшего потепления (30-е годы) улучшились условия навигации в северных морях, но одновременно возросло число



температуры воздуха.

б — скользящие по тридцатилетиям.

засух в районах недостаточного увлажнения, заметно снизились урожан зерновых культур в ряде стран умеренных широт.

На рис. 47 приводятся средние температуры воздуха по скользящим тридцатилетиям и десятилетиям. Четко прослеживается потепление, начавшееся в конце прошлого века, максимум которого

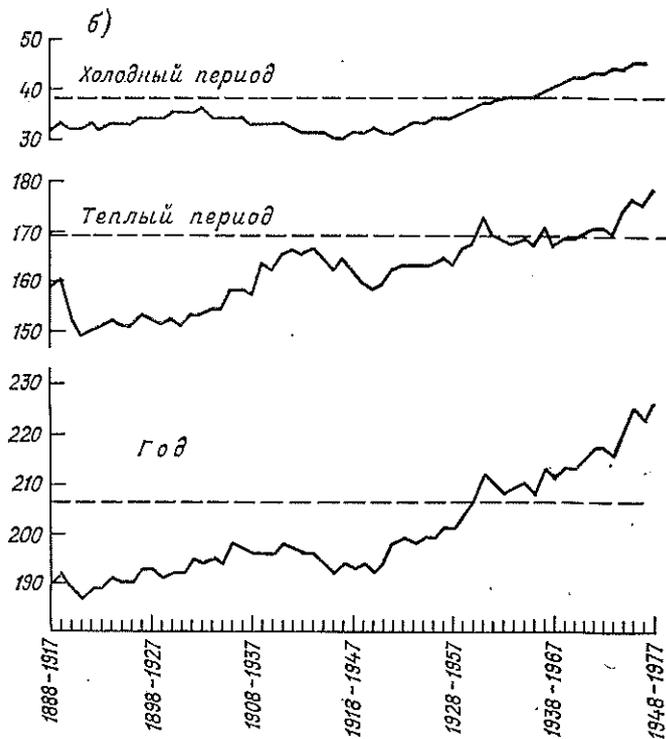
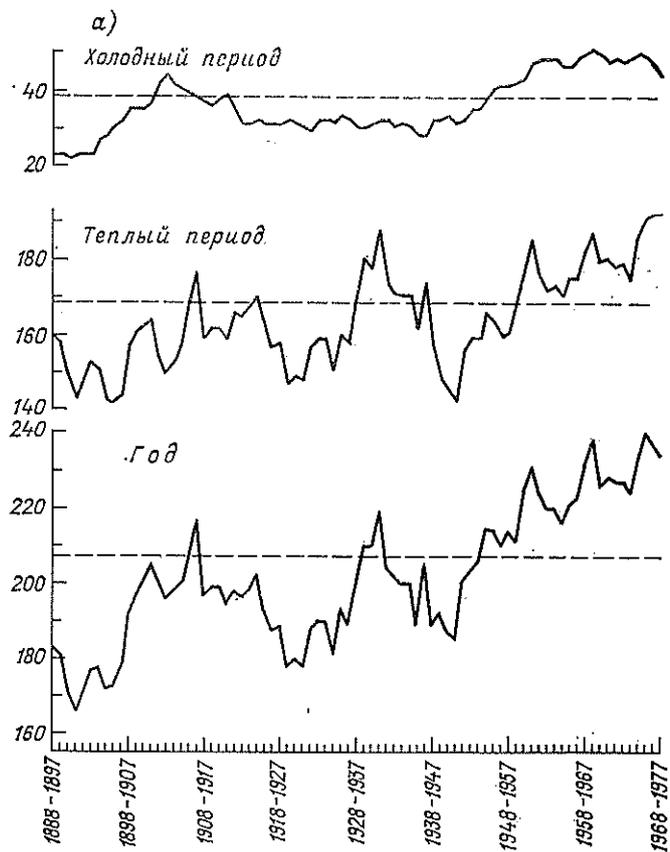


Рис. 48. Вековой ход атмосферных осадков.

а — скользящие по десятилетиям, б — скользящие по тридцатилетиям.

приходится на конец 30-х — начало 40-х годов. Потепление сменялось некоторым похолоданием, которое в конце 60-х — начале 70-х годов вновь сменялось потеплением. По скользящим средним не обнаруживается многолетней тенденции одного знака: похолодания сменяются потеплениями. Кроме того, рис. 47 дает представление о вековом ходе температуры воздуха за год и по месяцам.

Количество выпадающих атмосферных осадков за период с 1888 по 1978 г. испытывало колебания на фоне общего его увеличения. Средние скользящие по 30- и 10-летиям (рис. 48) дают наглядное представление об изменении количества осадков. Начиная с 40-х годов текущего столетия средние скользящие по 30- и 10-летиям ниже нормы не опускались. Ввиду того что количество выпадающих осадков незначительно, амплитуда векового хода годового количества осадков по средним скользящим по 30-летиям составляет 40 мм, а по 10-летиям — 74 мм. Таким образом в режиме атмосферных осадков в Якутске четко прослеживается их рост, начиная с конца прошлого века.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аболин Р. И. Геоботаническое и почвенное описание Лено-Вилюйской равнины: Тр. комиссии по изучению ЯАССР. Т. 10.—Л.: Изд-во АН СССР, 1929.—372 с.
2. Анапольская Л. Е. Климатические условия, влияющие на работу машин в зимнее время.—М.: Гидрометеиздат, 1967.—9 с.
3. Анапольская Л. Е., Пашина О. Б. Особенности годового и суточного хода температурно-влажностного режима в различных климатических условиях.—Тр. ГГО, 1970, вып. 268, с. 76—86.
4. Анапольская Л. Е. Режим скоростей ветра на территории СССР.—Л.: Гидрометеиздат, 1961.—200 с.
5. Арнольди И. А. Гигиенические вопросы акклиматизации населения на Крайнем Севере.—В кн.: Гигиенические вопросы акклиматизации населения на Крайнем Севере. М.: Медгиз, 1961, с. 7—23.
6. Бабиченко В. Н. Некоторые методические вопросы составления общих климатических описаний больших городов.—Информационное письмо ГУГМС, 1976, № 20, с. 9—16.
7. Бартенева О. Д., Полякова Е. А., Русин Н. П. Режим естественной освещенности на территории СССР.—Л.: Гидрометеиздат, 1971.—238 с.
8. Беер В. Техническая метеорология/Пер. с нем. А. Г. Бройдо. Под ред. Л. Г. Качурина.—Л.: Гидрометеиздат, 1966.—292 с.
9. Берлянд М. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы.—Л.: Гидрометеиздат, 1975.—448 с.
10. Будыко М. И. Изменение климата.—Л.: Гидрометеиздат, 1974.—280 с.
11. Гербурт-Гейбович А. А. Оценка климата для типового проектирования жилищ.—Л.: Гидрометеиздат, 1971.—194 с.
12. Гольцберг И. А. Климатические характеристики заморозков и методы борьбы с ними/Под ред. М. И. Юдина.—Л.: Гидрометеиздат, 1949.—112 с.—[Тр. ГГО. Вып. 17 (79)].
13. Дадыкин В. П. Проблемы осеверения земледелия.—Природа, 1953, № 4, с. 38—46.
14. Дунаева А. В., Занина М. Е. Методика вычислений обеспеченностей дат появления снежного покрова.—Тр. ГГО, 1951, вып. 113, с. 51—56.
15. Заварина М. В. К вопросу о природе суховеев.—Тр. ГГО, 1951, вып. 30(92), с. 4—27.
16. Заварина М. В. О точности норм температуры воздуха.—Тр. ГГО, 1967, вып. 210, с. 92—108.
17. Заварина М. В. Строительная климатология.—Л.: Гидрометеиздат, 1976.—312 с.
18. Захарова Н. М. Границы естественных синоптических сезонов в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке.—Тр. Гидрометцентра СССР, 1978, вып. 202, с. 28—35.
19. Зверев А. С. Синоптическая метеорология.—Л.: Гидрометеиздат, 1977.—712 с.
20. Зыкова Г. Г. Продолжительность периодов с низкими температурами на Азиатской части СССР.—Л.: Гидрометеиздат, 1969.—118 с.

21. Ицкова А. И. К обоснованию гигиенических нормативов ветрозащитных мероприятий.— Гигиена и санитария, 1956, № 9, с. 11—18.
22. Казурова Н. С. Синоптические процессы Якутии в различные сезоны и их краткая характеристика.— В сб.: Вопросы географии Якутии, 1961, с. 19—26.
23. Каминский А. А. Этапы организации сети метеорологических станций в Якутии.— В кн.: Географические проблемы Якутии (Материалы комиссии по изучению Якутской АССР, вып. 2). Под ред. П. В. Виттенбурга. Л., 1928, с. 31—47.
24. Кандрор И. С. и др. Физиологические принципы санитарно-климатического районирования территории СССР/И. С. Кандрор, Д. М. Демина, Е. М. Ратнер.— М.: Медицина, 1974.— 176 с.
25. Климат Владивостока/Под ред. Ц. А. Швер.— Л.: Гидрометеоздат, 1978.— 167 с.
26. Климат и город: Материалы конференции «Климат—город—человек»/Отв. ред. В. М. Жуков.— М., 1974.— 152 с.
27. Климат и человек: Вопросы географии. Сборник 89.— М.: Мысль, 1972.— 218 с.
28. Климат Минска/Под ред. М. А. Гольберга.— Минск: Вышэйшая школа, 1976.— 288 с.
29. Климат Москвы/Под ред. А. А. Дмитриева, Ю. П. Бессонова.— Л.: Гидрометеоздат, 1969.— 324 с.
30. Кобышева Н. В. Косвенные расчеты климатических характеристик.— Л.: Гидрометеоздат, 1971.— 192 с.
31. Кошеленко И. В. Туманы/Под ред. Н. М. Валеваха.— М.: Гидрометеоздат, 1977.— 156 с.— (Тр. УкрНИГМИ, Вып. 155).
32. Кратцер П. А. Климат города/Пер. с нем.— М.: Изд-во иностр. лит., 1958.— 240 с.
33. Лебедев А. Н., Кадырова А. Г. Методика расчета обеспеченности метеоэлементов при климатическом описании городов.— Информационное письмо ГУГМС, 1976, № 20, с. 172—179.
34. Лебедев А. Н., Писарева Г. Н. Климатические сезоны СССР.— Тр. ГГО, 1956, вып. 62 (124), с. 67—84.
35. Лебедев А. Н., Ходакова В. П. О взаимосвязи температуры и относительной влажности воздуха.— Метеорология и гидрология, 1969, № 12, с. 47—54.
36. Лиопо Т. Н., Циценко Г. В. Климатические условия и тепловое состояние человека.— Л.: Гидрометеоздат, 1971.— 151 с.
37. Логвинов К. Т. и др. Опасные явления погоды на Украине/К. Т. Логвинов, В. Н. Бабиченко, М. Ю. Кулаковская.— Л.: Гидрометеоздат, 1972.— 236 с.— (Тр. УкрНИГМИ. Вып. 110).
38. Мамонтов Н. В. О критериях и режиме засушливой погоды на территории СССР.— Тр. ЗСРНИГМИ, 1975, вып. 16, с. 27—49.
39. Мезерницкий П. Г. Медицинская метеорология.— Ялта, 1937.— 348 с.
40. Мельникова Т. В. Климат Магадана.— Л.: Гидрометеоздат, 1965.— 96 с.
41. Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы: Сб. докладов на международном симпозиуме в Ленинграде (июль 1968)/Под ред. М. Е. Берлянда.— Л.: Гидрометеоздат, 1971.— 375 с.
42. Методы климатологической обработки метеорологических наблюдений/Под ред. О. А. Дроздова.— Л.: Гидрометеоздат, 1957.— 492 с.
43. Миддендорф А. Ф. Путешествие на север и восток Сибири.— Б. м.: Сиб. изд-во АН, 1862.— (Климат Сибири; вып. 3, отдел 14).
44. Микроклиматология/Под ред. И. А. Гольберга, Е. Н. Романовой.— Л.: Гидрометеоздат, 1970.— 148 с.— (Тр. ГГО. Вып. 264).
45. Муравьева Г. И. Гигиенические обоснования требований к жилой застройке на Крайнем Севере в связи с климатическими условиями.— В кн.: Прикладная климатология. М., 1974, с. 48—51.
46. Накоренко Н. В., Токарь Ф. Г. Климат свободной атмосферы.— Л.: Гидрометеоздат, 1959.— 217 с.

47. Очерки по климатологии курортов/Под ред. Е. М. Байбаковой и Г. Н. Невраева.— М.: Медгиз, 1963.— 256 с.
48. Основы синоптического метода сезонных прогнозов погоды/С. Т. Пагава, Н. А. Аристов, Л. И. Блюмина и др.— Л.: Гидрометеониздат, 1966.— 364 с.
49. Павлов А. В., Оловин Б. А. Искусственное оттаивание мерзлых пород теплом солнечной радиации при разработке россыпей.— Новосибирск: Наука, 1974.— 182 с.
50. Паталеев В. А. Определение угла склона, получающего максимальное количество прямой солнечной радиации.— Тр. ДВНИГМИ, 1974, вып. 48, с. 99—103.
51. Пеньков А. П. Климатические характеристики гроз на территории СССР.— Тр. ВНИИГМИ—МЦД, 1976, вып. 34, с. 24—34.
52. Пеньков А. П., Лалетина В. Ф. О совместной обработке визуальных и инструментальных наблюдений над дальностью горизонтальной видимости.— Тр. ВНИИГМИ—МЦД, 1978, вып. 49, с. 54—59.
53. Пивкин В. М. Архитектурно-планировочная организация застройки в условиях Сибири.— М.: ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1967.— 98 с.
54. Пивкин В. М. К вопросу о нормировании инсоляции жилой застройки.— Гигиена и санитария, 1968, № 10, с. 87—90.
55. Пивкин В. М. Климатические требования к архитектурно-планировочной организации жилой застройки и отдельных зданий в условиях средней полосы Сибири.— Изв. вузов. Строительство и архитектура, 1969, № 7, с. 67—72.
56. Пивкин В. М. Ориентация жилых зданий в условиях средней полосы Сибири.— М.: ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1968.— 73 с.
57. Пивоварова З. И. Прямая солнечная радиация, поступающая на стены зданий.— Тр. ГГО, 1967, вып. 193, с. 73—118.
58. Пивоварова З. И. Радиационные характеристики климата СССР.— Л.: Гидрометеониздат, 1977.— 335 с.
59. Пивоварова З. И. Учет суммарной солнечной радиации при проектировании зданий.— Информационное письмо ГУГМС № 17. Доклады по прикладной климатологии на ВДНХ СССР.— М., 1969.— 116 с.
60. Пивоварова З. И. Характеристика радиационного режима на территории СССР применительно к запросам строительства.— Л.: Гидрометеониздат, 1973.— 128 с.— (Тр. ГГО. Вып. 321).
61. Погосян Х. П., Бачурин А. А. Метеорологический режим города и градостроительства.— Л.: Гидрометеониздат, 1977.— 66 с.
62. Пономаренко С. И. Метеорологические условия загрязнения приземного слоя атмосферы выбросами автотранспорта.— Тр. Гидрометеоцентра СССР, 1975, вып. 158, с. 75—84.
63. Природно-климатическое районирование и проблемы градостроительства: Доклады конференции «Климат—город—человек».— М.: Гидрометеониздат, 1974.— 163 с.
64. Проблемы биоклиматологии и климатофизиологии: Материалы симпозиума «Климатофизиологические проблемы Сибири и Дальнего Востока».— Новосибирск, 1970.— 333 с.
65. Простяков С. М. Типы синоптических процессов над Восточной Азией/ЦИП.— М., Л., 1947.— 195 с.— (Тр. НИУ. Сер. 2. Синоптическая метеорология; вып. 17).
66. Прохоров Б. В. Медико-географическое районирование Сибири как основа краткосрочных и долгосрочных медико-географических прогнозов.— В кн.: Доклады института географии Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1969, вып. 24.— 96 с.
67. Ресурсы поверхностных вод. Т. 17. Лено-Инди́гирский район/Под ред. А. В. Шестакова.— Л.: Гидрометеониздат, 1975.— 405 с.
68. Русанов В. И. Климатический атлас Западной Сибири для медицинских целей.— Томск, 1971.— 71 с.
69. Салазанов В. В. К вопросу об испарении с поверхности снега в условиях Якутии.— Тр. ЦИП, 1957, вып. 58, с. 121—126.
70. Санитарно-гигиенические нормативы жилища на Севере:

