

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КЛИМАТ Новосибирска

305068

Под редакцией
д-ра геогр. наук С. Д. КОШИНСКОГО,
канд. геогр. наук К. Ш. ХАЙРУЛЛИНА,
канд. геогр. наук Ц. А. ШВЕР



Ленинград Гидрометеонздат
1979

УДК 551.582(571.14) ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КЛИМАТУ
ПРИРОДНО-СРЕДЫ
ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ
РЕГИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КЛИМАТ НОВОСИБИРСКА

В книге содержатся результаты многолетних исследований климата Новосибирска. В ней приведены физико-географические и исторические условия развития города, а также краткая история развития метеорологических наблюдений. Представлена подробная климатическая характеристика по сезонам и по отдельным элементам (температура воздуха и почвы, влажность воздуха, ветер, атмосферные явления и др.).

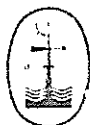
Отдельные главы книги посвящены особенностям климата Новосибирска, загрязненности воздуха. Приводятся также санитарно-гигиеническая оценка климата.

Книга рассчитана на специалистов метеорологов, климатологов, строителей, работников градостроительства, медицины, транспорта, а также для широкого круга читателей.

The book „Climate of Novosibirsk“ contains many years research of Novosibirsk climate. Physiographical and historical conditions of Novosibirsk development are considered. It tells us the history of meteorological observations. Detailed climatological characteristics of seasons and elements (air and soil temperature, air humidity, wind, atmospheric phenomena, etc.) is presented.

Some chapters deal with peculiarities of Novosibirsk climate and air pollution. Sanitary-hygiene climate estimates are presented.

The book is ment for specialists in meteorology, climatologists, designers, medical workers.



© Западно-Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт (ЗСРНИГМИ), 1979 г.

гидрометеорологический институт
К 20807-120 07019(1) 1903040000
069(02)-79

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вопрос о климате города является одним из наиболее актуальных в настоящее время. Климат города — это сложное явление, которое зависит от многих факторов: географического положения, рельефа, растительности, водоемов и т. д. В настоящее время климат города изучается с помощью различных методов: метеорологических наблюдений, географических исследований, математического моделирования и т. д. В данной книге мы рассмотрим климат города с точки зрения его формирования и влияния на окружающую среду. Мы постараемся дать краткое, но содержательное описание климата города, его особенностей и влияния на жизнь человека. Книга предназначена для широкого круга читателей: студентов, специалистов, интересующихся климатом города.

Вопрос о климате города является одним из наиболее актуальных в настоящее время. Климат города — это сложное явление, которое зависит от многих факторов: географического положения, рельефа, растительности, водоемов и т. д. В настоящее время климат города изучается с помощью различных методов: метеорологических наблюдений, географических исследований, математического моделирования и т. д. В данной книге мы рассмотрим климат города с точки зрения его формирования и влияния на окружающую среду. Мы постараемся дать краткое, но содержательное описание климата города, его особенностей и влияния на жизнь человека. Книга предназначена для широкого круга читателей: студентов, специалистов, интересующихся климатом города.

Новосибирск — крупный индустриальный центр Западной Сибири — занимает площадь 477 км², в административном отношении он разделен на девять районов, каждый из которых вносит определенный вклад в формирование микроклимата города. Густая сеть трамвайных, троллейбусных и автобусных линий связывает все районы. Река Обь делит город на две части, отличающиеся между собой рельефом. Новосибирск — город развитого жилищного и промышленного строительства: ежегодно появляются новые жилые микрорайоны, вырастают заводские корпуса, культурные и бытовые комплексы. Все это, вписываясь в общий фон города, накладывает свой отпечаток на микроклимат.

Книга посвящена климату этого большого города. В ней дана характеристика основных элементов климата, описание сезонов года, циркуляционных факторов климата, мезо- и микроклиматических особенностей, даны агрометеорологическая и санитарно-гигиеническая оценки климата, сообщаются сведения об изменении отдельных его элементов. Вопрос об изменении климата приобретает в настоящее время особое значение, поскольку этот процесс обуславливается в первую очередь влиянием возрастающей с каждым годом хозяйственной деятельности человека (градостроительство, разработка природных ископаемых, строительство крупных промышленных объектов и т. д.).

Книга подготовлена в лаборатории изучения климата городов отдела метеорологии и климата Западно-Сибирского регионального НИГМИ под руководством зав. лабораторией В. Л. Кухарской. В подготовке книги принимали участие сотрудники института: М. И. Босина, Л. Б. Игнатова, И. А. Изнаирская, Р. А. Лаврентьева, И. О. Лучицкая, Л. И. Курыгина, П. П. Нечипоренко, Л. С. Рудова, Е. П. Падалка, И. П. Прокопьева, Т. М. Фоничкина, М. И. Черникова, Л. Я. Школлер, В. М. Яркова. Отдельные разделы подготовлены ст. научным сотрудником Новосибирского санитарного института В. М. Пивкиным (1.1, 8.1, 8.2, 9).

В подготовке книги принимали участие также ст. инженер Г. Х. Теплова, техники Л. И. Бабаева, К. А. Володина, Т. Н. Сазонова, Н. Ф. Мартынова. В проведении микроклиматических наблюдений большую помощь оказали инженеры В. П. Набока, Т. И. Старостина и техники Ф. Я. Вареница, Н. А. Игуменова.