- Обзор.— М.: ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1976.— 51 с.
71. Санитарно-гигиенические основы градостроительства в Новосибирской области/А. А. Добринский, В. М. Пивкин и др.— Новосибирск: Наука, 1974.— 120 с.
72. Санитарные нормы и правила обеспечения инсоляцией жилых общественных зданий и территорий жилой застройки городов и других населенных пунктов № 1180-74.— М.: 1974.— 4 с.
73. Сапожникова С. А. Карта-схема числа дней с пыльными бурями в жаркой зоне СССР и на примыкающих к ней территориях.— Тр. НИИАК, 1970, вып. 65, с. 61—68.
74. Сапожникова С. А. Микроклимат и местный климат.— Л.: Гидрометеонздат, 1950.— 240 с.
75. Сергеев Н. И. Синоптические сезоны и сезонные аномалии температуры воздуха холодного полугодия в Восточной Сибири.— Сб. работ по синоптике, 1959, № 3, с. 93—138.
76. Соломатин А. П., Алексеев В. П. Сердечно-сосудистые катастрофы в ландшафтно-климатических условиях г. Якутска.— В кн.: Адаптация человека на Крайнем Севере. Красноярск, 1976, с. 25—28.
77. Сонькин Л. Р. и др. О влиянии метеорологических условий на загрязнение воздуха в различных городах/Л. Р. Сонькин, А. В. Липовка, В. А. Храпаченко и др.— Тр. ГГО, 1975, вып. 325, с. 52—60.
78. Справочник по климату СССР. Вып. 24, ч. 1—5.— Л.: Гидрометеонздат, 1965; 1967—1968.
79. Справочник по строительству на вечномёрзлых грунтах/А. Ф. Антонов, Ю. Я. Велли, В. В. Гальперин и др. Под ред. Ю. Я. Велли.— Л.: Госстройиздат, 1977.— 552 с.
80. Строительные нормы и правила. Ч. 2, разд. А, гл. 6. Строительная климатология и геофизика.— М.: Госстройиздат, 1973.— 320 с.
81. Суслов С. П. Физическая география СССР.— Л.: Учпедгиз, 1947.— 544 с.
82. Темникова Н. С. Климат Риги и Рижского взморья.— Л.: Гидрометеонздат, 1969.— 160 с.
83. Тепловой режим зданий и учет климата в строительстве: Тезисы научно-технической конференции.— Владивосток, 1975.— 244 с.
84. Указания по климатическому районированию для типологии жилища с учетом светового климата и специфики горных районов с картой районирования.— М.: ЦНИИЭП жилища, 1971.— 24 с.
85. Федоров А. А., Степаненко В. Д. К вопросу об обнаружении пыльных бурь с помощью МРЛ.— Тр. ГГО, 1978, вып. 411, с. 71—75.
86. Филиппов А. Х. Грозы Восточной Сибири.— Л.: Гидрометеонздат, 1974.— 76 с.
87. Хромов С. П. Новые карты главных фронтальных зон.— Метеорология и гидрология, 1940, № 8, с. 11—20.
88. Хромов С. П., Мамонтова Л. И. Метеорологический словарь.— Л.: Гидрометеонздат, 1974.— 568 с.
89. Шашко Д. И. Климатические условия земледелия Центральной Якутии.— М.: Изд-во АН СССР, 1961.— 261 с.
90. Швер Ц. А. Атмосферные осадки на территории СССР.— Л.: Гидрометеонздат, 1976.— 302 с.
91. Шелейховский Г. В. Естественные санитарно-гигиенические факторы планировки.— В кн.: Планировка и социалистическая реконструкция городов. Вып. 2.— М.; Л., 1934.— 48 с.
92. Шелейховский Г. В. Микроклимат южных городов.— М.: АМН СССР, 1948.— 119 с.
93. Щербакова Е. Я. Климат СССР, вып. 5. Восточная Сибирь.— Л.: Гидрометеонздат, 1961.— 300 с.
94. Яковлев А. В. Микроклиматический анализ территорий для строительства населенных пунктов на севере.— Л.: Гидрометеонздат, 1973.— 12 с.
95. Яковлев А. В. Проектирование микроклимата жилых территорий.— Тр. V семинара-совещания по обмену опытом строительства в суровых климатических условиях, 1968, т. 3, вып. 1, с. 77—102.

ПРИЛОЖЕНИЕ ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

ВВЕДЕНИЕ

Таблица 1

Средние, ранние и поздние даты ледовых явлений на р. Лене в районе Якутска и их продолжительность

Дата (продолжительность)	Осенние и зимние ледовые явления					Весенние ледовые явления				продолжительность периода с ледовыми явлениями
	появление ледяных образований	начало ледохода (шугохода)	начало ледостава	продолжительность, дни		начало разрушения льда	начало ледохода	очищение ото льда	продолжительность ледохода	
				ледохода	ледостава					

с. Табага (1937—1975 гг.)

Средняя	14 X	16 X	3 XI	18	199	14 V	21 V	30 V	9	228
Ранняя (наибольшая)	2 X 1954	7 X 1940, 1954	24 X 1956	$\frac{29}{1945}$	$\frac{210}{1955-56}$	2 V 1967	6 V 1943	17 V 1943	$\frac{17}{1950}$	$\frac{239}{1968-69}$ и др. 217
Поздняя (наименьшая)	25 X 1947	26 X 1947	11 XI 1967 и др.	$\frac{11}{1953, 1956}$	$\frac{181}{1967-68}$	26 V 1956	28 V 1954, 1956	6 VI 1946, 1950	$\frac{6}{12\%}$	$\frac{210}{1942-43, 1947-48}$

г. Якутск (1928—1937, 1940, 1942—1958, 1960—1975 гг.)

Средняя	14 X	16 X	1 XI	16	200	16 V	20 V	28 V	8	226
Ранняя (наибольшая)	1 X 1955	5 X 1955	16 X 1957	$\frac{26}{1955}$	$\frac{212}{1957-58}$	1 V 1975	7 V 1943	10 V 1943	$\frac{16}{1950}$	$\frac{248}{1955-56}$
Поздняя (наименьшая)	23 X 1951	30 X 1967	14 XI 1947	$\frac{4}{1951}$	$\frac{183}{1967-68}$	28 V 1946	28 V 1956 и др.	6 VI 1946, 1950	$\frac{3}{1943}$	$\frac{210}{1942-43}$

пос. Кангалассы (1935—1975 гг.)

Средняя	13 X	16 X	2 XI	17	201	15 V	22 V	29 V	7	228
Ранняя (наибольшая)	3 X 1955, 1964	4 X 1955	23 X 1956	$\frac{29}{1955}$	$\frac{213}{1955-56}$	1 V 1970	7 V 1943	18 V 1943	$\frac{12}{1947,1957}$	$\frac{246}{1955-56}$
Поздняя (наименьшая)	26 X 1947	27 X 1947	10 XI 1967 и др.	$\frac{9}{1972}$	$\frac{184}{1967-68}$	29 V 1946	30 V 1946, 1954	6 VI 1946	$\frac{3}{1938}$	$\frac{217}{1947-481948-49}$

Таблица 2

Уровни воды (см над нулем графика) на р. Лене в районе Якутска различной обеспеченности

Пункт наблюдений	Наивысшие уровни воды						Наинижешие уровни воды за период открытого русла (без ледовых явлений)					
	число лет наблюдений	наблюдений	различной обеспеченности, %				число лет наблюдений	наблюдений	различной обеспеченности, %			
			1	2	4	10			50	90	95	99
Табага	29	1111	1170	1145	1110	1060	31	91	190	116	100	77
Якутск	30	913	1120	1080	1030	950	20	—188	—120	—175	—188	—215
Кангалассцы	32	1237	1260	1210	1160	1085	33	44	152	70	50	24

Таблица 3

Критические значения уровней воды (см) над нулем графика водпоста, продолжительность их стояния (дни) и частота появления (число лет) на р. Лене в районе Якутска

Пункт наблюдений	Высота нуля графика поста, м абс.	Отметки уровня воды, при которой			Наивысший уровень воды за период наблюдений, см/год	Наинизший уровень воды при открытом русле за период наблюдений, см/год	
		нарушаются нормальные условия судоходства	вода выходит на пойму	начинается затопление отдельных строений и земельных угодий			
Табага	85,08	—	750	970	$\frac{1111}{1958}$	$\frac{91}{1941}$	
			34	5			
			26	7			
Якутск	85,16	—115	500	500	$\frac{913}{1958}$	$\frac{-188}{1969}$	
			62	36			36
			2	27			27
			120	800			910
Кангалассцы	80,50	120	800	910	$\frac{1237}{1964}$	$\frac{44}{1941}$	
			69	17			5
			9	26			17

ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Таблица 4

Характеристика месячных, годовых и экстремальных значений атмосферного давления p (гПа)

Месяц	\bar{p} на уровне станции	Среднее отклонение	\bar{p} на уровне моря	$p_{\text{наиб}}$	Год	$p_{\text{наим}}$	Год	$p_{\text{макс}}$	Год	$p_{\text{мин}}$	Год
I	1012,6	3,3	1027,7	1021,4	1915	1000,1	1905	1047,1	1893	970,9	1948
II	1012,8	3,4	1027,6	1024,4	1957	1002,1	1935	1046,0	1893	974,9	1918
III	1006,8	2,6	1020,7	1015,8	1897	997,1	1968	1041,0	1944	972,3	1920
IV	1000,1	1,8	1013,2	1005,3	1893	992,6	1946	1025,1	1893	967,0	1929
V	996,7	1,5	1009,1	1000,7	1902	991,8	1963	1020,3	1901	971,4	1926
VI	993,9	1,4	1005,7	997,7	1891	988,6	1946	1012,6	1896	971,0	1894
VII	993,5	1,4	1005,2	997,7	1903	989,1	1892	1017,1	1913	968,1	1892
VIII	996,1	1,5	1008,2	999,7	1958	992,1	1923	1016,0	1928	969,3	1918
IX	1000,6	1,6	1013,0	1006,1	1896	995,8	1961	1022,1	1951	972,2	1935
X	1003,7	1,7	1016,8	1010,3	1954	998,7	1944	1028,0	1931	971,3	1944
XI	1007,5	2,4	1021,6	1017,1	1947	1000,2	1904	1035,9	1947	975,7	1919
XII	1010,4	3,3	1025,3	1020,7	1917	1000,6	1914	1043,2	1916	976,2	1915
Год	1002,9	0,7	1016,0	1005,9	1947	1000,7	1924	1047,1	1893	967,0	1929

Таблица 5

Повторяемость (%) направления ветра и штилей (первая строка)
и средняя скорость ветра (м/с) по направлениям (вторая строка). 1948—1960 гг.

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	33	27	1	2	8	10	10	9	49
	2,5	2,6	2,0	1,3	1,6	2,2	2,8	2,7	
II	20	26	3	6	12	9	17	7	48
	2,3	2,8	1,8	1,6	1,3	2,2	3,0	2,8	
III	14	17	3	8	13	7	24	14	35
	2,5	2,2	2,4	2,1	2,0	2,5	4,1	3,8	
IV	14	16	6	6	9	4	23	22	22
	3,2	3,3	3,3	2,6	2,5	3,7	4,4	4,2	
V	14	19	10	10	7	5	13	22	13
	3,7	3,7	3,2	3,5	3,7	3,9	5,0	4,3	
VI	10	15	12	13	11	6	14	19	13
	2,0	3,6	3,3	3,1	3,3	3,6	4,8	4,2	
VII	11	17	11	13	10	6	14	18	16
	2,9	3,3	3,0	3,1	3,2	3,8	4,1	3,6	
VIII	12	13	9	12	9	8	17	20	21
	3,0	3,0	2,6	2,9	3,1	3,4	4,3	4,1	
IX	12	12	7	7	8	9	23	22	23
	2,8	2,7	2,5	2,9	3,0	3,2	4,0	3,8	
X	11	11	4	6	11	14	27	16	26
	3,0	2,9	2,8	2,4	2,5	3,0	4,2	4,2	
XI	21	22	2	3	7	12	21	12	39
	2,7	3,2	2,7	1,8	1,9	2,6	3,9	3,5	
XII	31	24	1	2	8	12	14	8	47
	2,4	2,7	2,1	1,8	1,5	2,1	2,4	2,2	
Год	16	18	6	8	9	8	18	17	29
	2,8	3,0	2,6	2,4	2,5	3,0	3,9	3,6	

Таблица 6

Повторяемость (%) направления ветра и штилей в различные часы суток, 1936—1960 гг.

Время, ч	С		СВ		В		ЮВ		Ю		ЮЗ		З		СЗ		Штиль	
	I	VII	I	VII	I	VII	I	VII	I	VII	I	VII	I	VII	I	VII	I	VII
1	35	16	23	13	1	5	11	5	8	6	11	7	10	20	11	28	53	35
7	35	13	25	18	0,5	8	2	9	5	10	12	6	11	17	10	19	50	17
13	27	6	31	16	1	14	3	20	11	12	8	6	11	12	8	14	40	2
19	36	11	26	21	0,3	13	1	15	10	10	9	4	10	11	8	15	53	9

Таблица 7

Повторяемость (%) направления ветра и штилей в городе и пригороде

Направление	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Якутск, ГМО (1945—1951 гг.)													
С	39,1	16,5	14,8	11,9	13,6	13,0	12,1	15,4	16,5	8,5	20,5	29,9	16,6
СВ	27,2	23,5	16,3	16,4	16,0	13,0	16,8	16,2	14,2	10,3	19,0	20,5	16,8
В	0,9	3,7	2,8	8,3	8,7	12,7	6,2	10,3	6,9	3,9	2,5	0,9	6,2
ЮВ	3,3	9,8	10,0	5,4	11,5	13,8	10,2	12,4	5,8	3,7	4,1	3,6	8,1
Ю	6,0	11,2	14,8	8,6	8,5	13,7	12,5	5,6	4,6	12,5	6,3	9,2	9,6
ЮЗ	6,0	7,4	6,1	4,9	4,7	4,8	5,8	6,2	7,5	16,0	10,8	11,8	7,5
З	10,2	23,9	25,0	24,0	16,5	14,4	17,3	15,5	22,9	30,7	26,0	16,3	20,2
СЗ	7,3	4,0	10,2	20,5	20,5	14,6	19,1	18,4	21,6	14,4	10,8	7,8	15,0
Штиль	47,9	45,4	37,8	25,1	18,9	16,5	19,9	23,7	25,6	25,3	41,8	48,4	31,3

Направление	I	II	III	IV	V	VI	II	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-------------	---	----	-----	----	---	----	----	------	----	---	----	-----	-----

Якутск, аэропорт (1945—1951 гг.)

С	61,1	46,7	35,0	26,5	17,7	16,4	15,4	23,0	25,2	14,7	42,3	49,8	29,9
СВ	8,6	6,7	7,8	10,3	14,5	11,9	13,6	11,0	9,6	5,5	4,3	8,3	9,5
В	0,5	1,4	0,9	4,9	6,2	5,4	5,1	6,1	3,3	1,5	1,1	0,7	3,3
ЮВ	2,3	3,4	5,7	7,7	11,4	14,8	7,2	9,9	6,8	4,1	4,1	1,4	6,9
Ю	8,1	13,0	15,8	9,1	12,1	18,6	12,9	10,2	5,8	14,5	7,9	6,5	11,4
ЮЗ	9,5	11,1	8,5	7,4	5,2	6,6	7,1	5,9	9,7	18,0	13,0	14,8	9,5
З	3,8	10,6	10,6	12,6	8,6	8,6	8,3	7,7	8,3	18,2	13,9	8,4	10,0
СЗ	6,1	7,1	15,7	21,5	24,3	17,7	30,4	26,2	31,3	23,5	13,4	10,1	19,5
Штиль	30,1	24,7	22,4	15,2	9,7	9,8	13,5	17,4	18,8	20,1	27,4	33,0	20,2

Якутск, ГМО (1957—1965 гг.)

С	37,9	29,7	20,8	19,4	17,1	10,6	9,9	14,7	11,3	15,3	27,7	34,6	19,8
СВ	18,2	20,2	15,2	16,0	19,6	11,8	12,6	13,4	8,9	9,9	15,7	17,7	14,7
В	1,2	2,6	1,7	6,0	6,9	9,9	10,8	7,9	5,7	2,2	1,4	1,2	5,1
ЮВ	1,4	4,7	7,7	6,6	8,5	13,3	15,3	11,6	6,0	5,9	2,4	1,5	7,5
Ю	8,2	11,0	10,6	7,9	5,9	9,4	9,8	8,7	11,3	11,5	7,4	8,9	9,2
ЮЗ	14,2	8,0	8,2	5,1	5,2	7,3	7,7	6,7	11,7	13,8	12,3	16,9	9,5
З	7,2	14,6	21,0	19,8	14,6	17,1	15,9	18,4	24,6	24,1	23,3	12,8	18,0
СЗ	11,7	9,2	14,8	19,2	22,2	20,6	18,0	18,6	20,5	17,3	9,8	6,4	16,2
Штиль	42,3	40,8	27,8	16,0	10,0	10,2	13,6	16,8	21,7	25,4	26,6	39,7	24,5

Мараи (1957—1965 гг.)