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

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Физико-географические и исторические условия развития Новосибирска

Новосибирск — один из крупнейших промышленных, культурных и научных центров Советского Союза. По числу жителей он стоит на восьмом месте в СССР и на четвертом в РСФСР, а по занимаемой площади — на третьем месте после Москвы и Ленинграда. С севера на юг город вытянулся почти на 50 км. Несколько меньше его протяженность по ширине (рис. 1).

Новосибирск занимает одно из первых мест в Советском Союзе по темпу прироста населения. Чтобы перешагнуть миллионный рубеж, ему потребовалось всего 70 лет. Этому во многом способствовало его исключительно выгодное экономическое и географическое положение.

Город расположен на юго-востоке Западно-Сибирской равнины, на обоих берегах р. Оби, которая служит транспортной магистралью — на юг Западной Сибири, к сибирской житнице — Алтайскому краю, на север — в Томскую и Тюменскую области, известные своими месторождениями нефти и природного газа (обе области входят в состав Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна). Выбирая створ для постройки железнодорожного моста через Обь, давшего начало Новосибирску, инженер-изыскатель и известный русский писатель Н. Г. Гарин-Михайловский вряд ли мог предположить, что глухой лесной поселок волею, трудом и героизмом народа превратится в современный город с мировой известностью.

Климат Новосибирска и его пригородов — континентальный. Он значительно суровее климата районов Европейского и Американского континентов, находящихся на той же географической широте и долготе. Но достаточно благоприятные природные ресурсы с давних пор способствовали расселению людей в Новосибирском Приобье.

Русские — это были новгородцы — появились здесь еще в XI в., а во второй половине XV в., за сто лет до похода Ермака на Обь, в юго-западной Сибири возникли одни из первых русских поселений — села Кирза и Шибково. Это объясняется

средняя месячная температура которой равна в июле 21,7°C, а в августе 19,4°C.

Влияние Новосибирской ГЭС на участок Оби ниже плотины заметно сказывается только на ледовом режиме. Осенью река здесь долго не замерзает, весной же она без заметного ледохода освобождается от ледяного покрова.

Современный рельеф города формировался на протяжении длительной геологической истории при сильном воздействии в последние десятилетия антропогенных факторов. Большая часть территории Новосибирска расположена на Приобском плато. В современном рельефе берегов Оби выделяются три надпойменные террасы. Наиболее высокая третья надпойменная терраса (120—130 м над ур. моря, 30—40 м над ур. реки) широко распространена на правом берегу реки, а на левом образует несколько разобщенных площадок. Вторая надпойменная терраса (105—115 м над ур. моря, 15—25 м над ур. реки) развита в основном на участках Огурцово — Малое Кривошеково, Ересная — Толмачево, в районе Академгородка и с. Бугры. Рельеф местности, занимаемой террасой, равнинный с пологим наклоном в сторону Оби. На участке Ересная — Толмачево расположена плоская заболоченная низина. Первая надпойменная терраса имеет отметки 100—105 м над ур. моря (или 10—15 м над ур. реки). В районе Новосибирского водохранилища первая и вторая террасы затоплены.

Хотя рельеф города относительно ровный, однако более чем 70% его территории перед строительством проектированием нуждается в инженерных изысканиях. Обусловлено это активно развитыми физико-географическими процессами, главными из которых являются эрозия почвы (результат — изрезанность правобережья оврагами и глубокими долинами малых речек), разрушение берегов Оби, заболачивание отдельных участков, затопляемость больших территорий паводковыми водами Оби и просадочность грунтов. Особую проблему для города представляет овражная эрозия. Площадь овражных зон близка к 3000 га. Всего же в пределах городской черты насчитывается 220 оврагов общей протяженностью 58,6 км.

Генеральным планом развития Новосибирска предусмотрены мероприятия, направленные на улучшение существующего рельефа города. Исторически сложилось так, что население более чем миллионного города, возникшего на реке, почти не имеет к ней свободного выхода. Поэтому в комплексе мероприятий предусматривается закрепление берегов Оби — террасирование и озеленение затопляемых паводковыми водами береговых откосов, устройство донных полузапруд и подпорных стен на бережной.

В пределах города на Оби имеется два наиболее подходящих для устройства пляжей участка: протока между островом Отдыха и левым берегом, доходящая до устья Каменки, и участок

1. Введение. 2. История развития. 3. Основные принципы. 4. Методы исследования. 5. Результаты. 6. Заключение. 7. Литература. 8. Приложение. 9. Справочный материал. 10. Заключение.

Вопрос о том, что такое искусство, является одним из самых сложных и дискуссионных в философии культуры. В то время как наука стремится к объективности и универсальности, искусство часто рассматривается как субъективное и уникальное. Оно выражает эмоции, идеи и ценности, которые могут быть разными для разных культур и эпох. Искусство также имеет способность вызывать эстетическое наслаждение и вдохновение. Таким образом, искусство — это сложный феномен, который требует глубокого анализа и понимания.

[illegible]

на правом берегу — от устья Первой Ельцовки до Заельцовского парка. В естественных условиях на Оби обширную пляжную зону намечено создать и в районе парка в устье Инн.

В городской черте находятся два участка, нуждающиеся в защите от затопления: на левом берегу — пойма Оби от устья Тулы до поселка судоремонтного завода, на правом — пойма Оби до устья Инн.

По природным условиям Новосибирск целиком входит в лесостепную зону. Территория города подразделяется на две крупные части: правобережную — зону ленточных боров и смешанных лесов Приобья и левобережную — зону северной и южной лесостепи. Границей между ними является Обь.

Площадь зеленых насаждений в Новосибирске составляет 1819 га, а это значит, что на одного жителя приходится только 6 м² зеленых насаждений, что в 3—4 раза меньше, чем того требуют градостроительные нормы. Обеспеченность зелеными насаждениями по районам города колеблется от 0,6 (Железнодорожный район) до 14,2 м²/чел (Первомайский район).

Большие естественные растительные массивы распределены по городу неравномерно и не образуют органической системы озеленения. Зеленые массивы на правом берегу города располагаются в южной и северной частях города на месте сплошного соснового бора. В центральной части города вдоль Оби вообще нет крупных зеленых массивов. Левобережная часть еще беднее зеленью. Бугринская роща площадью около 165 га недостаточна для таких больших районов, как Кировский и Ленинский. Расположенный на севере Кудряшовский бор удален от жилой застройки на 10—12 км.

Озелененные территории жилой застройки (парки, скверы, бульвары) также не образуют единого зеленого пояса и не связаны с естественными пригородными лесными массивами. Они слишком малы по площади. Так, центральный парк культуры и отдыха имеет площадь всего 9,5 га, парк имени Кирова — 12 га, детский парк имени Кирова — 7,2 га. И только Заельцовский парк занимает 140 га, но он расположен на окраине города. Между тем в Новосибирске имеются жилые территории достаточно озелененные. Это районы Красной Горки и Академгородка. И еще одна особенность, характерная для Новосибирска, — это хорошее озеленение улиц: протяженность зеленых насаждений составляет 1141,6 км.

В соответствии с генеральным планом развития города общая система озеленения предусматривает озеленение как правобережной, так и левобережной частей города, основные зеленые ансамбли которых будут связаны с садами жилых районов и микрорайонов скверами, бульварами, аллеями и магистральными защитными полосами, зелеными насаждениями ограни-

В 1921 г. в Новомосковском уезде, в с. Новомосковское, родился Александр Иванович Косов. В 1938 г. окончил Московский университет. В 1940 г. поступил в аспирантуру Академии наук СССР. В 1941 г. был мобилизован в армию. Служил в 1-й гвардейской артиллерийской дивизии. В 1942 г. был ранен. После войны продолжил обучение в аспирантуре Академии наук СССР. В 1945 г. защитил кандидатскую диссертацию. В 1946 г. был назначен на должность старшего научного сотрудника. В 1948 г. был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР. В 1950 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1952 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1954 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1956 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1958 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1960 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1962 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1964 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1966 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1968 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1970 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1972 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1974 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1976 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1978 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1980 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1982 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1984 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1986 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1988 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1990 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1992 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1994 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1996 г. был избран членом Академии наук СССР. В 1998 г. был избран членом Академии наук СССР. В 2000 г. был избран членом Академии наук СССР. В 2002 г. был избран членом Академии наук СССР. В 2004 г. был избран членом Академии наук СССР. В 2006 г. был избран членом Академии наук СССР. В 2008 г. был избран членом Академии наук СССР. В 2010 г. был избран членом Академии наук СССР. В 2012 г. был избран членом Академии наук СССР. В 2014 г. был избран членом Академии наук СССР. В 2016 г. был избран членом Академии наук СССР. В 2018 г. был избран членом Академии наук СССР. В 2020 г. был избран членом Академии наук СССР. В 2022 г. был избран членом Академии наук СССР.

периода, оно велось выборочно. Массовое жилищное строительство тяготело к городским окраинам, образуя относительно самостоятельные жилые районы, что способствовало непомерному росту территории города и рассредоточенности населения.

К 1940 г. Новосибирск вырос как по количеству жителей (430 тыс.), так и территориально (37 тыс. га). Жилой фонд города в 1941 г. по сравнению с 1932 г. удвоился, однако преобладали по-прежнему дома одноэтажные, преимущественно деревянные, которые занимали почти 90% территории.

В условиях все увеличивающегося объема строительных работ остро стоял вопрос о необходимости в дальнейшем планового регулирования застройки города. Активное участие в проектировании и строительстве города принимали известные архитекторы А. Д. Крячков, И. В. Жолтовский, А. В. Власов, С. Н. Кожин и др.

В годы войны и в послевоенный период расширены действующие и построены новые предприятия, интенсивно и последовательно проводится жилищно-гражданское строительство, возведены путепроводы, дамбы, мосты, проложены новые трамвайные линии, введено троллейбусное движение. В 1955 г. сдан в эксплуатацию мост Октябрьский через Обь, связавший правобережную и левобережную части Новосибирска. Появилась возможность сконцентрировать жилищное строительство на свободной территории левобережья, в районе «Башни» и около Бугринской рощи. Крупные жилые массивы возникают и на правобережье — на территории Заельцовского, Дзержинского и Октябрьского районов. Началась реконструкция старых районов города.