С	3,2	0,8	3,4	5,5	11,2	6,2	8,7	6,8	5,1	3,3	3,4	2,1	5,4
СВ	18,9	11,2	14,1	17,1	15,5	9,9	11,4	14,3	7,1	9,2	17,1	16,6	13,3
В	5,0	10,2	4,7	8,4	7,0	8,8	9,5	8,8	4,5	5,6	4,5	8,0	7,1
ЮВ	0,0	2,3	7,5	7,1	10,2	15,7	13,2	11,1	9,2	8,7	1,7	0,8	8,0
Ю	1,4	2,6	4,9	4,3	4,7	7,7	7,7	5,0	7,6	5,9	3,4	1,8	5,0
ЮЗ	19,7	20,5	15,0	6,2	6,7	9,5	8,4	10,9	16,5	16,5	17,6	19,7	13,2
З	35,7	37,0	30,5	24,4	14,4	18,3	19,0	19,0	26,3	32,7	36,6	40,1	26,7
СЗ	16,1	15,4	19,7	26,9	30,3	23,9	22,0	24,1	23,7	18,1	15,7	10,9	21,3
Штиль	49,8	41,7	23,4	13,3	7,5	8,3	11,0	13,8	13,8	18,5	26,2	44,9	23,0

Таблица 8

Средняя и максимальная скорость ветра (м/с)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1948—1964 гг.													
Средняя	1,4	1,3	2,0	2,8	3,4	3,3	2,9	2,7	2,6	2,5	2,0	1,3	2,4
Отклонение среднее (\pm)	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2
наибольшее положительное	0,6	0,7	0,7	1,0	1,3	0,8	0,7	0,9	0,8	1,1	0,8	0,7	0,3
наибольшее отрицательное	-0,7	-0,5	-0,8	-0,5	-0,6	-0,7	-0,5	-0,7	-0,7	-1,4	-0,7	-0,6	-0,4
1895—1965 гг.													
Максимальная ¹ Год	17 1949	17 1911	17 1948 и др.	20 1953 и др.	20 1957 и др.	20 1952 и др.	20 1909	20 1912, 1940	20 1914 и др.	20 1956 и др.	20 1927 и др.	17 1914	20 1957 и др.
Расчетная наибольшая скорость 5 %-ной обеспе- ченности	11	13	18	21	23	22	17	19	19	22	18	12	23
1966—1979 гг. ²													
Средняя	0,8	0,8	1,3	2,3	2,6	2,4	2,3	2,1	2,2	1,8	1,2	0,9	1,7
Максимальная Год	5 1979 и др.	9 1968	8 1975 и др.	15 1966	13 1966	10 1966	13 1966	20 1978	18 1966	9 1971	7 1966	5 1975 и др.	18 1966
Максимальная скорость при порывах Год	15 1979	17 1968	17 1977	22 1977	19 1976	16 1976	18 1978	20 1966, 1978	24 1966	18 1966, 1977	14 1977	9 1976	24 1966

¹ Некоторые расхождения с данными табл. 9 приложения обусловлены различной длительностью периодов.² Данные за период 1966—1979 гг. следует считать ориентировочными из-за короткого ряда наблюдений.

Таблица 9

Максимальная скорость ветра (м/с) по направлениям. 1936—1965 гг.

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
I	17	9	3	3	5	6	9	9
II	9	9	7	6	6	7	14	9
III	12	7	7	10	7	12	17	12
IV	17	17	14	8	10	17	14	20
V	14	17	10	12	14	17	19	20
VI	17	12	17	10	12	15	17	20
VII	9	9	9	14	10	12	17	14
VIII	10	9	10	18	12	14	17	20
IX	12	9	10	9	9	9	18	17
X	17	12	10	7	9	10	20	20
XI	9	12	9	5	5	9	14	10
XII	9	7	6	6	5	7	9	7
Год	17	17	17	18	14	17	20	20

Таблица 10

Повторяемость сильных ветров (15 м/с и более) по направлениям. 1936—1965 гг.

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Сумма
I	1 1,8	0	0	0	0	0	0	0	1 1,8
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0	3 5,4	0	3 5,4
IV	1 1,8	1 1,8	0	0	0	1 1,7	0	3 5,4	6 10,7
V	0	2 3,5	0	0	0	2 3,6	6 10,7	2 3,6	12 21,4
VI	1 1,8	0	1 1,7	0	0	1 1,8	3 5,4	1 1,8	7 12,5
VII	0	0	0	0	0	0	1 1,8	0	1 1,8
VIII	0	0	0	1 1,8	0	0	5 8,9	2 3,6	8 14,3
IX	0	0	0	0	0	0	2 3,6	4 7,1	6 10,7
X	1 1,8	0	0	0	0	0	6 10,7	5 8,9	12 21,4
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Год	4 7,2	3 5,3	1 1,7	1 1,8	0	4 7,1	26 46,5	17 30,4	56 100

Примечание. Первая строка — число случаев, вторая строка — проценты.

Таблица 11

Средняя (числитель) и наибольшая (знаменатель) непрерывная продолжительность (ч) скорости ветра. 1961—1975 гг.

Сезон	Скорость ветра, м/с						
	0—1	≤2	≤3	≤4	≥5	≥8	≥12
Зима	11,2	32,7	103,1	194,9	2,1	1,5	0,0
	717	952	2457	2773	13	4	0
Весна	3,4	6,8	10,8	17,1	3,3	1,9	0,1
	40	91	186	204	16	11	1
Лето	3,4	6,7	12,0	24,7	2,6	1,8	0,0
	65	90	162	354	17	11	0
Осень	4,1	8,1	16,9	30,5	2,5	1,8	0,1
	80	131	272	394	19	6	1

Примечания: 1. Данные для скоростей ветра 8 м/с и более в табл. 8 и 11 имеют расхождения из-за неодинаковой методики наблюдения различными приборами.

2. Продолжительность скоростей ветра 8 м/с и более занижена.

Таблица 12

Повторяемость (%) направления ветра на разных высотах. 1951—1960 гг.

Высота, м	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Январь									
Флюгер	34	12	3	4	8	9	18	12	38
200	14	19	12	4	6	8	19	18	3
300	10	8	11	12	6	6	21	26	1
500	15	4	4	10	7	5	16	39	2
1000	21	8	7	7	6	5	15	31	1
Апрель									
Флюгер	20	14	6	7	6	3	23	21	19
200	12	18	11	9	8	5	15	22	1
300	15	10	9	9	9	5	15	28	2
500	17	9	10	13	9	4	12	26	1
1000	17	7	7	11	11	5	13	29	1
Июль									
Флюгер	11	15	11	14	6	5	20	18	12
200	10	13	11	17	13	5	11	20	0,5
300	11	11	14	16	17	4	10	17	1
500	12	10	9	17	14	6	12	20	0,5
1000	14	5	10	17	14	6	13	21	1

Высота, м	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
-----------	---	----	---	----	---	----	---	----	-------

Октябрь

Флюгер	15	11	3	8	10	7	32	14	23
200	7	11	7	10	12	7	25	21	1
300	5	5	7	12	10	8	26	27	2
500	7	3	5	11	11	10	23	30	0,3
1000	8	2	3	7	11	9	27	33	1

Таблица 13

Средние скорости ветра (м/с) на высотах в различные часы суток, 1966—1973 гг.

Срок наблюдений, ч	Высота, м							
	20	35	50	Земля	100	200	300	400
	Якутск, телемачта			Якутск, ГМО				
0	$\frac{1,6}{2,3}$	$\frac{2,2}{2,9}$	$\frac{2,7}{3,2}$					
3	$\frac{1,4}{2,7}$	$\frac{1,8}{2,9}$	$\frac{2,1}{3,2}$	$\frac{1,1}{1,7}$	$\frac{4,2}{5,4}$	$\frac{4,9}{6,5}$	$\frac{5,6}{7,0}$	$\frac{6,0}{7,3}$
6	$\frac{1,9}{3,5}$	$\frac{2,4}{4,0}$	$\frac{2,7}{4,3}$					
9	$\frac{1,8}{3,4}$	$\frac{2,1}{3,8}$	$\frac{2,4}{4,1}$	$\frac{1,2}{2,2}$	$\frac{4,2}{4,7}$	$\frac{4,9}{5,0}$	$\frac{5,6}{5,6}$	$\frac{6,2}{6,1}$
12	$\frac{1,7}{3,3}$	$\frac{2,4}{3,9}$	$\frac{2,8}{4,2}$					
15	$\frac{1,5}{2,4}$	$\frac{1,9}{3,0}$	$\frac{2,4}{3,5}$	$\frac{1,5}{3,2}$	$\frac{4,1}{5,6}$	$\frac{4,3}{5,5}$	$\frac{4,9}{5,6}$	$\frac{5,4}{5,7}$
18	$\frac{1,6}{2,4}$	$\frac{2,4}{3,2}$	$\frac{2,8}{3,7}$					
21	$\frac{1,4}{2,2}$	$\frac{1,8}{2,7}$	$\frac{2,2}{3,1}$	$\frac{1,2}{2,0}$	$\frac{4,3}{5,4}$	$\frac{5,2}{6,0}$	$\frac{6,0}{6,5}$	$\frac{6,4}{6,7}$

Примечания: 1. В числителе данные за холодный период (октябрь—апрель), в знаменателе — за теплый период (май—сентябрь).

2. Аэрологические данные приведены за сроки 02.2, 08.2, 14.2 и 20.2 ч.

РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ

Таблица 14

Продолжительность солнечного сияния τ (ч), отношение (%) наблюдавшейся продолжительности к возможной и число дней без солнца. 1930—1964 гг.

Месяц	$\tau_{\text{набл}}$	Год	$\bar{\tau}$		$\pm \sigma$	$\tau_{\text{возм}}$	Год	$\frac{\tau_{\text{набл}}}{\tau_{\text{возм}}}$	Число дней без солнца
			1930—1964 гг.	1964—1977 гг.					
I	66	1931	40	18	13	7	1960	24	15
II	173	1951	126	101	21	83	1944	56	3
III	308	1941	246	241	28	190	1943	72	1
IV	348	1936	287	267	35	203	1938	68	1
V	384	1931	293	313	38	218	1946	56	1
VI	452	1959	345	331	46	219	1946	61	1
VII	431	1932	340	331	45	237	1951	62	1
VIII	350	1944	268	265	46	141	1934	56	2
IX	257	1951	182	169	33	102	1960	49	4
X	133	1931	94	108	20	57	1936	32	9
XI	98	1962	61	58	15	31	1948	31	11
XII	31	1933	16	7	6	2	1953	12	23
Год	2554	1949	2298	2209	112	2086	1946	54	72

Таблица 15

Повторяемость (в % от общего числа случаев) непрерывной продолжительности солнечного сияния по градациям. 1939—1940, 1942—1961 гг.

Продолжительность, ч		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
от	до													
	<2	2	1	1	0,5	2	0,3	2	0,7	2	0,8	2	16	3
2	4	53	26	14	17	25	27	24	23	23	35	46	80	33
4	6	44	34	14	9	17	19	16	13	14	26	46	4	21
6	8	0,8	33	17	10	12	13	9	12	14	21	6		12
8	10		6	31	13	10	9	8	12	16	15			10
10	12			22	16	9	6	9	10	21	2			8
12	14			1	30	8	6	10	16	10				7
14	16				5	12	6	11	12					4
16	18					5	11	11	0,9					2
18	20						3	0,3						0,3

Таблица 16

Месячные и годовые суммы радиации (МДж/м²) и среднее альbedo (%). 1953—1963 гг.

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
S	58,7	234,6	561,5	632,7	582,4	699,7	657,8	527,9	372,9	180,2	100,6	29,3	4638,3
S'	8,4	50,3	184,4	284,9	301,7	385,5	343,6	259,8	146,6	46,1	16,8		2028,0
D	29,3	67,0	138,3	213,7	264,0	247,2	259,8	184,4	129,9	92,2	37,7	21,0	1684,4
$Q \checkmark$	37,7	117,3	322,7	498,6	565,7	632,7	603,4	444,2	276,5	138,3	54,5	21,0	3712,4
$R_{\text{к}}$	29,3	96,4	259,8	280,7	92,2	113,1	108,9	83,8	54,5	71,2	46,1	16,8	1252,8
$B_{\text{к}}$	8,4	21,0	62,8	217,9	473,5	519,6	494,4	360,3	222,1	67,0	8,4	4,2	2459,5
$B \checkmark$	-25,1	-21,0	-12,6	117,3	293,3	326,8	310,1	205,3	92,2		-33,5	-25,1	1227,7
B_{+}		4,2	16,8	146,6	310,1	339,4	326,8	226,3	121,5	33,5			1525,2
B_{-}	25,1	25,1	29,3	29,3	16,8	12,6	16,8	21,0	29,3	33,5	33,5	25,1	297,5
A	80	83	80	56	16	18	18	19	20	51	82	79	34
$E_{\text{эф}}$	33,5	41,9	75,4	100,6	180,2	192,7	184,4	155,0	129,9	67,0	41,9	25,1	1231,9

Таблица 17

Экстремальные суммы (МДж/м²) прямой, суммарной радиации и радиационного баланса (S — 1931—1976, Q — 1936—1976, B — 1953—1976 гг.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$S'_{\text{макс}}$	12,6	75,4	230,4	360,3	414,8	553,1	502,8	381,3	217,9	79,6	25,1	4,2	2421,8
Год	1936, 1953	1936	1937, 1941	1937, 1960	1974	1959	1932, 1963	1933	1932	1931	1940	1972 и др.	1932
$S'_{\text{мин}}$		21,0	113,1	188,6	230,4	251,4	205,3	142,5	83,8	25,1	4,2		1759,8
Год	1975 и др.	1966, 1976	1975	1972 и др.	1956, 1957	1946	1959	1934	1960	1950	1965	1976 и др.	1951

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
✓ $Q_{\text{макс}}$ Год	54,5 1937	134,1 1937	381,3 1958	578,2 1960	724,9 1969	771,0 1959	737,4 1963	548,9 1968	331,0 1958	171,8 1958	71,2 1936	33,5 1936	4139,7 1969
✓ $Q_{\text{мин}}$ Год	12,6 1975	88,0 1976	259,8 1948	402,2 1950	502,8 1943	502,8 1951	431,6 1951	301,7 1951	213,7 1952	104,8 1943	37,7 1948	8,4 1970, 1973	3201,2 1951
✓ $B_{\text{макс}}$ Год	-12,6 1973	-4,2 1953, 1954	16,8 1953, 1954	171,8 1953	381,3 1969	389,7 1953	372,9 1953	305,9 1953	121,5 1959	16,8 1959	-12,6 1953, 1970	-12,6 1954	1684,4 1953
✓ $B_{\text{мин}}$ Год	-41,9 1976	-41,9 1974 и др.	-37,7 1962	29,3 1971	276,5 1967	305,9 1958, 1965	259,8 1959	167,6 1963	71,2 1962	-41,9 1973	-58,7 1960, 1962	-50,3 1974	1076,8 1962

Таблица 18

Интенсивность радиации (кВт/м²) при действительных условиях облачности. 1953—1963 гг.

Время, ч мин	Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
6 30	S S' Q			0,230 0,007 0,021	0,307 0,070 0,161	0,349 0,133 0,251	0,419 0,174 0,286	0,328 0,126 0,230	0,265 0,070 0,161	0,119 0,014 0,056			
12 30	S S' Q	0,126 0,021	0,349 0,091	0,593 0,258 0,440	0,579 0,356 0,593	0,426 0,300 0,558	0,530 0,419 0,635	0,461 0,349 0,565	0,461 0,307 0,503	0,342 0,182 0,349	0,251 0,084 0,216	0,216 0,035 0,112	0,056 0,007 0,049
18 30	S S' Q				0,133 0,014 0,049	0,216 0,049 0,119	0,300 0,084 0,174	0,244 0,063 0,140	0,174 0,021 0,070	0,021 0,007			

Таблица 19

Продолжительность солнечного сияния (сумма за месяц в часах) для стен разной ориентации на 15-е число месяца. 1930—1963 гг.

Ориентация стен	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ю	185	248	361	340	332	304	322	341	353	313	213	155
С				103	217	294	268	160	39			
В, З	92	124	180	222	274	299	295	251	196	157	106	78

Таблица 20

Средние суточные суммы прямой и суммарной солнечной радиации (МДж/м²) на вертикальные поверхности разной ориентации. 1953—1963 гг.

Ориентация поверхности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
------------------------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----

Прямая радиация

Ю		7,2	11,9	10,4	6,5	6,9	6,5	7,4	7,6	4,5	3,7	
ЮВ		5,0	9,5	9,7	6,9	8,0	6,9	7,0	6,1	3,5	2,7	
ЮЗ		5,8	10,1	9,2	6,3	7,2	6,8	7,2	3,5	3,2	2,6	
В		1,3	4,2	6,3	5,8	7,4	6,3	5,0	3,2	1,2	0,4	
З		1,7	4,2	5,6	5,2	6,9	6,0	4,9	0,9	1,2	0,5	
СВ		0,1	0,9	2,4	3,3	4,5	3,7	2,4	0,9	0,1		
СЗ		0,1	1,0	2,2	2,8	4,2	3,6	2,3				
С				0,3	1,1	2,3	1,6	0,6				

Суммарная радиация

Ю			13,3	14,0	11,0	11,0	10,9	10,5	9,0			
ЮВ			10,5	13,0	11,5	12,0	11,5	10,0	8,0			
В	0,8	2,6	6,4	10,1	9,9	11,4	10,7	8,0	5,5	2,6	1,2	0,4
СВ			3,3	6,2	7,7	8,6	8,0	5,4	3,4	1,6		
С			2,7	4,3	5,7	6,5	6,0	4,0	2,6	1,4		

Таблица 21

Суточные суммы прямой радиации (МДж/м²) на наклонную поверхность ($\alpha=20^\circ$) разной ориентации. 1953—1963 гг.

Ориентация поверхности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ю		0,9	4,2	9,7	12,7	11,2	14,0	12,0	10,3	7,5	3,4	1,4
С				1,2	5,5	7,0	10,4	8,5	5,5	2,0		
В			1,7	5,7	9,4	9,2	12,3	10,5	8,2	5,0	0,1	
З			1,8	5,9	9,2	9,2	12,3	10,5	8,2	5,0	1,7	
Горизонтальная поверхность	0,3	1,8	6,0	9,5	9,7	12,8	11,1	8,4	4,9	1,5	0,6	

Таблица 22

Средние месячные суммы (клк·10⁴) суммарной (E_Q) и рассеянной (E_D) освещенности. 1953—1963 гг.