Очередной этап в развитии города начался в 1957 г. после постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О развитии жилищного строительства в СССР», в котором главное внимание было обращено на решение важнейшей задачи — ликвидации недостатка в жилье на основе индустриализации строительства. Создаются крупные жилые массивы с широким применением типовых проектов, с созданием новой структуры планировочных звеньев (микрорайонов, жилых и городских районов). Проводятся большие работы по развитию транспортной и инженерно-коммуникационной сети, а также по повышению уровня благоустройства и озеленения.

В 1957 г. в Новосибирске основывается Сибирское отделение Академии наук СССР, позднее — Сибирское отделение Всесоюзной Академии сельскохозяйственных наук и Сибирский филиал Академии медицинских наук СССР. В результате город становится крупным научным центром страны и приобретает мировую известность. Разместившись на свободных территориях, примыкающих к городу, эти три подразделения академий определили его дальнейший территориальный рост, развитие еще

более расчлененной планировочной структуры. Сотни гектаров занимают каменные здания, асфальт и бетон дорог, улиц, проездов и т. п., что еще более усиливает антропогенное воздействие на внешнюю среду, делая материальную структуру города важнейшим климатоформирующим фактором.

К 1975 г. население города достигло почти 1300 тыс. жителей, а территория выросла до 48 тыс. га.

1.2. Краткая история развития метеорологических наблюдений

Первые метеорологические наблюдения на территории сегодняшнего Новосибирска относятся к концу XIX в. В связи со строительством Транссибирской железнодорожной магистрали и постройкой железнодорожного моста через Обь необходимы были данные о метеорологической обстановке — температуре и влажности воздуха, скорости и направлении ветра, атмосферных осадках, метелях и т. д.

В 1891 г. была открыта первая метеорологическая станция в поселке Кривошековский выселок (Новая деревня), расположенном на возвышенности. К северу и востоку от метеостанции местность повышалась, сразу около нее начинался обширный хвойный лес. Первыми наблюдателями на этой станции были супруги Эккер. С 1891 по 1896 г. проводились наблюдения за давлением, температурой и влажностью воздуха, атмосферными осадками, скоростью и направлением ветра, облачностью и атмосферными явлениями.

В январе 1897 г. метеорологическая станция была перенесена на правый берег Оби, к железнодорожному мосту, и стала называться Правая Обь. В 1915 г. станция находилась при конторе начальника 9-го участка железной дороги и называлась Новониколаевск. В 1922 г. она была перенесена в центр города и размещена в саду. Но поскольку станция оказалась окруженной со всех сторон одноэтажными домами и садами, возник вопрос о переносе станции на более открытое место.

С 1925 г. станция называется Новосибирск в связи с изменением названия города.

В 1928 г. она располагалась на возвышенном месте в восточной части города в 200 м от вокзала Новосибирск-II (ныне Новосибирск-Южный). К югу возвышенность заканчивалась обрывом, под которым внизу проходило полотно железной дороги. Эта метеорологическая станция в 1937 г. была закрыта. Материалы наблюдений всех перечисленных метеорологических станций, начиная с 1891 г., опубликованы в *Летописях Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова*.

В 1927 г. в 12 км к востоку от Новосибирска начала работу Зональная опытная станция зерновых культур. На ее территории в том же году была открыта метеорологическая станция

В январе 1971 г. создан Западно-Сибирский региональный вычислительный центр (ЗСРВЦ).

В 1971 г. в соответствии с решением Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике и в целях улучшения гидрометеорологического обслуживания народного хозяйства и развития научных исследований в области гидрометеорологии Сибири на базе Новосибирского филиала Гидрометцентра СССР, Новосибирской гидрометеорологической обсерватории и бюро погоды Западно-Сибирского управления гидрометслужбы создается Западно-Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт. Он выполняет функции Новосибирского регионального метеорологического центра в системе Всемирной службы погоды (ВСП).

В Новосибирске, кроме метеорологических станций Госкомгидромета, действуют станции специального назначения, где также ведутся метеорологические наблюдения. Работают метеорологические станции с 1949 г. в Ботаническом саду Сибирского отделения Академии наук СССР, а с 1959 г. — в Тулинском учебном хозяйстве Новосибирского сельскохозяйственного института. Это — фенологические станции, изучающие зависимость явлений живой природы от условий погоды. В 1960 г. открылись биоклиматические станции в Заельцовском и Речкуновском санаториях, задача которых — изучение микроклимата санаториев и его влияние на больных. Материалы наблюдений этих станций использованы для мезоклиматического районирования Новосибирска.

В последние годы на метеостанциях для измерения различных метеорологических элементов широко внедряются средства механизации и автоматизации, введены в действие мощные радиопередатчики, сложное радиотехническое и электронное оборудование, метеорологические радиолокаторы (МРЛ) и другие приборы новой техники. Все это в комплексе позволяет получать богатый материал по гидрометеорологическому режиму обслуживаемой территории и значительно улучшает его качество.

1.3. Общая характеристика климата

Климат — это режим атмосферных условий, характерный для данного места Земли в силу его географического положения. Основными факторами, способствующими формированию климата, являются солнечная радиация, общая циркуляция атмосферы, характер подстилающей поверхности, влагооборот и пр.

По ландшафтной классификации климатов Берга, климат Новосибирска относится к климату низин, к типу — климат лиственных лесов умеренной зоны (подзона — лесостепь), для которого характерно преобладание летних осадков (в Новоси-

бирске сумма осадков за теплый период почти в три раза больше, чем за холодный). Средняя температура трех летних месяцев составляет 16—19°C.

По классификации климатов СССР Будыко и Григорьева [24], основанной на учете ресурсов тепла и влаги в различных ландшафтных зонах, климат Новосибирска относится к климату недостаточного увлажнения с теплым летом и умеренно-суровой малоснежной зимой с температурой января, изменяющейся от —13 до —32°C, и наибольшей средней декадной высотой снежного покрова менее 50 см. По условиям увлажнения в недостаточно влажном районе отношение испаряемости к осадкам (индекс сухости) изменяется от 1,00 до 3,00. По термическим условиям теплого периода это район, где сумма положительных температур изменяется от 2200 до 4400°C.

По агроклиматическому районированию [1], т. е. по тепло- и влагообеспеченности, климат Новосибирска относится к умеренно теплому с недостаточным увлажнением.

В качестве показателя теплообеспеченности обычно используется сумма активных температур воздуха за теплый период года с устойчивой температурой выше 10°C, обеспечивающей активную вегетацию большинства культурных растений. Для Новосибирска эта сумма равна 1920°C. Безморозный период длится 120 дней. Оценка влагообеспеченности вегетационного периода обычно дается по гидротермическому коэффициенту Селянинова (ГТК), представляющему собой отношение суммы осадков за период с температурой выше 10°C к сумме температур за этот же период. Для Новосибирска ГТК равен 1,0 что соответствует недостаточной увлажненности вегетационного периода.

Общее фоновое представление о климате дают средние характеристики, полученные из многолетнего ряда наблюдений (рис. 2).

Зима в Новосибирске суровая и продолжительная, с устойчивым снежным покровом, сильными ветрами и метелями. Во все зимние месяцы возможны оттепели, но они кратковременны и наблюдаются не ежегодно. Вследствие обилия солнечного света и тепла лето жаркое, но сравнительно короткое. Оно характеризуется незначительными изменениями температуры от месяца к месяцу и большим количеством осадков. Осадки выпадают в основном в виде ливневых дождей, сопровождающихся грозами. Переходные сезоны (весна и осень) короткие и отличаются неустойчивой погодой, весенними возвратами холодов, поздними весенними и ранними осенними заморозками. Особенно велика изменчивость погоды в мае. Осенью почти ежегодно во второй половине сентября и в первой декаде октября на короткое время устанавливается солнечная, сухая и сравнительно теплая погода, известная как «бабье лето».

абсолютный рекордный месячный рекорд января самый теплый —
инюль (контиентальный антициклон). Средняя годовая амплитуда
температуры воздуха 38°C, абсолютная 91°C. Период
температурой выше 5°C длится в Новосибирске 158 дней
(табл. 1). Из общего годового числа часов солнечного сияния
хорошего в 1958 г. было 2007,3 ч (в Новосибирске 1723 ч).

Удельная относительная влажность воздуха в январе самая низкая, а в июле — самая высокая. В январе относительная влажность воздуха 60%, в июле 78%. В Новосибирске в 1958 г. было 2007,3 ч (в Новосибирске 1723 ч).

В Новосибирске в 1958 г. было 2007,3 ч (в Новосибирске 1723 ч).

В Новосибирске в 1958 г. было 2007,3 ч (в Новосибирске 1723 ч).

В Новосибирске в 1958 г. было 2007,3 ч (в Новосибирске 1723 ч).

В Новосибирске в 1958 г. было 2007,3 ч (в Новосибирске 1723 ч).

В Новосибирске в 1958 г. было 2007,3 ч (в Новосибирске 1723 ч).

В Новосибирске в 1958 г. было 2007,3 ч (в Новосибирске 1723 ч).

В Новосибирске в 1958 г. было 2007,3 ч (в Новосибирске 1723 ч).

В Новосибирске в 1958 г. было 2007,3 ч (в Новосибирске 1723 ч).

В Новосибирске в 1958 г. было 2007,3 ч (в Новосибирске 1723 ч).

2. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Новосибирск расположен на юго-востоке Западной Сибири, климат которой обусловлен положением ее внутри обширного материка Евразии и особенностями циркуляции атмосферы над данной территорией. Западная Сибирь занимает северную часть Евразийского материка. Она значительно удалена от теплых морей и практически открыта для мощных арктических вторжений с севера. Высокие горы, расположенные далеко на юге от Западной Сибири, препятствуют проникновению теплых влажных масс воздуха с океанов, омывающих континент Азии с юга. Но тропические воздушные массы из Ирана и Средней Азии довольно часто вторгаются сюда с юго-запада. Невысокий Уральский хребет на западе не препятствует проникновению в Западную Сибирь влажных воздушных масс с Атлантики.

Таблица 2

Распределение барических образований на юго-востоке
Западной Сибири по сезонам

Барическое образование	Зима		Весна		Лето		Осень		Год	
	<i>n</i>	$\bar{n}$	<i>n</i>	$\bar{n}$	<i>n</i>	$\bar{n}$	<i>n</i>	$\bar{n}$	<i>n</i>	$\bar{n}$
Антициклон	193	22	63	8	54	7	67	8	377	47
Гребень	388	48	140	17	138	17	147	18	813	102
Малогradientное барическое образование	199	22	95	12	372	47	108	13	774	97
Циклон	222	28	78	10	60	8	56	7	416	52
Ложбина	208	26	112	14	112	14	110	14	542	68
Всего	1210		488		736		488		2922	

Примечание. *n* — число случаев с конкретным барическим образованием за период 1968—1975 гг.