Освещенность	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
E_Q	4	16	50	84	99	118	112	80	45	22	8	
E_D	4	12	28	42	48	48	46	39	26	16	7	

Таблица 23

Рассеянная (E_D) и суммарная (E_Q) освещенность (клк) при ясном состоянии неба, сплошной облачности и действительных (норма) условиях облачности. 1953—1963 гг.

Время, ч мин	Состояние неба	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII	
		E_D	E_Q																						
6 30	Ясно Норма Пасмурно							8	18	9	31	8	37	8	32	7	20	5	12						
12 30	Ясно Норма Пасмурно	8	14	11	25	15	47	16	67	14	79	12	80	12	73	12	66	9	42	8	30	14	7		
18 30	Ясно Норма Пасмурно		8	13		21	42	27	59	26	57	23	65	23	58	21	49	18	34	14	21				
						27		25		23		25		24		20		17		14		9			
								5	9	7	14	8	22	7	19	5	11								
								4		6		8		6		4									

ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

Таблица 24

Средняя и экстремальная температура воздуха (°С). 1882—1978 гг. ✓

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Наиболее высокая Год	-32,7 1963	-27,2 1921	-14,6 1930	0,1 1968	9,7 1936	18,4 1959	22,2 1970	18,3 1969	9,3 1890	-2,5 1947	-20,0 1924	-31,4 1924	-8,4 1975
Средняя σ	-42,7 3,8	-36,1 3,5	-22,1 2,8	-7,2 2,2	5,9 1,7	15,4 1,6	18,7 1,6	14,8 1,5	6,2 1,4	-7,9 2,1	-28,3 3,3	-39,7 3,5	-10,2 0,9
Наиболее низкая Год	-51,4 1900	-44,6 1931	-27,5 1933	-13,2 1895	1,9 1884	11,5 1926	15,8 1892	9,9 1915	2,6 1911	-12,1 1940	-37,5 1952	-46,8 1921	-12,1 1952
Декада													
1	-42,8	-39,8	-27,0	-12,3	1,9	12,8	18,9	16,9	9,4	-1,5	-21,2	-37,7	
2	-43,2	-36,0	-22,4	-7,4	5,7	15,7	19,0	15,1	6,2	-7,7	-28,8	-39,8	
3	-42,4	-31,5	-17,6	-2,5	9,2	17,8	18,3	12,8	3,0	-14,1	-34,6	-41,5	

Средняя месячная и декадная температура (1882—1977 гг.)

	Средний минимум (1891—1927, 1929—1978 гг.)												
Наиболее высокий Год	-37,0 1943	-32,0 1921	-21,7 1930	-6,6 1968	2,1 1975	11,3 1906	14,9 1894	11,1 1919	3,4 1959	-6,2 1919	-24,4 1921, 1924	-35,4 1906	-14,2 1975
Средний σ	-46,6 3,5	-41,7 3,6	-30,0 3,3	-14,6 2,7	-0,5 1,3	8,1 1,3	11,7 1,3	8,6 1,3	0,7 1,3	-12,3 2,3	-32,9 3,4	-43,7 3,2	-16,1 1,0
Наиболее низкий Год	-54,7 1931	-50,6 1931	-37,1 1933	-21,0 1931	-3,4 1963	4,8 1972	9,0 1978	4,9 1915	-1,7 1967	-17,1 1940	-41,6 1952	-50,4 1921	-17,9 1958 и др.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
--	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

Средний максимум (1895, 1900, 1912, 1915—1918, 1920—1921, 1926—1977 гг.)

Наиболее высокий Год	-28,7 1963	-22,2 1934	-7,8 1943	5,9 1968	16,4 1936	25,2 1959	29,2 1941	25,4 1948	16,1 1949	1,2 1947	-15,6 1927	-29,2 1951	-2,4 1948
Средний	-37,6	-30,5	-14,4	-0,3	12,0	21,7	25,2	21,5	12,1	-3,5	-24,2	-35,5	-4,5
σ	4,1	3,4	2,4	2,0	2,1	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2	3,6	3,7	1,1
Наиболее низкий Год	-45,5 1952	-38,7 1969	-19,3 1955	-4,1 1931	7,6 1895	16,2 1926	20,7 1918	18,3 1927	7,8 1969	-8,0 1970	-33,5 1952	-43,0 1941	-6,4 1969

Абсолютный минимум (1891—1927, 1929—1978 гг.)

Наиболее высокий Год	-47,5 1973	-42,2 1921	-36,0 1910	-17,6 1968	-3,8 1971	6,2 1908	9,0 1931	6,6 1959	-2,1 1924	-16,3 1947	-37,2 1924	-43,9 1975	-47,8 1975
Средний из абсолютных	-56	-53	-44	-30	-10	1	4	1	-7	-28	-46	-54	-57
σ	3,5	4,3	3,4	4,7	3,4	2,3	2,0	2,7	2,3	4,8	3,6	2,9	3,0
Наиболее низкий Год	-63,0 1898	-64,0 1891	-54,9 1954	-41,0 1966	-21,0 ¹ —	-5,3 1955	-1,5 1978	-7,8 1940	-14,6 1928	-40,9 1940	-54,6 1932	-59,8 1911	-64,0 1891

Абсолютный максимум (1895, 1900, 1912, 1915—1918, 1920—1921, 1926—1977 гг.)

Наиболее высокий Год	-5,8 1979	-6,6 1932	6,9 1968	21,1 1943	33,2 ¹ —	35,0 1947, 1966	38,3 1942	35,4 1954	27,0 1934	18,6 1943	3,1 1978	-1,9 ¹ —	38,3 1942
Средний из абсолютных	-24,8	-18,0	-1,9	9,6	22,3	30,0	32,9	30,1	21,5	8,4	-8,6	-21,1	33,5
σ	5,8	5,1	3,9	3,2	3,2	2,4	2,1	2,7	2,6	3,6	5,2	7,6	1,9
Наиболее низкий Год	-34,5 1958	-31,6 1969	-11,0 1921	3,8 1921	16,3 1963, 1967	24,4 1915	28,2 1918	24,9 1966	15,0 1888	0,4 1940	-21,5 1940	-36,9 1941	28,2 1918

¹ Приведенное значение.

Таблица 25

Суточный ход температуры воздуха (°C). 1951—1960 гг.

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	-43,7	-37,7	-25,9	-11,6	1,5	10,0	13,9	11,6	3,3	-9,3	-28,6	-40,1
2	-43,8	-37,9	-26,3	-12,1	1,0	9,4	13,4	10,0	3,0	-9,5	-28,7	-40,1
3	-43,8	-38,0	-26,6	-12,8	0,7	9,1	12,9	9,7	2,8	-9,7	-28,8	-40,1
4	-43,9	-38,2	-26,9	-13,1	0,7	9,7	13,1	9,4	2,5	-9,8	-28,8	-40,1
5	-43,9	-38,3	-27,3	-13,3	1,5	11,1	14,3	9,6	2,3	-9,9	-28,8	-40,1
6	-43,9	-38,5	-27,5	-12,6	2,9	12,7	15,7	10,9	2,4	-10,0	-28,9	-40,1
7	-43,9	-38,6	-27,3	-10,9	4,2	14,0	17,1	12,6	2,6	-10,0	-29,0	-40,1
8	-43,8	-38,6	-25,6	-9,2	5,4	15,2	18,3	14,0	5,0	-9,3	-29,1	-40,1
9	-43,7	-37,9	-23,5	-7,7	6,6	16,4	19,5	15,5	6,4	-8,1	-28,7	-40,0
10	-43,4	-36,2	-21,5	-6,1	7,7	17,6	20,7	16,8	7,7	-6,9	-27,8	-39,7
11	-42,5	-34,5	-19,8	-4,7	8,4	18,5	21,6	17,8	8,9	-6,0	-26,8	-39,2
12	-41,7	-33,3	-18,1	-3,5	9,0	19,1	22,4	18,7	9,9	-5,3	-26,1	-38,5
13	-41,2	-32,2	-16,7	-2,6	9,5	19,6	23,0	19,4	10,6	-4,7	-25,7	-38,1
14	-41,3	-31,8	-16,0	-2,3	9,6	19,7	23,3	19,6	10,7	-4,6	-25,8	-38,4
15	-41,6	-31,7	-15,6	-2,1	9,7	19,8	23,3	19,7	10,8	-4,7	-26,3	-38,8
16	-42,2	-32,1	-15,6	-2,1	9,6	19,8	23,3	19,7	10,6	-5,2	-27,2	-39,3
17	-42,7	-33,3	-16,2	-2,3	9,4	19,6	23,1	19,3	10,2	-6,1	-27,9	-39,6
18	-43,0	-34,6	-17,8	-2,9	9,1	19,3	22,7	18,6	9,0	-7,2	-28,3	-39,8
19	-43,2	-35,5	-19,9	-4,1	8,5	18,8	22,1	17,6	7,3	-8,1	-28,5	-39,9
20	-43,4	-36,0	-21,9	-6,2	7,3	17,8	20,9	15,9	5,9	-8,6	-28,7	-40,0
21	-43,6	-36,5	-22,9	-7,9	5,7	16,1	19,1	14,0	4,7	-9,0	-28,9	-40,1
22	-43,7	-36,9	-23,7	-9,0	4,2	13,8	17,0	12,6	4,1	-9,3	-29,0	-40,2
23	-43,7	-37,2	-24,4	-9,8	3,1	12,2	15,6	11,7	3,7	-9,5	-29,0	-40,2
24	-43,7	-37,4	-25,0	-10,6	2,4	11,0	14,7	11,0	3,4	-9,6	-29,0	-40,2
Среднее	-43,1	-36,0	-22,2	-7,5	5,7	15,4	18,8	14,8	6,1	-7,9	-28,1	-39,7
Амплитуда	2,7	6,9	11,9	11,2	9,0	10,7	10,4	10,3	8,5	5,4	3,4	2,1

Таблица 26

Повторяемость (%) суточной амплитуды температуры воздуха в различных пределах (вне зависимости от состояния неба). 1936—1960 гг.

Амплитуда °С		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
1,0	3,9	7,5	0,7	0,1	0,8	1,4	0,4	1,3	1,8	3,4	9,2	5,0	9,4
4,0	6,9	35,9	9,1	3,1	8,0	8,3	4,0	5,8	7,6	16,1	23,7	20,4	34,8
7,0	9,9	32,9	23,0	10,2	17,2	21,8	11,0	12,7	14,6	22,9	25,7	27,2	29,2
10,0	12,9	15,1	28,2	14,9	20,8	25,9	26,5	22,9	21,8	17,9	21,5	27,5	12,9
13,0	15,9	5,6	22,9	16,5	15,6	18,7	22,1	23,8	20,8	16,5	13,2	13,0	7,8
16,0	18,9	2,3	11,5	17,5	16,3	15,2	18,6	17,0	14,9	11,1	5,4	4,7	3,8
19,0	21,9	0,7	3,7	21,5	8,1	6,8	13,0	11,5	11,1	8,0	1,2	1,5	1,5
22,0	24,9		0,6	12,1	9,2	1,9	4,0	4,6	6,5	3,7	0,1	0,6	0,5
25,0	27,9		0,3	3,5	3,3		0,4	0,4	0,9	0,4		0,1	0,1
≥28,0				0,6	0,7								
Максимум		21,1	27,3	29,5	30,1	24,7	25,5	26,4	26,5	25,4	24,0	27,5	26,4
Минимум		1,7	3,1	3,8	2,7	2,1	2,3	2,3	2,4	1,8	1,1	1,4	1,4

Таблица 27

Ежедневная средняя и экстремальная температура воздуха (°С). 1891—1978 гг.

Дата	Средняя суточная						Максимальная						Минимальная					
	t _{наиб}	год	\bar{t}	σ	t _{наим}	год	t _{наиб}	год	\bar{t}	σ	t _{наим}	год	t _{наиб}	год	\bar{t}	σ	t _{наим}	год
Январь																		
1	-23,2	1905	-43,7	7,3	-57,6	1951	-21,6	1979	-42,5	6,7	-55,9	1951	-30,0	1979	-47,9	6,6	-61,7	1912
2	-23,0	1979	-43,7	7,5	-58,7	1931	-5,8	1979	-42,2	7,5	-57,5	1931	-25,6	1963	-47,1	7,1	-61,0	1931
3	-16,6	1963	-43,6	7,2	-58,4	1951	-12,8	1963	-42,1	7,8	-56,4	1951	-22,2	1963	-47,3	6,6	-59,9	1951
4	-23,4	1948	-43,5	7,2	-55,0	1951	-17,8	1963	-41,5	7,9	-53,5	1931	-31,2	1948	-47,8	6,1	-58,2	1931
5	-24,4	1948	-44,0	6,9	-55,3	1979	-19,6	1948	-41,7	7,5	-52,9	1895	-27,0	1948	-47,8	6,0	-59,2	1946
6	-21,2	1920	-43,1	7,4	-56,0	1892	-17,6	1920	-41,2	7,8	-52,7	1895	-27,9	1920	-47,5	6,2	-59,3	1946
7	-27,2	1920	-43,4	7,3	-55,2	1892	-19,6	1920	-41,4	7,3	-53,4	1895	-34,4	1925	-47,8	6,4	-60,3	1946
8	-24,9	1963	-43,0	7,6	-56,7	1935	-16,1	1973	-41,4	7,5	-54,2	1935	-28,5	1906	-47,3	7,1	-60,3	1935
9	-19,5	1920	-42,5	7,8	-56,9	1959	-15,8	1920	-40,9	8,5	-55,2	1959	-25,9	1926	-46,5	6,9	-59,9	1935
10	-23,0	1926	-43,1	7,4	-56,2	1922	-22,1	1918	-41,5	7,6	-55,1	1915	-24,9	1926	-46,7	6,9	-59,3	1979
11	-21,6	1917	-43,9	7,6	-56,1	1922	-21,4	1917	-42,5	7,0	-55,0	1922	-31,3	1926	-47,9	6,3	-57,7	1922
12	-27,2	1918	-43,6	7,0	-56,9	1922	-25,7	1932	-42,4	7,3	-56,2	1922	-33,1	1918	-47,4	6,2	-58,1	1927
13	-25,9	1964	-43,8	6,7	-56,0	1915	-24,7	1964	-41,7	6,3	-55,9	1915	-27,3	1964	-47,2	6,4	-62,3	1927
14	-16,7	1896	-44,0	7,1	-57,9	1899	-13,7	1896	-41,9	7,1	-55,8	1915	-22,6	1896	-47,5	6,4	-58,6	1899
15	-18,3	1903	-43,9	7,9	-58,4	1899	-9,1	1903	-42,2	6,9	-56,1	1915	-26,8	1896	-47,8	6,9	-60,5	1899
16	-23,0	1905	-43,1	8,0	-56,4	1906	-18,7	1957	-41,1	7,3	-55,4	1906	-27,2	1905	-47,6	6,7	-59,6	1906
17	-17,7	1957	-42,7	7,7	-55,6	1897	-14,5	1957	-40,7	7,9	-54,3	1897	-28,9	1957	-47,2	6,6	-57,5	1923
18	-23,4	1957	-42,5	8,0	-58,7	1898	-14,8	1957	-40,2	8,3	-55,3	1897	-28,6	1957	-46,3	7,2	-61,2	1898
19	-25,8	1949	-43,6	7,7	-61,5	1898	-17,1	1949	-40,8	8,0	-55,8	1897	-28,6	1925	-47,3	7,1	-63,0	1898
20	-26,0	1944	-43,5	7,5	-60,8	1898	-20,4	1944	-40,8	7,8	-53,6	1948	-30,1	1920	-47,4	6,9	-62,6	1898
21	-25,5	1944	-42,7	6,8	-56,6	1900	-21,1	1944	-39,9	7,5	-55,9	1900	-30,0	1962	-47,3	6,2	-62,6	1898
22	-24,3	1932	-42,2	6,9	-55,9	1900	-23,1	1932	-40,1	7,6	-54,8	1900	-31,4	1910	-46,8	5,7	-57,6	1900
23	-21,2	1932	-41,2	7,3	-54,5	1972	-18,6	1932	-38,9	7,3	-52,8	1909	-23,7	1932	-46,0	6,9	-58,6	1900
24	-20,0	1932	-40,3	7,7	-55,8	1895	-14,5	1932	-37,7	8,1	-54,9	1895	-27,0	1932	-44,7	7,1	-58,0	1895
25	-14,2	1898	-41,4	7,1	-55,3	1895	-11,6	1898	-38,8	7,3	-54,9	1895	-22,4	1898	-45,7	6,5	-57,1	1952
26	-24,9	1898	-40,7	6,8	-55,2	1909	-19,7	1933	-38,8	7,2	-53,8	1909	-25,9	1898	-45,2	6,6	-59,2	1891
27	-26,0	1914	-40,1	7,9	-57,7	1895	-20,0	1962	-38,4	7,6	-54,9	1909	-28,9	1906	-44,3	7,3	-61,5	1895
28	-23,6	1898	-40,1	7,5	-56,2	1901	-17,5	1932	-38,4	7,4	-54,4	1901	-27,0	1898	-44,5	7,2	-57,8	1901

29	-23,2	1914	-40,2	7,2	-54,3	1909	-21,1	1957	-38,5	7,1	-51,3	1901	-23,7	1914	-44,4	7,2	-58,7	1901
30	-19,7	1914	-40,0	7,7	-54,4	1916	-12,8	1921	-38,3	7,8	-53,6	1916	-23,5	1914	-44,8	7,1	-57,4	1916
31	-17,7	1921	-40,4	7,8	-54,4	1900	-12,0	1921	-38,3	8,1	-52,8	1900	-23,0	1921	-44,8	7,5	-57,9	1969

Июль

1	28,9	1935	18,9	3,9	9,0	1926	34,4	1935	25,1	4,3	12,7	1926	19,0	1970	10,5	3,7	-0,6	1944
2	26,4	1935	19,7	3,6	9,1	1960	36,0	1954	26,2	4,7	10,5	1960	20,7	1935	10,9	3,5	1,6	1926
3	27,8	1891	19,9	3,2	12,3	1917	33,7	1947	26,5	4,4	14,8	1917	18,9	1891	11,6	2,9	5,7	1901
4	28,3	1976	19,8	3,9	7,3	1900	35,1	1947	25,4	5,1	9,5	1900	20,5	1979	11,6	3,2	3,8	1938
5	26,6	1957	19,7	3,3	7,7	1978	36,2	1947	25,6	4,8	11,5	1978	18,2	1957	12,0	3,1	2,9	1978
6	27,4	1897	19,8	3,4	9,0	1978	34,1	1970	25,8	4,1	14,3	1978	20,1	1947	12,0	3,5	-1,5	1978
7	27,7	1907	19,9	3,7	10,0	1904	34,2	1970	26,2	4,1	14,9	1976	18,1	1899	11,6	3,4	3,3	1900, 1953
8	28,8	1970	19,5	3,9	8,2	1904	35,1	1947	25,5	4,6	13,2	1911	23,7	1970	12,3	3,4	2,9	1979
9	28,7	1970	19,1	3,9	9,8	1961, 1976	34,7	1970	24,8	5,1	14,2	1964	21,9	1970	11,9	3,7	1,9	1979
10	28,7	1908	19,2	4,0	12,1	1911	36,2	1942	25,0	4,7	15,3	1929	18,9	1932	12,1	3,2	2,2	1963
11	29,1	1908	19,2	3,8	10,6	1963	33,3	1932	24,6	4,5	14,1	1963	20,4	1947	11,7	3,4	1,9	1943
12	28,2	1942	19,1	4,3	8,1	1924	36,7	1932	25,1	4,5	15,7	1911	20,0	1970	11,7	3,3	3,0	1939
13	28,4	1894	18,8	4,5	10,0	1923	35,5	1942	24,0	5,5	13,7	1937	21,7	1952	12,1	3,8	3,7	1915
14	27,6	1910	19,1	4,3	9,2	1937	33,6	1948	24,5	4,7	13,9	1937	20,7	1948	12,0	3,9	2,4	1930
15	29,6	1910	19,1	4,3	8,6	1937	38,3	1942	24,2	5,5	13,2	1937	20,0	1952	11,9	3,7	1,6	1966
16	27,2	1901	19,3	4,1	10,2	1911	35,2	1942	24,7	4,4	14,6	1961	21,0	1894	12,1	3,9	0,2	1937
17	27,8	1910	19,2	4,0	11,3	1928	33,0	1920	24,2	4,3	14,5	1928	18,9	1932	12,7	3,6	3,8	1911
18	29,0	1905	19,2	3,8	10,3	1928, 1965	33,7	1934	24,0	4,3	14,6	1965	20,3	1893	12,4	3,4	2,5	1919
19	26,7	1967	18,7	3,8	8,4	1918	33,0	1967	23,8	4,7	10,1	1918	18,5	1920	12,0	3,2	4,4	1968
20	28,5	1910	19,0	3,9	9,8	1918	35,8	1945	25,1	5,2	12,2	1918	21,5	1894	11,6	3,5	4,5	1943
21	26,7	1973	19,1	3,6	8,9	1942	35,1	1941	25,1	4,6	12,6	1959	21,5	1973	11,8	3,6	0,9	1942
22	26,4	1894	19,3	3,9	8,3	1921	35,4	1941	26,0	4,5	12,4	1933	19,2	1945	11,2	3,4	0,5	1966
23	26,4	1894	19,3	3,7	10,2	1975	36,8	1963	26,1	4,7	15,7	1975	20,0	1974	11,6	3,3	3,0	1968
24	25,2	1934	19,1	3,4	10,3	1977	34,6	1941	25,9	4,6	13,8	1959	20,2	1894	11,9	3,4	3,4	1973
25	26,8	1938	19,0	3,7	8,4	1932	34,9	1946	25,1	4,8	11,2	1932	19,4	1938	11,9	3,4	3,1	1939
26	26,2	1946	18,9	3,3	10,8	1970	34,7	1946	24,8	4,2	14,6	1977	19,5	1978	11,3	3,3	4,5	1953
27	29,0	1897	18,7	3,4	11,5	1970	33,0	1978	24,4	4,5	15,9	1951	20,5	1946	11,0	3,5	3,6	1912
28	27,7	1897	18,8	3,8	10,4	1907	34,1	1937	24,6	4,4	13,2	1951	21,0	1897	11,4	3,8	2,3	1977
29	29,0	1897	18,9	4,1	8,1	1927	35,8	1946	25,1	4,9	14,2	1951	21,0	1897	11,2	3,7	4,3	1895
30	29,4	1897	18,9	4,2	8,8	1927	35,1	1952	25,2	5,2	12,7	1927	19,8	1897	11,1	3,9	3,5	1951, 1955
31	26,6	1954	18,6	4,0	6,6	1940	36,0	1961	24,8	5,2	12,2	1940	20,6	1897	10,8	3,9	2,2	1951

Таблица 28

Даты наступления средних суточных температур выше 0, 5, 10, 15 °С и ниже 0, 5, 10, 15 °С различной вероятности. 1882—1960 гг.

Температура, °С	Средняя дата	Самая ранняя дата	Вероятность наступления в указанные даты или более ранние, %							Самая поздняя дата
			5	10	25	50	75	90	95	
Выше 0	30 IV		21 IV	23 IV	26 IV	29 IV	4 V	6 V	8 V	11 V
" 5	13 V		5 V	7 V	10 V	13 V	16 V	18 V	20 V	26 V
" 10	28 V		18 V	20 V	24 V	27 V	31 V	3 VI	5 VI	10 VI
" 15	12 VI		1 VI	3 VI	7 VI	11 VI	17 VI	23 VI	26 VI	2 VII
Ниже 15	16 VII	28 VII	31 VII	3 VIII	10 VIII	16 VIII	21 VIII	25 VIII	27 VIII	
" 10	3 IX	14 VIII	24 VIII	26 VIII	29 VIII	3 IX	6 IX	10 IX	11 IX	
" 5	19 IX	5 IX	9 IX	11 IX	15 IX	18 IX	21 IX	25 IX	27 IX	
" 0	3 X	23 IX	26 IX	28 IX	30 IX	3 X	5 X	8 X	10 X	

Таблица 29

Среднее число дней с переходом температуры воздуха через 0 °С. 1888, 1895—1935, 1937—1960 гг.

Температура, °С	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
$t_{\max} \leq 0$	0,0	0,4	20,4	30,0	31,0	31,0	28,2	30,3	15,7	0,7	0,0	0,0
$t_{\max} > 0, t_{\min} \leq 0$	0,73	12,9	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	13,7	15,9	0,7	0,02
$t_{\min} > 0$	30,27	16,7	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	14,4	29,3	30,98

Таблица 30

Даты последнего и первого заморозков и продолжительность безморозного периода различной вероятности. 1891—1978 гг.

Дата		Вероятность заморозка в указанные даты и более поздние, %							Самая поздняя дата
средняя	самая ранняя	95	90	75	50	25	10	5	
Последний заморозок									
31 V	12 V (1903)	17 V	19 V	25 V	30 V	5 VI	11 VI	18 VI	6 VII (1978)
Первый заморозок									
1 IX	5 VIII (1942)	16 VIII	21 VIII	27 VIII	2 IX	8 IX	13 IX	16 IX	21 IX (1926)
Продолжительность безморозного периода (дни)									
92	52 (1976)	61	71	84	93	102	109	114	123 (1896)

Таблица 31

Суммы температур воздуха (°C) различной вероятности. 1882—1960 гг.

Температура, °C	Сумма		Вероятность сумм температур указанных и больших, %						
	средняя	наименьшая	95	90	75	50	25	10	5
Выше 0	1866	1416	1616	1691	1791	1891	1966	2066	2091
5	1795	1420	1545	1620	1720	1795	1895	1970	2020
" 10	1565	1115	1265	1365	1465	1565	1665	1765	1815
" 15	1148	598	823	898	1048	1173	1298	1423	1448

Таблица 32

Даты перехода температуры воздуха через 8 °С осенью и весной и продолжительность (дни) периода с температурой 8 °С и ниже различной вероятности. 1936—1976 гг.

	Средняя дата	Вероятность, %						
		5	10	25	50	75	90	95
Дата начала	10 IX	2 IX	4 IX	7 IX	10 IX	12 IX	16 IX	17 IX
Дата конца	20 V	11 V	13 V	17 V	20 V	24 V	26 V	27 V
Продолжительность	252	239	242	247	252	257	261	263

Таблица 33

Средняя месячная, максимальная и минимальная температура поверхности почвы (°С). 1947—1978 гг.

Температура	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя	-44	-39	-26	-8	9	20	23	18	7	-8	-31	-41
Средний максимум	-38	-31	-12	4	25	39	41	35	20	-1	-24	-37
Абсолютный максимум	-7	-5	10	27	52	56	59	55	41	24	2	-5
Средний минимум	-49	-45	-36	-19	-3	6	10	7	1	-15	-36	-46
Абсолютный минимум	-65	-67	-60	-47	-23	-7	-4	-9	-16	-45	-57	-63

Таблица 34

Средняя месячная и годовая температура почвы (°С) на разных глубинах по данным измерений на трех метеоплощадках. 1931—1947, 1951—1978 гг.

Глубина, см	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Первая метеоплощадка													
40	-23,6	-22,9	-18,0	-8,2	2,8	11,8	15,6	13,2	6,8	-1,7	-11,9	-20,5	-4,7
80	-15,9	-16,8	-14,9	-9,3	-2,1	5,0	9,4	9,0	5,3	0,1	-5,1	-12,0	-4,0
120	-9,8	-11,8	-11,6	-8,8	-4,0	-0,3	3,0	4,6	3,2	0,3	-0,8	-4,8	-3,4
160	-7,1	-9,6	-10,3	-8,7	-4,8	-1,8	-0,1	2,0	1,7	0,2	-0,2	-2,1	-3,4
200	-3,2	-6,0	-7,5	-7,3	-5,2	-3,1	-1,8	-0,9	-0,5	-0,4	-0,5	-0,7	-3,1
240	-2,3	-4,8	-6,5	-6,8	-5,4	-3,6	-2,4	-1,6	-1,1	-0,9	-0,8	-0,9	-3,1
320	-1,6	-3,3	-5,0	-5,8	-5,2	-4,0	-2,9	-2,2	-1,8	-1,5	-1,4	-1,3	-3,0
600	-2,2	-2,2	-2,4	-3,0	-3,4	-3,5	-3,3	-3,1	-2,9	-2,7	-2,5	-2,3	-2,8
1300	-2,8	-2,7	-2,6	-2,6	-2,6	-2,7	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,7
Вторая метеоплощадка													
20	-19,2	-19,4	-16,2	-7,9	4,3	13,4	17,5	15,5	7,0	-3,1	-10,8	-15,6	-2,9
40	-16,8	-17,4	-15,2	-8,4	2,5	11,0	15,0	13,8	6,7	-1,9	-8,0	-12,9	-2,6
60	-14,3	-15,3	-13,7	-8,5	0,2	7,9	12,1	11,8	6,2	-0,5	-5,2	-10,3	-2,5

Глубина, см	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
80	-12,4	-14,1	-12,7	-8,4	-1,4	5,0	9,4	9,6	5,3	0,0	-3,4	-8,1	-2,6
120	-8,7	-10,2	-10,2	-8,0	-3,3	0,1	4,1	5,0	2,8	0,0	-0,9	-4,9	-2,8
160	-5,6	-7,4	-7,9	-7,0	-4,1	-1,8	0,3	1,5	1,1	0,1	-0,1	-2,4	-2,8
240	-2,6	-4,4	-5,4	-5,6	-4,4	-3,0	-2,0	-1,4	-1,0	-0,9	-0,9	-1,0	-2,7
320	-1,7	-2,6	-3,8	-4,4	-4,2	-3,4	-2,8	-2,3	-1,9	-1,8	-1,6	-1,5	-2,7

Третья метеоплощадка

20	-11,8	-13,6	-12,6	-6,4	2,6	12,9	17,2	15,3	7,8	-0,3	-5,3	-9,3	-0,2
40	-10,0	-12,0	-11,8	-6,7	-0,1	9,4	14,4	13,9	7,8	0,4	-3,3	-7,2	-0,4
60	-9,5	-11,4	-11,6	-6,9	-1,7	7,0	12,2	12,6	7,6	0,9	-2,2	-6,1	-0,8
80	-7,8	-10,2	-10,8	-7,3	-2,7	4,4	10,0	11,1	7,1	1,1	-1,4	-4,7	-0,9
120	-4,4	-7,2	-8,5	-6,6	-3,2	0,0	5,0	7,4	5,5	1,2	-0,4	-1,5	-1,1
160	-1,6	-4,2	-6,1	-5,2	-2,9	-1,3	0,8	3,4	3,2	0,8	-0,1	-0,2	-1,3
240	-0,4	-0,6	-1,5	-2,0	-1,8	-1,4	-1,1	-0,8	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-1,1
320	-0,8	-0,7	-0,9	-1,4	-1,6	-1,5	-1,4	-1,2	-1,0	-0,8	-0,8	-0,7	-1,2

Примечание. Первая метеоплощадка: период наблюдений 1931—1947 гг., почва суглинистая и супесчаная; вторая метеоплощадка: период наблюдений 1951—1963 гг., почва дерн (до 5 см), илесто-песчаная с примесью перегноя (5—15 см), ниже — песок; третья метеоплощадка: период наблюдений 1964—1978 гг., почва суглинистая до 20 см, ниже — песок.

Таблица 35

Даты первого и последнего мороза на поверхности почвы и в почве и продолжительность безморозного периода (под естественным покровом).

Глубина, см	Дата мороза						Средняя продолжительность безморозного периода, дни
	последнего			первого			
	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя	
1931—1947 гг.							
40	11 V	29 IV	23 V	9 X	1 X	14 X	150
80	26 V	22 V	4 VI	13 X	8 X	19 X	139
120	19 VI	11 VI	25 VI	16 X	10 X	26 X	118
160	20 VII	15 VII	27 VII	15 X	8 X	25 X	86
1951—1963 гг.							
Поверхность почвы	9 VI	24 V	29 VI	27 VIII	7 VIII	9 IX	78
20	5 V	27 IV	10 V	6 X	2 X	12 X	153
40	9 V	4 V	15 V	7 X	1 X	12 X	150
60	17 V	8 V	24 V	10 X	3 X	16 X	145
80	26 V	17 V	31 V	12 X	6 X	17 X	138
120	17 VI	12 VI	21 VI	12 X	7 X	20 X	116
160	11 VII	3 VII	20 VII	28 X	8 X	1 XII	110
1965—1978 гг.							
Поверхность почвы	8 VI	23 V	6 VII	30 VIII	18 VIII	11 IX	82
20	11 V	4 V	18 V	13 X	7 X	20 X	155
40	20 V	13 V	26 V	16 X	9 X	23 X	149
60	25 V	19 V	31 V	20 X	14 X	25 X	147
80	1 VI	24 V	8 VI	22 X	17 X	27 X	142
120	17 VI	9 VI	23 VI	25 X	21 X	30 X	129
160	12 VII	2 VII	27 VII	26 X	21 X	1 XI	105

Примечание. На глубине 200 см и ниже температура выше 0°С не наблюдалась.

Таблица 36

Средняя, наибольшая и наименьшая глубина проникновения (см) температуры 0°С в почву (под естественным покровом)

Глубина проникновения	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1931—1938, 1940—1947 гг.							
Средняя	0	93,5	145,8	174,7	192,0	193,2	188,7
Наибольшая	0	111	151	189	198	200	204
Наименьшая	0	69	141	165	185	189	182
1951—1964 гг.							
Средняя	.	97,1	148,1	193,6	204,6	205,0	188,2
Наибольшая	35	109	156	201	211	212	200
Наименьшая	0	79	136	178	194	198	175

Глубина проникновения	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
--------------------------	----	---	----	-----	------	----	---

1964—1977 г.

Средняя	7,2	80,2	149,8	221,3	236,6	240,3	237,0
Наибольшая	19	110	156	278	289	290	273
Наименьшая	0	58	140	197	217	221	216

Примечания: 1. В связи с тем, что длительность периодов, из которых получены данные таблицы, недостаточна, в будущем возможны отклонения, что необходимо учитывать при пользовании данными таблицы.

2. Нуль (0) обозначает, что температура 0°C не достигает глубины самого близкого к поверхности термометра.

3. Точка (·) обозначает, что в данном месяце более чем в 50 % лет температура 0°C не достигает глубины самого близкого к поверхности термометра.

4. Наблюдения проводились на глубинах: 1-й период — 20, 40, 80, 120, 160, 200, 240, 320 и 600 см; 2-й и 3-й периоды — 20, 40, 60, 80, 120, 160, 240 и 320 см.

Таблица 37

Средняя месячная температура поверхности почвы (°C) различной обеспеченности. 1952—1964 гг.