Анализ атмосферных процессов за период с 1968 по 1975 г. позволил установить, что в среднем за год на юго-востоке Западной Сибири проходит 47 антициклонов, 52 циклона, 68 ложбин, 102 гребня и 97 малогradientных барических образований (табл. 2). Повторяемость тех или иных барических образований

для различных сезонов года неодинакова. Зимой преобладает область повышенного давления в виде отрога сибирского антициклона, центр которого находится над внутренними районами Монголии (рис. 3). Зимний характер циркуляции преобладает с ноября по март. На юг Западной Сибири и Новосибирск иногда «вытягиваются» ложбины, связанные в основном с размытыми или приземными фронтами (когда циклоны перемещаются севернее 75° с. ш.). Расположение западного отрога сибирского

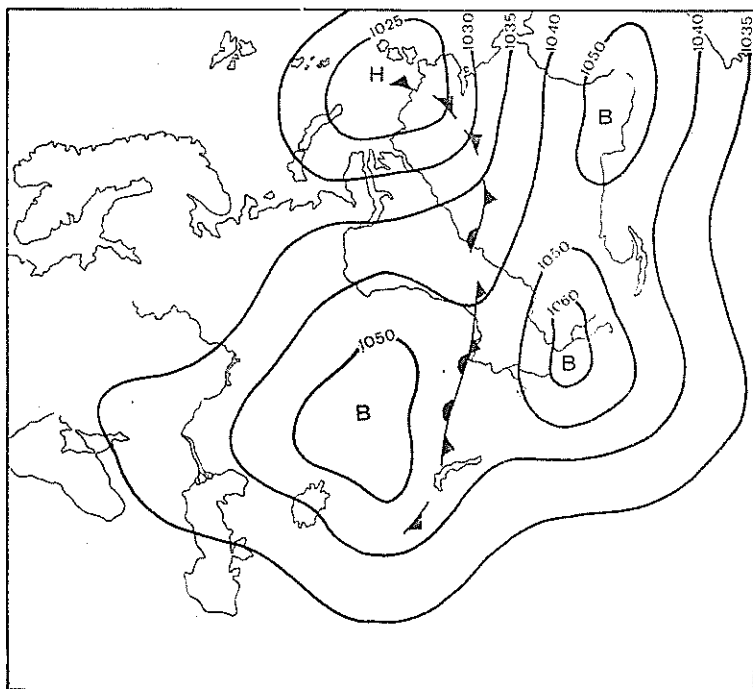


Рис. 3. Карта погоды за 21 ч 2 февраля 1968 г. Отрог сибирского антициклона.

антициклона не остается зимой постоянным. При его ослаблении и смещении к юго-востоку происходит вынос прогретого воздуха с юга (рис. 4). Выход южных циклонов на юго-восток Западной Сибири осуществляется зимой (чаще всего в декабре и январе), примерно в 37% случаев. Эти циклоны обычно имеют большие скорости перемещения. Так, циклоны из районов Каспийского моря могут достигнуть Новосибирска за 1,5 суток. Сочетание больших скоростей перемещения циклонов со значительным его углублением вызывает резкие изменения в температуре воздуха, сильные ветры, метели. При выходе юж-

Весной через юг Сибири часто проходят циклоны, перемещающиеся с Карского и Баренцева морей. В тылу этих циклонов происходит заток арктического воздуха, что вызывает так называемый возврат холодов в весенние месяцы. При «ныряющих» циклонах минимальные температуры в апреле могут колебаться от 0 до -20°C , что значительно ниже нормы. В мае минимальная температура воздуха при этих процессах может понижаться до -10°C .

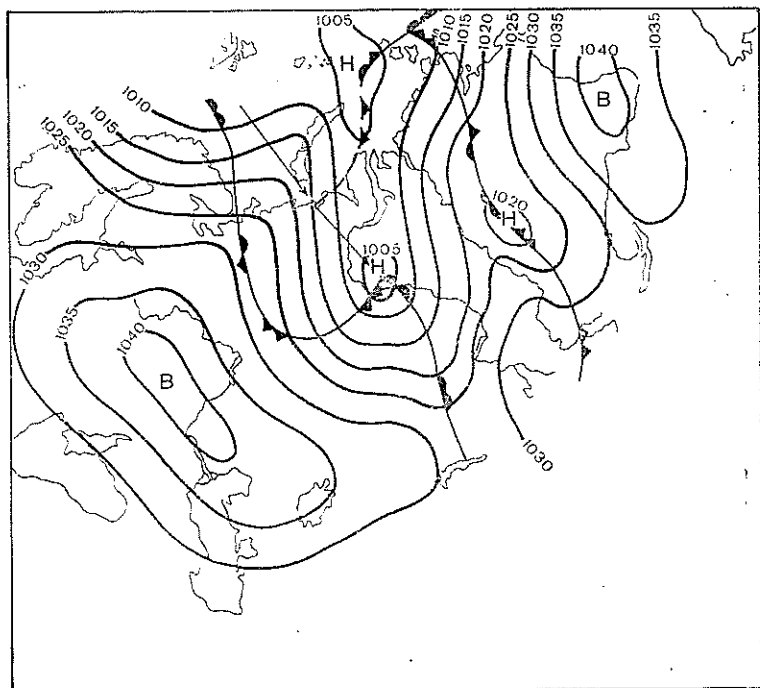


Рис. 6. Карта погоды за 3 ч 26 февраля 1964 г. «Ныряющий» циклон.