Месяц	\bar{t}	Обеспеченность, %						
		2	5	10	50	90	95	93
I	-43	-52	-50	-48	-43	-36	-34	-31
II	-38	-45	-43	-42	-38	-34	-33	-32
III	-26	-34	-32	-31	-26	-22	-20	-19
IV	-9	-13	-12	-12	-9	-6	-5	-4
V	9	6	7	7	9	12	13	15
VI	21	18	19	19	21	23	24	26
VII	24	19	20	21	24	26	27	28
VIII	19	15	15	16	19	21	21	22
IX	6	3	4	4	6	8	9	10
X	-9	-14	-13	-12	-9	-7	-7	-6
XI	-30	-38	-36	-34	-30	-25	-24	-23
XII	-40	-48	-46	-45	-40	-36	-35	-33

Таблица 38

Средняя месячная температура почвы (°C) по глубинам различной обеспеченности. 1952—1964 гг.

Глубина, см	\bar{t}	Обеспеченность, %						
		2	5	10	50	90	95	98
Январь								
0	-43	-52	-50	-48	-43	-36	-34	-31
20	-19,0	-25,4	-24,9	-22,7	-18,8	-16,0	-15,2	-14,4
40	-16,6	-23,2	-21,2	-19,8	-16,3	-14,0	-13,5	-13,0
60	-14,3	-20,3	-18,2	-17,0	-14,0	-11,3	-10,8	-10,0
80	-12,2	-19,0	-16,6	-15,0	-11,8	-9,9	-9,1	-8,8

Глубина, см	\bar{r}	Обеспеченность, %						
		2	5	10	50	90	95	98
120	-8,6	-14,2	-12,0	-10,4	-8,2	-7,0	-6,7	-6,2
160	-5,4	-9,8	-7,8	-6,7	-5,1	-3,2	-3,0	-2,8
240	-2,6	-5,3	-4,0	-3,3	-2,3	-1,8	-1,5	-1,2
320	-1,7	-3,8	-2,7	-2,1	-1,8	-1,1	-1,0	-0,8

Апрель

0	-9	-13	-12	-12	-9	-6	-5	-4
20	-7,8	-12,8	-10,8	-9,5	-7,8	-6,6	-6,2	-6,0
40	-8,3	-12,0	-10,4	-9,6	-8,2	-7,0	-6,8	-6,1
60	-8,4	-11,8	-10,3	-9,6	-8,2	-7,2	-7,0	-6,5
80	-8,3	-11,2	-10,1	-9,6	-8,2	-7,2	-7,0	-6,8
120	-7,9	-10,0	-9,2	-8,9	-7,9	-7,0	-6,8	-6,5
160	-6,9	-8,8	-8,2	-8,0	-7,0	-6,0	-5,8	-5,5
240	-5,5	-7,0	-6,6	-5,9	-5,5	-5,0	-4,7	-4,5
320	-4,3	-5,9	-5,5	-5,1	-4,2	-3,8	-3,5	-3,2

Июль

0	24	19	20	21	24	26	27	28
20	17,6	15,2	15,7	16,2	17,9	18,1	19,5	19,9
40	15,0	12,2	12,9	13,4	15,0	16,9	17,2	17,5
60	12,1	10,2	10,6	11,0	12,1	13,5	13,7	13,8
80	9,4	7,6	8,1	8,5	9,5	10,6	10,9	11,0
120	4,1	2,5	2,9	3,2	4,2	5,0	5,2	5,5
160	0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,5	0,8	0,9	1,0
240	-2,0	-2,3	-2,2	-2,1	-2,0	-1,8	-1,7	-1,6
320	-2,8	-3,2	-3,1	-3,0	-2,9	-2,5	-2,5	-2,4

Октябрь

0	-9	-14	-13	-12	-9	-7	-7	-6
20	-3,2	-5,3	-4,9	-4,4	-3,1	-1,8	-1,5	-1,0
40	-1,9	-3,5	-3,0	-3,0	-1,9	-1,0	-0,6	-0,2
60	-0,6	-1,8	-1,4	-1,2	-0,6	0,0	0,1	0,3
80	0,0	-0,7	-0,5	-0,4	0,0	0,4	0,5	0,7
120	0,1	-0,6	-0,4	-0,2	0,2	0,4	0,5	0,5
160	0,1	-0,1	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3	0,4
240	-0,9	-1,1	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,7
320	-1,8	-2,2	-2,1	-2,0	-1,8	-1,5	-1,4	-1,3

РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ

Таблица 39

Средняя месячная и годовая влажность воздуха. 1936—1964 гг.

Месяц	Парциальное давление водяного пара, гПа	f (%) в один из сроков наблюдений, ч					f _{мин} %	Число дней с относительной влажностью			Дефицит влажности, гПа
		1	7	13	19	сутки		в один из сроков		в 13 ч	
								≤30 %	≤50 %		
I	0,1	73	73	73	73	73	57	0,0	0,0	1,3	0,1
II	0,3	74	74	69	74	73	49	0,0	0,1	0,8	0,1
III	0,8	74	75	58	66	68	26	0,3	6,9	0,6	0,4
IV	2,4	72	68	47	52	60	20	2,6	22,3	0,8	2,0
V	4,9	70	57	38	43	52	6	14,2	27,1	1,4	5,5
VI	9,3	74	60	40	44	54	11	11,5	25,0	1,3	9,6
VII	12,7	79	66	44	50	60	10	7,8	22,9	2,0	10,8
VIII	11,3	81	74	49	57	65	16	4,3	19,9	2,6	7,4
IX	6,7	81	81	52	66	70	17	2,6	16,5	2,8	3,5
X	2,9	82	84	67	77	78	29	0,04	4,8	7,2	0,9
XI	0,6	78	78	75	77	77	40	0,0	0,1	6,8	0,2
XII	0,2	74	74	74	74	74	63	0,0	0,0	2,6	0,1
Год	4,3	76	72	57	63	67	6	43,2	145,6	30,2	3,4

Таблица 40

Повторяемость (%) относительной влажности воздуха в 13 ч в различных пределах¹. 1936—1960 гг.

Относительная влажность, %		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	9					0,3		0,1					
10	19					8,2	6,1	2,3	0,7	0,4			
20	29			0,1	5,6	27,6	25,9	18,4	10,2	7,0	0,1		
30	39			3,4	23,8	28,1	27,8	28,0	27,1	21,2	4,1		
40	49			12,8	32,3	12,1	16,1	19,2	23,1	23,7	7,7	0,2	
50	59		3,7	31,3	21,6	9,7	8,2	11,7	14,3	19,8	18,9	1,3	
60	69	13,1	37,5	34,6	9,5	5,5	5,4	8,6	8,5	10,2	22,2	16,4	9,5
70	79	78,4	52,0	14,6	4,3	3,5	6,0	6,4	7,5	7,7	22,0	55,1	76,0
80	89	8,4	6,8	2,8	2,2	3,0	2,7	3,4	6,2	5,6	17,5	23,9	14,0
90	100	0,1		0,4	0,7	2,0	1,8	1,9	2,4	4,4	7,5	3,1	0,5

¹ При необходимости подсчитать число дней в указанных пределах следует найденное в таблице значение повторяемости умножить на число дней рассматриваемого месяца и разделить на 100.

Таблица 41

Среднее количество осадков (мм), приведенное к показаниям осадкомера. 1891—1965 гг.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-IV	V-IX	Год
Без введения поправок														
7	6	4	8	15	29	39	38	22	15	11	8	59	143	202
С учетом поправок на смачивание														
10	8	5	9	17	32	42	41	26	17	13	10	72	158	230
Декадное количество осадков														
3,4	2,9	1,8	2,4	4,6	9,2	13,3	14,3	10,1	6,5	4,7	3,6	25,3	51,5	76,8
3,4	2,7	1,4	2,9	5,4	10,8	14,4	14,2	8,4	5,5	4,3	3,2	23,4	53,2	76,6
3,2	2,4	1,8	3,7	7,0	11,9	14,3	12,5	7,5	5,1	4,0	3,2	23,4	53,2	76,6
С учетом поправок на смачивание и ветровой недоучет														
11	9	6	11	18	33	43	42	26	20	16	12	85	162	247

Таблица 42
 Месячное и годовое количество осадков (мм) различной обеспеченности. 1891—1978 гг.

Месяц	Наблюденный максимум		Обеспеченность, %												Наблюденный минимум	
	мм	год	2	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	мм	год
I	21	1912	17	15	13	10	8	7	6	5	4	3	2	2	0	1913, 1931
II	21	1911	16	11	9	7	6	6	5	4	3	3	2	2	I	1936 и др.
III	13	1920	12	11	9	7	6	5	4	3	2	2	1	0	0	1908, 1925, 1937 и др.
IV	24	1903, 1929	23	20	16	12	9	8	6	6	4	3	2	1	0	1915, 1936
V	45	1970	43	38	32	22	18	15	13	10	8	6	4	2	0	1931
VI	117	1907	82	63	54	43	37	30	24	20	16	12	9	6	2	1959
VII	131	1931	112	90	74	58	49	42	36	30	23	17	12	8	4	1947
VIII	118	1960	109	88	72	56	47	40	34	28	22	16	10	7	4	1945
IX	71	1959	61	51	44	35	29	23	20	16	13	10	6	4	3	1931, 1949
X	45	1970	41	34	28	23	20	16	14	12	10	8	6	4	0	1908
XI	31	1959	29	25	20	15	13	12	10	9	8	7	6	5	I	1936
XII	18	1906, 1931	18	16	14	12	11	9	8	7	6	5	4	3	0	1912, 1918
Год	340	1907	324	295	270	239	222	209	198	187	175	163	146	133	104	1896

Таблица 43

Суточный максимум осадков (мм) различной обеспеченности по месяцам за год.
1891—1978 гг.

Месяц	Средний максимум	Обеспеченность, %						Наблюдаемый максимум		
		63	20	10	5	2	1	мм	число	год
I	2	1	2	3	4	6	8	8	29	1915
II	2	1	2	3	4	7	10	11	4	1913
III	2	1	3	4	5	7	8	8	28	1948
IV	4	2	5	7	10	13	15	15	24	1903
V	6	4	10	12	14	16	18	18	2	1935
VI	10	7	14	20	28	36	41	42	24	1968
VII	15	10	22	30	38	54	73	78	26	1972
VIII	13	8	21	29	34	38	40	40	7	1960
IX	9	6	12	16	20	25	29	30	4	1959
X	5	4	7	8	10	12	14	14	4	1956
XI	3	2	4	6	7	10	12	12	20	1950
XII	2	2	3	4	5	7	8	8	20	1906
Год	23	16	31	37	42	53	75	78	26	1972

Таблица 44

Повторяемость (%) осадков 0,1 мм и более по их видам по полусуткам.
1936—1965 гг.

Месяц	Обложные		Ливневые		Обложные + ливневые	
	ночь	день	ночь	день	ночь	день
V	74,8	53,7	7,9	20,9	17,3	25,4
VI	53,3	36,9	24,6	37,9	22,1	25,2
VII	58,6	46,9	24,1	33,9	17,3	19,2
VIII	64,5	58,9	18,7	21,1	16,8	20,0
IX	82,2	78,4	8,0	9,3	9,8	12,3
V—IX	66,2	54,1	17,2	25,4	16,6	20,5

Таблица 45

Твердые, жидкие и смешанные осадки (в % от общего количества).
1896—1935, 1937—1960 гг.

Вид осадков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Твердые	100	100	98	87	19				7	83	100	100	30
Жидкие				4	59	97	100	100	82	5			66
Смешанные			2	9	22	3	.	.	11	12			5

Примечание. Точка (.) обозначает, что доля твердых (жидких, смешанных) осадков составляет 0,5% и менее.

Таблица 46

Число дней с различным количеством осадков. 1891—1898, 1901—1978 гг.

Месяц	Количество осадков, мм						
	≥0,1	≥0,5	≥1,0	≥5,0	≥10,0	≥20,0	≥30,0
I	14,2	5,2	2,4	0,03	0,0	0,0	0,0
II	10,9	3,9	1,5	0,01	0,01	0,0	0,0
III	7,5	3,2	1,5	0,03	0,0	0,0	0,0
IV	6,2	3,6	2,3	0,2	0,05	0,0	0,0
V	7,1	5,2	3,7	0,8	0,2	0,0	0,0
VI	9,2	7,2	5,8	1,9	0,6	0,1	0,05
VII	9,4	8,0	6,7	2,4	1,0	0,2	0,08
VIII	9,9	8,1	6,7	2,6	0,9	0,3	0,09
IX	9,1	6,4	5,0	1,5	0,4	0,04	0,0
X	13,3	7,3	5,0	0,6	0,04	0,0	0,0
XI	15,6	8,3	4,0	0,1	0,03	0,0	0,0
XII	15,1	6,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Год	128	73	47	10	3	0,6	0,2

Таблица 47

Число полусуток с осадками по фазовому состоянию и по градациям и их повторяемость. Год. 1937—1965 гг.

Вид осадков	Градации осадков, мм	Наибольшее число полусуток	Год	\bar{x}	σ	Наименьшее число полусуток	Год	Повторяемость осадков, %	
								ночь	день
Жидкие	$\leq 2,9$	53	1951	35,3	18,1	19	1963	20,1	20,2
	3,0—8,0	17	1952	9,8	3,3	3	1948	5,6	5,5
	$\geq 8,0$	8	1965 и др.	4,1	2,3	1	1961 и др.	2,1	2,5
Твердые	$< 4,9$	162	1949	119,5	19,6	78	1938	68,6	67,8
	$\geq 5,0$	4	1957	1,0	1,2	1	1953 и др.	0,2	0,8
Смешанные	$< 4,9$	18	1946	5,3	3,2	1	1949	3,1	3,0
	$\geq 5,0$	3	1965	0,5	0,9	1	1957 и др.	0,2	0,3

Таблица 48

Максимальная интенсивность осадков I (мм/мин) за различные интервалы времени. Год. 1936, 1938—1940, 1942—1944, 1951—1955, 1957—1961, 1963—1965 гг.

Интервал времени	$I_{\text{макс}}$	Дата
5 мин	1,6	31 VII 1964 г.
10	1,1	5 VIII 1959 г.
20	0,9	5 VIII 1959 г.
30	0,7	VIII 1954 г. ¹
1 час	0,5	3 VII 1954 г.
12	0,05	2 IX 1959 г.
24	0,03	6 VIII 1960 г.

¹ Дата не указана, так как интенсивность получена путем интерполяции данных для интервалов 20 и 40 мин.

Таблица 49

Повторяемость P (%) осадков различной продолжительности τ (ч). 1937—1965 гг.

Обложные осадки								Ливневые осадки			
τ ч		число случаев	P %	τ ч		число случаев	P %	τ ч		число случаев	P %
от	до			от	до			от	до		
<6		1785	53,30	30,1	36	84	2,51	<6		328	88,89
6,1	12	775	23,14	36,1	42	38	1,13	6,1	12	34	9,21
12,1	18	204	6,09	42,1	48	37	1,10	12,1	18	7	1,90
18,1	24	193	5,76	48,1	54	28	0,84				
24,1	30	131	3,91	54,1	60	22	0,66				
					>60	52	1,55				
			Всего			3349	100			369	100

Таблица 50

Вероятность лет (%) с бездождными периодами различной продолжительности по месяцам. 1891—1935, 1937—1965 гг.

Месяц	Бездождный период отсутствует	Продолжительность, дни						
		<10	10—14	15—19	20—24	25—29	30	31
V	2,7	2,7	10,8	12,2	18,9	13,5	5,4	33,8
VI	13,5	13,5	13,5	14,9	20,3	12,2	12,1	
VII	15,1	23,3	16,4	15,1	13,7	9,6	4,1	2,7
VIII	21,8	24,7	11,0	9,6	17,8	5,5	2,7	6,9
IX	20,6	8,2	8,2	19,2	16,4	15,1	12,3	

Таблица 51

Даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова различной обеспеченности. 1924—1961 гг.

Средняя дата	Самая поздняя (ранняя) дата	Обеспеченность в указанные даты и более ранние (поздние), %							Самая ранняя (поздняя) дата
		95	90	75	50	25	10	5	

Образование устойчивого снежного покрова

12 X	27 X	20 X	17 X	12 X	8 X	4 X	29 IX	26 IX	27 IX
------	------	------	------	------	-----	-----	-------	-------	-------

Разрушение устойчивого снежного покрова

29 IV	16 IV	21 IV	22 IV	25 IV	30 IV	4 V	7 V	11 V	14 V
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	-----	------	------

РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Таблица 52

Повторяемость (%) ясного, полуюсного и пасмурного состояния неба по общей и нижней облачности, 1936—1965 гг.

Количество облачности, баллы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Общая облачность												
0—2	31	38	40	35	18	20	23	26	24	18	28	29
3—7	7	8	10	12	17	22	21	19	15	9	18	7
8—10	62	54	50	53	65	58	56	55	61	73	64	64
Нижняя облачность												
0—2	86	92	94	82	57	56	60	61	58	53	85	84
3—7	0	0	2	8	19	22	20	17	14	9	3	1
8—10	14	8	4	10	24	22	20	22	28	38	12	15

Таблица 53

Число ясных и пасмурных дней n по общей и нижней облачности, 1936—1965 гг.

Месяц	Общая облачность			Нижняя облачность			Общая облачность			Нижняя облачность		
	n	$n_{\text{макс}}$	год	n	$n_{\text{макс}}$	год	n	$n_{\text{макс}}$	год	n	$n_{\text{макс}}$	год
Ясные дни												
I	3,4	9	1944	21,7	30	1938	11,5	22	1962	0,7	3	1964
II	4,6	12	1936	23,0	29	1948	8,1	16	1954	0,2	1	и др. 1965
III	6,4	13	1960	27,1	31	1958	8,5	17	1959	0	0	и др.
IV	4,8	11	1959	20,6	28	1937	9,1	17	1946	0,3	3	1945
V	2,0	6	1949	10,7	17	1936	14,2	22	1944	2,1	5	1946
VI	2,0	5	1959	10,9	19	1941	12,4	18	1944, 1945	1,6	5	1936, 1946
VII	2,2	8	и др. 1937	12,3	19	1948	11,5	20	1951	2,4	6	1965
VIII	3,2	11	1944	13,5	19	1940	10,6	18	1937	2,6	9	1951
IX	2,9	10	1951	11,5	19	1958	12,7	21	1960	2,6	8	1960
X	1,2	4	1940	8,9	16	1937	16,2	23	1957	4,0	9	1954
XI	2,4	8	1949	21,4	28	1940, 1962	12,9	26	1965	0,9	14	1959
XII	2,7	9	1943	21,5	20	1947	11,8	23	1964	1,1	4	1952
Год	38	60	1949	203	226	1948	140	170	1957	18	38	1959
Пасмурные дни												

Таблица 54

Средняя месячная и годовая облачность (баллы). 1936—1965 гг.

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

Таблица 55

Повторяемость (%) основных форм облаков по месяцам и за год. 1936—1960 гг.

Форма облаков	I	II	III	IV	V	VI
Перистые	32	32	32	35	40	46
Перисто-кучевые	1	1	0,8	0,8	2	1
Перисто-слоистые	69	46	37	33	29	22
Высоко-кучевые	20	20	16	26	38	39
Высоко-слоистые	20	17	13	14	15	12
Кучевые	0,1	0,2	3	8	24	31
Кучево-дождевые			0,4	2	8	11
Слоисто-кучевые	1	2	7	14	35	34
Слоисто-дождевые	1	1	1	4	5	4
Слоистые	0,9	1	0,2	0,6	1	1
Разорванно-дождевые	0,05	0,05	0,3	1	5	6

Форма облаков	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Перистые	52	45	39	36	32	30	37
Перисто-кучевые	1	1	1	0,8	0,6	1	1
Перисто-слоистые	18	16	18	24	38	57	34
Высоко-кучевые	41	40	42	40	27	22	31
Высоко-слоистые	10	12	15	26	24	24	17
Кучевые	26	19	11	4	0,2		10
Кучево-дождевые	9	5	3	1	0,05		4
Слоисто-кучевые	28	31	36	35	10	3	20
Слоисто-дождевые	4	6	8	13	6	3	5
Слоистые	2	2	3	4	1	0,2	3
Разорванно-дождевые	5	6	7	4	0,4		4

Таблица 56

Число периодов с высотой облачности, равной и меньше заданной, и их средняя непрерывная продолжительность (ч). 1958—1965 гг.

Высота, м	Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
≤50	Число периодов Средняя непрерывная продолжительность				1 4,0	0,3 3,0	0,3 2,0		1 4,3	2 2,8	1 1,8		
≤100	Число периодов Средняя непрерывная продолжительность				1 4,7	0,3 4,0	0,3 4,0	12 2,0	4 3,2	2 2,3	1,8		
≤200	Число периодов Средняя непрерывная продолжительность				1 4,0	1 2,3	1 2,5	3 3,4	3 4,9	7 3,1	3 2,0		
≤300	Число периодов Средняя непрерывная продолжительность	1 1,0			2 3,8	2 2,8	1 4,0	4 4,7	5 4,0	8 3,8	4 2,4	0,3 1,0	1 3,9

Таблица 57

Повторяемость (%) высоты нижней границы облаков ниже 200 м в зависимости от направления ветра. 1958—1965 гг.

Направление ветра	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
С		33		22	71	17	14	18	16	22		
СВ					14		18	3	8	11		
В						17	16	21	15			
ЮВ						17	8	15	5	11	50	
Ю				11	14		8	11	5	6		
ЮЗ				33			6	13	6	11		
З							2	7	5			
СЗ				22			4	3	25	8		

Таблица 58

Повторяемость (%) высоты нижней границы облаков ниже 200 м при различных скоростях ветра. 1958—1965 гг.

Скорость ветра, м/с	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Штиль		67	100	11		50	23	8	16	31	50	
1—2				11	14		26	25	40	39	50	
3—5		33		56	86	50	51	67	41	30		
6—11				22					3			

Таблица 59

Число дней n с туманом. 1936—1977 гг.

Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	Год	Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	Год
I	18,6	5,24	30	1972	VIII	1,2	1,29	5	1941
II	11,6	4,21	21	1966	IX	1,4	1,25	4	1941, 1965
III	1,9	1,56	6	1971	X	2,0	1,34	7	1954
IV	0,4	0,69	3	1962	XI	5,3	2,96	11	1973 и др.
V	0,1	0,33	1	1977 и др.	XII	17,1	4,27	25	1970
VI	0,3	0,71	3	1946					
VII	0,5	1,03	5	1945	Год	60,4	11,17	83	1969

Таблица 60

Повторяемость (%) различного числа дней с туманом по месяцам. 1936—1977 гг.

Число дней	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0			22	74	88	79	74	38	29	7	2	
1—2			45	24	12	19	21	43	50	69	17	
3—4			26	2		2	2	17	21	19	21	
5—6		5	7				2	2		2	26	
7—8	5	10								3	19	2
9—10	2	10									5	5
11—12	7	24									10	7
13—14	7	17										14
15—16	10	14										12
17—18	19	7										24
19—20	17	2										17
21—22	12	2										5
23—24	10											12
25—26												2
27—28	10											
29—30	2											

Таблица 61

Продолжительность τ (ч) туманов. 1936—1975 гг.

Месяц	$\bar{\tau}$	σ	$\tau_{\text{наиб}}$	Год	Месяц	$\bar{\tau}$	σ	$\tau_{\text{наиб}}$	Год
I	183,4	80,33	376,5	1972	VIII	3,6	5,13	18,0	1952
II	89,2	52,25	216,2	1966	IX	5,4	5,74	24,0	1941
III	6,3	6,74	36,2	1966	X	8,3	7,91	49,5	1954
IV	1,5	3,08	13,5	1962	XI	36,8	31,97	113,0	1952
V	0,3	1,13	6,0	1938	XII	171,7	73,11	371,5	1971
VI	0,8	1,88	7,5	1936					
VII	1,4	3,39	16,2	1945	Год	508,3	164,2	858,6	1969

Таблица 62

Число дней *n* с дымкой. 1936—1975 гг.

Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	Год	Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	Год
I	22,7	4,8	30	1965	VIII	1,0	1,5	6	1972
II	17,2	5,0	25	1972	IX	1,5	1,9	9	1938
III	6,0	3,6	13	1937, 1938	X	2,8	2,2	8	1954 и др.
IV	0,8	0,9	4	1962	XI	9,4	4,2	19	1973
V	0,4	0,7	3	1940	XII	20,0	5,21	31	1941
VI	0,5	0,8	3	1940, 1974					
VII	0,4	0,8	4	1944	Год	82,7	15,8	110	1972

Таблица 63

Число дней *n* с грозой. 1928—1977 гг.

Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	Год	Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	Год
V	0,6	0,85	4	1968	VIII	3	1,67	6	1966 и др.
VI	4,0	2,21	8	1957 и др.	IX	0,4	0,71	3	1962
VII	5	2,35	12	1971	Год	13	3,89	22	1929

Таблица 64

Повторяемость (%) различного числа дней с грозой. 1928—1977 гг.

Число дней	V	VI	VII	VIII	IX
0	60	4	2	10	76
1	30	12	2	14	14
2	6	20	6	34	8
3	2	24	16	22	2
4	2	4	18	6	
5		12	16	6	
6		12	6	8	
7		6	14		
8		6	16		
9			2		
10					
11					
12			2		

Таблица 65

Продолжительность гроз (ч) в различные часы суток. 1936—1965 гг.

Интервал времени, ч	V	VI	VII	VIII	IX	Год
18—24	0,02	1,4	2,4	1,3	0,1	5,2
24—6		0,4	1,1	0,6	0,08	2,2
6—12	0,06	0,7	0,6	0,3		1,7
12—18	0,2	2,6	3,6	1,2	0,06	7,7
Среднее	0,3	5,0	7,7	3,3	0,2	16,5

Таблица 66

Число дней n с градом. 1895—1898, 1900—1977 гг.

Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	Год	Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	Год
V	0,2	0,5	2	1943 и др.	VIII	0,1	0,3	1	1973 и др.
VI	0,2	0,5	3	1945	IX	0,05	0,2	1	1971 и др.
VII	0,2	0,4	2	1912, 1939	Год	0,75	—	4	1943

Таблица 67

Повторяемость (%) различного числа дней с градом. 1895—1898, 1900—1977 гг.

Дни	V	VI	VII	VIII	IX	Год
0	84	82	85	88	95	86
1	12	16	12	12	5	12
2	4	1	3			2
3		1				0,3

Таблица 68

Число дней n с пыльной бурей. 1936—1975 гг.

Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	Год	Месяц	\bar{n}	σ	$n_{\text{наиб}}$	Год
V	0,5	1,12	5	1950	VIII	0,4	0,89	4	1958
VI	1,1	1,61	8	1950	IX	0,02	0,24	1	1962
VII	0,6	0,95	4	1952	Год	2,6	2,92	13	1950

Таблица 69

Повторяемость (%) различного числа дней с пыльной бурей. 1936—1975 гг.

Число дней	V	VI	VII	VIII	IX	Год
0	75	45	55	75	98	70
1	15	20	35	13	2	17
2	2	20	3	8		6
3	8	3	5	2		4
4		8	2			2
5		2				0,5
6		2				0,5

Таблица 70

Число дней с гололедно-изморозевыми отложениями на проводах гололедного станка. 1948—1971 гг.

Вид отложений	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	Год
Гололед	0,5	1							2
Зернистая изморозь		1							10
Кристаллическая изморозь	0,1	2	4	6	9	1	1	0,2	27
Сложное отложение		1							1

Таблица 71

Максимальные отложения льда на проводах гололедного станка. 1948—1977 гг.

Зимний сезон, год	Вид отложения	Дата начала отложения	Продолжительность обледенения, ч	Максимальный размер отложения			Метеорологические данные за период обледенения		
				большой диаметр, мм	малый диаметр, мм	масса, г	t _{мин} °C	ветер	
								направление	v _{макс} м/с
1957-58	Гололед	25 IX	15	8	7	18	-1,9	ЮЮЗ	6
1962-63	Зернистая изморозь	23 X	8	23	21	36	-14,3	ЮЮЗ	1
1954-55	Кристаллическая изморозь	29 X	20	49	37	71	-27,4	СЗ	1
1955-56	Мокрый снег	17 X	6	11	3	16	-2,3	З	2

Таблица 72

Повторяемость (%) температуры воздуха и скорости ветра при максимальном за год отложении льда на проводах гололедного станка. 1948—1971 гг.

Вид отложения	Температура воздуха, °С						Скорость ветра, м/с		
	5,0... 0,1	0,0... -4,9	-5,0... -9,9	-10,0... -19,9	-20,0... -29,9	-30,0 и ниже	0-1	2-5	6-9
Гололед	40	40	20	8	8	61	40	60	
Зернистая изморозь			23				92	8	
Кристаллическая изморозь		3	6	24	12	55	83	16	1

Таблица 73

Максимальные гололедные нагрузки (кг/м), возможные один раз в заданное число лет, на различных высотах. 1974—1975 гг.

Высота, м	P_2	P_5	P_{10}	P_{15}	P_{20}
100	0,02	0,06	0,11	0,15	0,2
200	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8
300	0,8	1,2	1,6	1,8	2,0
500	1,2	1,9	2,6	3,2	3,6
600	1,0	1,9	2,7	3,3	3,9

Таблица 74

Число дней n с метелью и поземком. 1936—1978 гг.

Характеристика	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
----------------	----	---	----	-----	---	----	-----	----	---

Число дней с метелью (1936—1965 гг.)

\bar{n}	0,1	2,1	2,5	1,7	1,4	1,3	2,3	2,3	0,1
σ	0,0	1,4	1,2	1,3	1,3	0,8	1,6	1,6	0,0
$n_{\text{наиб}}$	2	10	8	5	6	5	7	6	2
Год	1940, 1962	1958	1957, 1958	1952	1949, 1957	1959	1948	1949, 1951	1963

Характеристика	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
----------------	----	---	----	-----	---	----	-----	----	---

За период 1966—1978 гг.

\bar{n}	0,0	1,1	0,7	0,1	0,1	0,2	0,7	1,2	0,0
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Число дней с поземком (1936—1978 гг.)

\bar{n}	0,02	0,9	1,7	0,8	1,4	1,4	2,8	1,2	0,1
σ	0,0	1,2	1,3	0,8	1,3	1,0	1,6	1,1	0,0
$n_{\text{наиб}}$	1	6	6	3	11	4	8	6	2
Год	1967	1970	1966, 1974	1948	1967	1967 и др.	1971	1966	1970

Таблица 75

Повторяемость (%) числа дней с метелью. 1936—1965 гг.

Число дней	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
0	93,1	17,8	17,9	31,0	40,0	26,7	20,0	27,6	96,7
1—2	6,9	50,0	32,1	34,5	40,0	66,7	40,0	24,1	3,3
3—4		14,3	21,4	31,0	10,0	3,3	23,4	37,9	
5—6		10,7	17,9	3,5	6,7	3,3	13,3	10,4	
7—8		3,6	10,7		3,3		3,3		
9—10		3,6							

Таблица 76

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

Температура, °С		X	XI	XII	I	II	III	IV	Год
от	до								
\leq	-30,0		26	71	79	29	2		28
-29,9	-25,0		25	15	13	7	6		11
-24,9	-20,0	4	13	5	8	43	22		12
-19,9	-15,0	31	15	5		14	24	11	15
-14,9	-10,0	27	6	4		7	20	27	13
-9,9	-5,0	19	11				16	36	12
-4,9	0,0	19	4				10	26	9

Таблица 77

Повторяемость (%) ухудшения видимости (4 км и менее) в зависимости от наблюдавшихся атмосферных явлений. 1940—1975 гг.

Явление	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Туман	765 64,1	330 58,0	18 23,1	5 7,7	1 2,8	2 8,7	7 3,9	17 12,1	25 35,2	47 27,0	139 45,0	682 62,9
Метель		1 0,2	3 3,8	11 16,9	1 2,7					13 7,5	7 2,2	2 0,2
Дымка	400 33,5	218 38,3	30 38,5	5 7,7	1 2,8	2 8,7	2 1,1	3 2,1	6 8,5	21 12,1	109 35,3	368 33,9
Мгла		1 0,2	4 5,1		13 36,1	15 65,2	168 92,8	116 82,3	23 32,4			
Осадки	29 2,4	19 3,3	23 29,5	44 67,7	20 55,2	4 17,4	4 2,2	5 3,5	17 23,9	93 53,4	54 17,5	33 3,0

Примечание. Первая строка — число случаев, вторая — повторяемость.

Таблица 78

Повторяемость (%) горизонтальной видимости менее 1 км при различных скоростях ветра. 1937—1965 гг.

Скорость ветра, м/с	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Штиль	508 15,87	235 7,97	19 0,55	5 0,14	1 0,03	7 0,20	22 0,61	21 0,60	20 0,61	39 1,21	78 2,53	445 14,43
1—2	141 4,40	65 2,21	9 0,26	3 0,09	6 0,17	7 0,20	28 0,78	20 0,58	9 0,27	11 0,34	33 1,07	146 4,73
3—5	13 0,40	7 0,24	1 0,03	5 0,15	4 0,11	4 0,12	7 0,19	3 0,09	4 0,12	6 0,19	6 0,19	14 0,45

Скорость ветра, м/с	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
6—11			1	4	1	1	1			1	2	
≥12			0,03	0,12	0,03	0,03	0,03			0,03	0,06	
Σ	662 20,67	307 10,42	0,06 32 0,93	0,09 20 0,59	12 0,34	19 0,55	58 1,61	44 1,27	33 1,00	57 1,77	119 3,85	605 19,61

Примечание. Первая строка — число случаев, вторая — повторяемость (%) от числа случаев за месяц.

Таблица 79

Число периодов с определенной градацией дальности горизонтальной видимости и их средняя непрерывная продолжительность (часы) (Якутск, аэропорт). 1958—1965 гг.

Градация видимости, км	Периоды и продолжительность	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<0,5	Число периодов	19	7	1	1	0,3	1	—	1	2	1	2	16
	Средняя непрерывная продолжительность	4,2	3,1	1,9	3,7	5,0	1,0	—	1,0	2,3	2,7	3,9	3,2
<1,0	Число периодов	25	6	1	2	0,3	1	—	1	3	3	7	27
	Средняя непрерывная продолжительность	6,1	5,3	2,3	2,8	5,0	1,5	—	1,0	2,9	3,1	3,0	4,8
<2,0	Число периодов	19	14	6	3	0,3	1	—	2	3	8	11	24
	Средняя непрерывная продолжительность	17,8	6,7	2,3	3,6	5,0	2,0	—	2,8	3,5	3,0	7,3	10,3
<4,0	Число периодов	16	12	10	6	1	2	1	3	3	12	15	18
	Средняя непрерывная продолжительность	27,5	11,3	2,6	3,4	3,5	2,7	1,0	3,3	3,9	3,3	8,3	20,1

Примечание. В связи с коротким рядом наблюдений данные таблицы следует считать ориентировочными.