Количество осадков при этом типе циркуляции может колебаться в широких пределах. Значительные осадки обычно отмечаются в циклонах, углубляющихся над территорией Западной Сибири. В этот период характерной особенностью является возникновение над территорией Западной Сибири местных циклонов и процесс их регенерации. Максимум повторяемости регенерации циклонов приходится на переходные сезоны года. Таким образом, весенние месяцы отличаются быстрыми темпами развития циркуляционных процессов и резкой сменой погоды. Выносы тепла сменяются холодными вторжениями, возвратами холодов, весенними снегопадами и метелями.

Летом по мере прогревания континента давление над ним падает. Над Новосибирском, как и над всей территорией юго-востока Западной Сибири, преобладает малоградиентное поле пониженного давления, связанное с областью континентальной азиатской термической депрессии. Основным процессом летнего времени года является формирование континентальной воздушной массы, которая образуется главным образом из поступающей с севера арктической воздушной массы. Морской воздух, приходящий с антициклонами с запада, также трансформируется в континентальный.

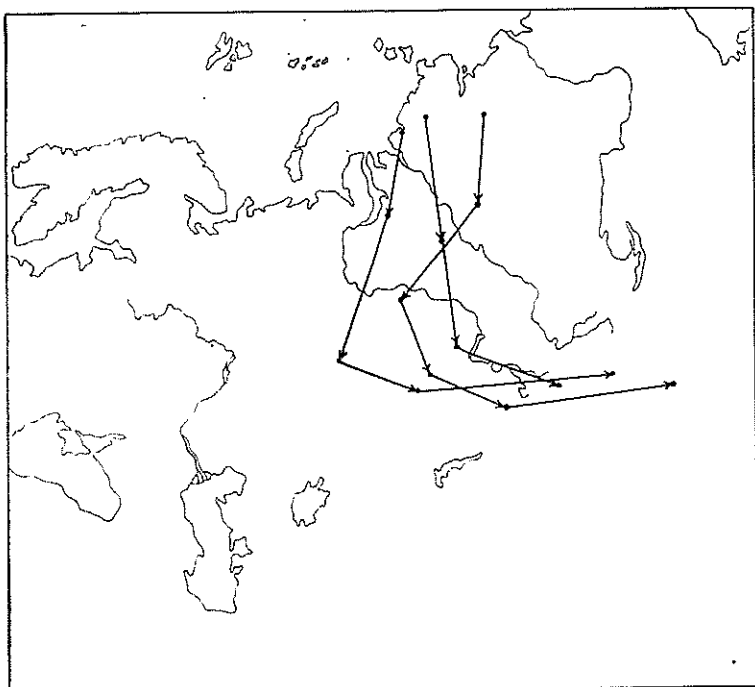


Рис. 7. Траектории смещения антициклонов при значительных похолоданиях зимой.

В противоположность зиме летом преобладание континентального воздуха ведет к повышению температуры. Летние процессы протекают медленнее, чем зимние, циклоны менее глубокие и ветры слабее, чем зимой.

Летние осадки чаще всего связаны с термической неустойчивостью атмосферы. В Новосибирске они обуславливаются различными по характеру синоптическими процессами и могут формироваться в основном в циклонических (83%), но отчасти и в антициклонических полях (17%). Только центральная часть антициклонов создает надежную ситуацию, гарантирующую от-

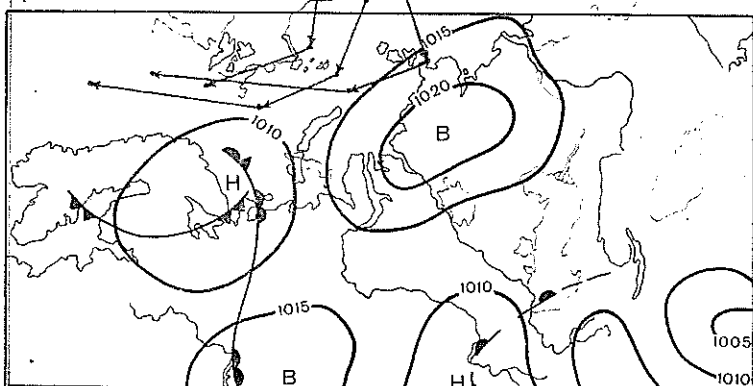
отсутствие дождей, но вероятность выпадения дождей, близкая к 100% при прохождении центральных части циклонов. Вспадение осадков связано с антициклонической деятельностью, поэтому в большинстве случаев их формирование выделяется в отдельные циклоны. Исследованиями процессов в экваториальной зоне осадков в тропиках (около 37% от общего количества осадков); в экваториальной зоне (около 33%) и в субтропиках (около 18%) — западные циклоны (18%);

— высокие мало подвижные циклоны (7%);

— размытое поле пониженного давления и седловина (5%).

Осадки наблюдаются в основном при прохождении фронтов. В большинстве случаев это холодные фронты — основные или второго рода. Только 20% фронтальных разделов осадков не вызывает.