Санитарно-гигиеническая оценка климата

Таблица 80

Полуденная высота солнца (h_{\odot}), продолжительность (ч) светового (С), ультрафиолетового (УФ) и биологического (Б) дня на 22 число месяца

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
h_{\odot}	7,9	17,2	28,3	39,7	47,9	51,0	48,1	39,6	28,0	16,5	7,4	4,5
С	6,3	9,1	12,1	15,4	18,3	19,7	18,1	15,3	12,6	10,0	7,0	5,2
УФ		5,9	9,2	12,2	14,3	15,2	14,3	12,1	9,2	5,6		
Б				6,2	8,5	9,3	8,5	6,1				

Примечания: 1. Продолжительность ультрафиолетового дня приведена при высоте солнца 10° и более. 2. Продолжительность биологического дня приведена при высоте солнца 30° и более.

Таблица 81

Число часов солнечного сияния в период ультрафиолетового ($Ч_{УФ}$) и биологического ($Ч_{Б}$) дня и отношение (%) солнечного сияния в эти периоды к фактическому за полный день ($О_{УФ}$, $О_{Б}$). 1930—1963 гг.

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$Ч_{УФ}$	0	100,9	217,5	262,0	261,2	299,6	294,2	239,4	145,4	65,6	0	0
$О_{УФ}$	0	81,7	89,0	91,7	90,5	88,0	87,0	86,0	79,5	69,3	0	0
$Ч_{Б}$	0	0	0	143,6	166,1	193,4	185,9	128,4	0	0	0	0
$О_{Б}$	0	0	0	50,3	57,6	56,8	55,0	46,1	0	0	0	0

Таблица 82

Краткая комплексная характеристика климата по данным в 13 ч. 1956—1965 гг.

Показатель			Повторяемость показателей							
Температура, °С	Относительная влажность, %	скорость ветра, м/с	VI	VII	VIII	VI—VIII	XII	I	II	XII—II
≥25,0	≥20	<1,5	12,3	33,8	12,7	19,6				
≥20,0	≥20	<1,5	36,7	61,3	38,1	45,4				
		>5,0	18,0	15,5	14,9	16,1				
≤-35,0							85,3	93,3	66,3	81,6
≤-25,0							92,8	98,6	86,5	92,6
≤-30,0		≥1,5					20,7	26,8	18,3	21,9
≤-25,0		≥2,0					19,8	20,7	20,4	20,3
≤-15,0		≥3,5					6,8	5,4	8,1	6,8
≤-10,0		≥3,0					9,2	9,3	12,6	10,4
≤-15,0		≥2,0					20,9	22,6	25,7	23,0
≤-20,0		≥1,0					25,6	31,9	34,5	30,7
		≥5,0					1,2	0,6	1,2	1,0

Примечание. Скорость ветра принимается на уровне роста человека (1,5 м) или по флюгеру с коэффициентом 0,73.

Таблица 83

Повторяемость (%) направления ветра, скорость ветра (м/с) и температура воздуха (°С) по направлениям. Январь

Характеристика	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
----------------	---	----	---	----	---	----	---	----

Якутск, ГМО (1937—1965 гг.)

<i>P</i> %	33	27	1	2	8	10	10	9
<i>v</i> м/с	2,5	2,6	2,0	1,3	1,6	2,2	2,8	2,7
Температура, °С	-41,2	-40,2	-38,5	-41,0	-39,8	-39,0	-36,9	-38,4
Условная температура, °С	-46,2	-45,4	-42,5	-43,6	-43,0	-43,4	-42,5	-43,8

Маган (1958—1965 гг.)

<i>P</i> %	4	20	5	0	2	18	35	16
<i>v</i> м/с	2,6	2,2	2,7	0,0	2,1	2,2	2,8	3,4
Температура, °С	-34,6	-39,5	-36,7		-30,2	-40,6	-36,3	-35,4
Условная температура, °С	-39,8	-43,9	-42,1		-34,4	-45,0	-41,9	-42,2

Примечание. За условную температуру принята температура с учетом скорости ветра, при этом считается, что каждый метр в секунду скорости ветра понижает температуру на 2°С (по А. И. Арнольди).

КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 84

Средняя температура воздуха (°С) в зависимости от направления ветра.
1937—1965 гг.

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	-41,2	-40,2	-38,5	-41,0	-39,8	-39,0	-36,9	-38,4	-44,8
II	-35,4	-34,6	-34,6	-34,7	-35,2	-35,1	-31,3	-31,8	-39,5
III	-22,6	-21,1	-19,0	-19,1	-21,0	-21,9	-20,3	-20,2	-27,2
IV	-6,5	-4,7	-2,6	-3,3	-3,7	-6,7	-7,1	-6,9	-10,7
V	4,6	7,0	9,6	10,6	9,2	6,2	4,0	4,8	3,4
VI	14,7	17,2	17,8	19,0	18,3	15,7	13,6	13,8	11,8
VII	18,2	20,4	22,0	22,8	22,7	18,3	16,8	17,2	16,1
VIII	15,0	17,2	19,6	20,2	18,1	15,5	13,9	14,3	12,5
IX	6,5	9,0	10,3	11,2	8,3	5,3	4,8	5,3	3,8
X	-10,8	-8,9	-7,2	-3,9	-4,9	-6,3	-6,7	-7,5	-10,4
XI	-29,5	-27,3	-24,3	-23,7	-25,7	-26,8	-23,9	-25,1	-32,2
XII	-40,1	-38,3	-37,6	-37,3	-38,4	-37,0	-34,4	-34,5	-42,9
Год	-10,6	-8,7	-7,0	-6,6	-7,7	-9,3	-9,0	-9,1	-13,3

Таблица 85

Повторяемость (%) различных типов погоды и средняя температура
для них в отдельные месяцы. 1937—1965 гг.

Тип погоды	I			IV		
	число случаев	P %	t °С	число случаев	P %	t °С

В 7 ч

Т — Я	538	59,9	-44,5	375	43,2	-12,6
Т — ПЯ	2	0,2	-33,2	13	1,5	-8,1
Т — П	107	11,9	-48,1	28	3,2	-6,0
СВ — Я	218	24,3	-38,8	300	34,5	-9,7
СВ — ПЯ	1	0,1	-14,4	26	3,0	-6,3
СВ — П	20	2,2	-37,1	44	5,1	-4,7
УВ — Я	11	1,2	-35,6	50	5,8	-7,9
УВ — ПЯ				8	0,9	-1,5
УВ — П	1	0,1	-36,7	25	2,9	-5,4

В 13 ч

Т — Я	447	49,9	-40,1	181	20,8	-2,6
Т — ПЯ	11	1,2	-39,5	18	2,1	-0,5
Т — П	144	16,1	-45,4	15	1,7	-1,8
СВ — Я	254	28,4	-37,5	355	40,9	-2,6
СВ — ПЯ	4	0,4	-39,0	48	5,5	0,3
СВ — П	25	2,8	-39,9	54	6,2	-1,2
УВ — Я	9	1,0	-36,8	131	15,1	-2,4
УВ — ПЯ				37	4,3	-2,2
УВ — П	1	0,1	-46,0	29	3,3	-5,4

Тип погоды	VII			X		
	число случаев	P %	t °C	число случаев	P %	t °C

В 7 ч

Т — Я	294	34,3	18,5	270	30,2	-13,9
Т — ПЯ	44	5,1	17,3	42	4,7	-8,1
Т — П	52	6,1	15,1	168	18,8	-8,0
СВ — Я	286	33,3	17,4	163	18,2	-9,6
СВ — ПЯ	50	5,8	15,7	35	3,9	-9,1
СВ — П	93	10,8	14,0	161	18,0	-6,9
УВ — Я	22	2,6	15,3	20	2,2	-12,1
УВ — ПЯ	8	0,9	14,5			
УВ — П	9	1,0	14,6	35	3,9	-6,4

В 13 ч

Т — Я	59	6,8	25,7	186	20,8	-1,0
Т — ПЯ	44	5,1	22,5	35	3,9	-0,5
Т — П	33	3,8	18,1	96	10,7	-0,5
СВ — Я	315	36,3	25,4	204	22,8	-0,5
СВ — ПЯ	144	16,6	23,5	63	7,0	-0,2
СВ — П	111	12,8	18,5	195	21,8	-0,4
УВ — Я	72	8,3	24,0	48	5,4	-0,5
УВ — ПЯ	45	5,2	23,6	24	2,7	-0,4
УВ — П	45	5,2	17,2	45	5,0	-2,1

Примечание. Т — тихо (0—1 м/с), СВ — средний ветер (2—5 м/с), УВ — умеренный и сильный (>5 м/с), Я — ясно (0—2 балла), ПЯ — полуясно (3—7 баллов), П — пасмурно (8—10 баллов).

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ВВЕДЕНИЕ	5
√ 1.1. Физико-географические условия местоположения города	—
1.2. Краткая история развития метеорологических наблюдений	8
1.3. Водные объекты и их режим в районе Якутска	11
2. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ	15
2.1. Атмосферное давление	22
2.2. Ветер	24
3. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ	32
3.1. Продолжительность солнечного сияния	33
3.2. Радиационный баланс подстилающей поверхности	34
3.3. Радиационный режим вертикальных и наклонных поверхностей	39
3.4. Естественная освещенность	44
4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ	46
4.1. Температура воздуха	—
4.2. Температура почвы	67
5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ	76
5.1. Влажность воздуха	—
5.2. Атмосферные осадки	84
5.3. Снежный покров	93
6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ	97
6.1. Облачность	—
6.2. Туманы, дымка и мгла	102
6.3. Грозы и град	112
6.4. Пыльные бури	114
6.5. Засухи	115
6.6. Гололедно-изморозевые отложения	117
6.7. Метели и поэмки	119
6.8. Видимость	122
7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ	124
√ 7.1. Общая характеристика климата	—
7.2. Зима	130
7.3. Весна	136
7.4. Лето	138
7.5. Осень	142

8. МЕЗО- И МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОГО КЛИМАТА	143
9. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДА	162
10. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТА	167
11. КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	176
12. ИЗМЕНЕНИЯ И КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА	179
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	184
ПРИЛОЖЕНИЕ	188
ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ	—
Введение	
1. Средние, ранние и поздние даты ледовых явлений на р. Лене в районе Якутска и их продолжительность	—
2. Уровни воды на р. Лене в районе Якутска различной обеспеченности	189
3. Критические значения уровней воды, продолжительность их стояния и частота появления на р. Лене в районе Якутска	190
Особенности атмосферной циркуляции	191
4. Характеристика месячных, годовых и экстремальных значений атмосферного давления	—
5. Повторяемость направления ветра и штилей и средняя скорость ветра по направлениям	192
6. Повторяемость направления ветра и штилей в различные часы суток	193
7. Повторяемость направления ветра и штилей в городе и пригороде	—
8. Средняя и максимальная скорость ветра	195
9. Максимальная скорость ветра по направлениям	196
10. Повторяемость сильных ветров (15 м/с и более) по направлениям	—
11. Средняя и наибольшая непрерывная продолжительность скорости ветра	197
12. Повторяемость направления ветра на разных высотах	—
13. Средние скорости ветра на высотах в различные часы суток	198
Радиационный и световой режим	199
14. Продолжительность солнечного сияния, отношение наблюдавшейся продолжительности к возможной и число дней без солнца	—
15. Повторяемость непрерывной продолжительности солнечного сияния по градациям	—
16. Месячные и годовые суммы радиации и среднее альbedo	200
17. Экстремальные суммы прямой, суммарной радиации и радиационного баланса	—
18. Интенсивность радиации при действительных условиях облачности	201
19. Продолжительность солнечного сияния (сумма за месяц в часах) для стен разной ориентации на 15-е число месяца	202
20. Средние суточные суммы прямой и суммарной солнечной радиации на вертикальные поверхности разной ориентации	—

21. Суточные суммы прямой радиации на наклонную поверхность ($\alpha=20^\circ$) разной ориентации	202
22. Средние месячные суммы суммарной (E_Q) и рассеянной (E_D) освещенности	203
23. Рассеянная (E_D) и суммарная (E_Q) освещенность при ясном состоянии неба, сплошной облачности и действительных (норма) условиях облачности	—
Термический режим	204
24. Средняя и экстремальная температура воздуха	—
25. Суточный ход температуры воздуха	206
26. Повторяемость суточной амплитуды температуры воздуха в различных пределах (вне зависимости от состояния неба)	207
27. Ежедневная средняя и экстремальная температура воздуха	208
28. Даты наступления средних суточных температур выше 0, 5, 10, 15 °С и ниже 0, 5, 10, 15 °С различной вероятности	210
29. Среднее число дней с переходом температуры воздуха через 0 °С	—
30. Даты последнего и первого заморозков и продолжительность безморозного периода различной вероятности	211
31. Суммы температур воздуха различной вероятности	—
32. Даты перехода температуры воздуха через 8 °С осенью и весной и продолжительность периода с температурой 8 °С и ниже различной вероятности	212
33. Средняя месячная, максимальная и минимальная температура поверхности почвы	—
34. Средняя месячная и годовая температура почвы (°С) на разных глубинах по данным измерений на трех метеоплощадках	213
35. Даты первого и последнего мороза на поверхности почвы и в почве и продолжительность безморозного периода (под естественным покровом)	215
36. Средняя, наибольшая и наименьшая глубина проникновения температуры 0 °С в почву (под естественным покровом)	—
37. Средняя месячная температура поверхности почвы различной обеспеченности	216
38. Средняя месячная температура почвы по глубинам различной обеспеченности	—
Режим увлажнения	218
39. Средняя месячная и годовая влажность воздуха	—
40. Повторяемость относительной влажности воздуха в 13 ч в различных пределах	—
41. Среднее количество осадков, приведенное к показаниям осадкомера	219
42. Месячное и годовое количество осадков различной обеспеченности	220
43. Суточный максимум осадков различной обеспеченности по месяцам и за год	221
44. Повторяемость осадков 0,1 мм и более по их видам по полусуткам	—
45. Твердые, жидкие и смешанные осадки (в % от общего количества)	222
46. Число дней с различным количеством осадков	—
47. Число полусуток с осадками по фазовому состоянию и по градациям и их повторяемость. Год	223

48. Максимальная интенсивность осадков за различные интервалы времени. Год	223
49. Повторяемость осадков различной продолжительности	224
50. Вероятность лет с бездождными периодами различной продолжительности по месяцам	225
51. Даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова различной обеспеченности	—
°	
Режим облачности и атмосферные явления	226
52. Повторяемость ясного, полуюсного и пасмурного состояния неба по общей и нижней облачности	—
53. Число ясных и пасмурных дней по общей и нижней облачности	—
54. Средняя месячная и годовая облачность	227
55. Повторяемость основных форм облаков по месяцам и за год	—
56. Число периодов с высотой облачности, равной и меньше заданной, и их средняя непрерывная продолжительность	228
57. Повторяемость высоты нижней границы облаков ниже 200 м в зависимости от направления ветра	—
58. Повторяемость высоты нижней границы облаков ниже 200 м при различных скоростях ветра	—
59. Число дней с туманом	229
60. Повторяемость различного числа дней с туманом по месяцам	—
61. Продолжительность туманов	—
62. Число дней с дымкой	230
63. Число дней с грозой	—
64. Повторяемость различного числа дней с грозой	—
65. Продолжительность гроз в различные часы суток	231
66. Число дней с градом	—
67. Повторяемость различного числа дней с градом	—
68. Число дней с пыльной бурей	—
69. Повторяемость различного числа дней с пыльной бурей	232
70. Число дней с гололедно-изморозевыми отложениями на проводах гололедного станка	—
71. Максимальная по массе величина отложения льда на проводах гололедного станка	—
72. Повторяемость температуры воздуха и скорости ветра при максимальной по массе за год величине отложения льда на проводах гололедного станка	233
73. Максимальные гололедные нагрузки, возможные один раз в заданное число лет, на различных высотах	—
74. Число дней с метелью и поземком	—
75. Повторяемость числа дней с метелью	234
76. Повторяемость температуры воздуха при метелях в различных пределах	—
77. Повторяемость ухудшения видимости (4 км и менее) в зависимости от наблюдавшихся атмосферных явлений	235
78. Повторяемость горизонтальной видимости менее 1 км при различных скоростях ветра	—
79. Число периодов с определенной градацией дальности горизонтальной видимости и их средняя непрерывная продолжительность (Якутск, аэропорт)	236
Санитарно-гигиеническая оценка климата	237
80. Полуденная высота солнца (h_{\odot}), продолжительность светового (С), ультрафиолетового (УФ) и биологического (Б) дня на 22 число месяца	—
	245

81. Число часов солнечного сияния в период ультрафиолетового ($Ч_{уф}$) и биологического ($Ч_{б}$) дня и отношение солнечного сияния в эти периоды к фактическому за полный день ($О_{уф}$, $О_{б}$)	237
82. Краткая комплексная характеристика климата по данным в 13 ч	238
83. Повторяемость направления ветра, скорость ветра и температура воздуха по направлениям	239
Комплексные характеристики	240
84. Средняя температура воздуха в зависимости от направления ветра	—
85. Повторяемость различных типов погоды и средняя температура для них в отдельные месяцы	—