В зоне фронтов, особенно холодных, в неустойчивой воздушной массе в летнее время отмечается большая вероятность образования грозовой деятельности. Грозы наиболее часто наблюдаются при движении циклонов с запада и юго-запада и со-



ОП. ДАТА. ТИП. ИЛИ ВОЗМОЖНОСТИ. ВНЕШНЕГО. ИЛИ ТОВАРИЩ. А. 1988. ПОДРОБНЕЕ. ИЛИ. ВНЕШНЕГО. ИЛИ. ТОВАРИЩ. А. 1988.

— неустойчивой, особенно в экваториальной зоне, в неустойчивой воздушной массе в летнее время отмечается большая вероятность образования грозовой деятельности. Грозы наиболее часто наблюдаются при движении циклонов с запада и юго-запада и со-

[illegible]

Таблица 3
Атмосферное давление (мбар) на уровне станции

Месяц	$\bar{p}$	$p_{\text{макс}}$	$p_{\text{мин}}$	Месяц	$\bar{p}$	$p_{\text{макс}}$	$p_{\text{мин}}$
I	1011,3	1038,7	965,4	VII	991,8	1007,4	967,3
II	1011,2	1045,1	973,9	VIII	994,8	1014,5	976,2
III	1008,3	1037,2	974,6	IX	1000,9	1026,7	973,4
IV	1004,0	1037,0	973,0	X	1004,5	1028,3	971,4
V	999,3	1021,9	970,2	XI	1008,4	1039,2	973,9
VI	994,3	1012,6	975,4	XII	1012,4	1045,1	971,9
				Год	1003,4	1045,1	965,4

Примечание. Средние значения вычислены за период 1930—1955 гг., а экстремальные — за период 1891—1975 гг.

Ветер. В течение всего года на юго-востоке Западной Сибири преобладает юго-западный перенос воздушных масс. Это связано со стационариванием азиатского антициклона над Восточной Сибирью, отрог которого нередко распространяется далеко на запад. В январе повторяемость южных ветров составляет 35%, а юго-западных — 29%. Зимой повторяемость ветров северных, восточных и северо-западных направлений небольшая (3—7%). Наименьшей изменчивостью в течение года отличаются ветры восточного и юго-восточного направлений. Так, повторяемость ветров колеблется от 2% в ноябре до 9% в июле.

Летом уменьшаются температурные контрасты между северными и южными широтами и активизируется антициклоническая деятельность над арктическими морями. В табл. 4 приводятся средняя и максимальная скорость ветров и их повторяемость по направлениям, а в табл. 5 дана средняя продолжительность штилей по сезонам.

Весной и осенью происходит перестройка барического поля. При переходе от зимы к лету увеличивается повторяемость ветров северной четверти, хотя преобладающими по-прежнему остаются южные и юго-западные ветры (рис. 9).

Распределение скоростей ветра по направлениям аналогично распределению повторяемости направлений ветра по румбам, а именно: наибольшая средняя скорость совпадает с наибольшей повторяемостью направления. Однако средние скорости ветра по направлениям распределяются более равномерно. Если в июле роза ветров вытянута в северном и южном направлениях, то распределение скоростей ветра равномернее, что объясняется увеличением скорости ветра восточного и западного направлений при малой их повторяемости (рис. 10).

Скорость ветра определяется структурой барического поля. Наименьшая скорость наблюдается в безградиентных барических полях. В годовом ходе минимум скорости ветра приходится на лето, когда преобладают малоактивные процессы. В

Таблица 4¹
Средняя и максимальная скорость ветра (м/с) и повторяемость ветра по направлениям

Направление	Зима				Весна				Лето				Осень				Год			
	$\bar{v}$	P%	$v_{\max}$	P%	$\bar{v}$	P%	$v_{\max}$	P%	$\bar{v}$	P%	$v_{\max}$	P%	$\bar{v}$	P%	$v_{\max}$	P%	$\bar{v}$	P%	$v_{\max}$	P%
С	3	4	9	7	4	9	18	14	3	13	12	11	3	7	10	9	3	8	18	12
СВ	3	6	12	10	4	10	17	13	4	15	12	11	3	7	12	10	3	9	17	11
В	3	4	9	7	3	5	12	10	3	8	25	24	3	5	15	13	3	5	25	16
ЮВ	4	10	17	14	3	6	12	10	3	9	10	9	4	9	10	9	4	9	17	11
Ю	5	31	20	16	5	20	17	13	4	18	12	11	5	24	18	15	5	23	20	13
ЮЗ	6	31	28	23	5	24	18	14	4	16	18	17	5	27	22	20	5	25	28	17
З	4	9	17	14	4	15	18	14	3	11	9	8	3	13	18	15	4	12	18	11
СЗ	3	5	10	9	4	11	14	12	3	10	10	9	3	8	10	9	3	9	14	9
ШТИЛЬ	—	10	—	—	—	7	—	—	—	15	—	—	—	11	—	—	—	11	—	—

¹ Таблицы, относящиеся к этому разделу, составлены за период 1936—1972 гг.

Таблица 5

Средняя продолжительность штителей по сезонам (в числителе — в часах, в знаменателе — в %)								В %	Лет
Зима	Весна	Лето	Осень					Лет	
159/38	56/13	128/31	77/18	3	4	2	3	20/100	

июле средняя месячная скорость ветра составляет 2,6 м/с. В суточном ходе скорости ветра максимум наблюдается в 13 ч,

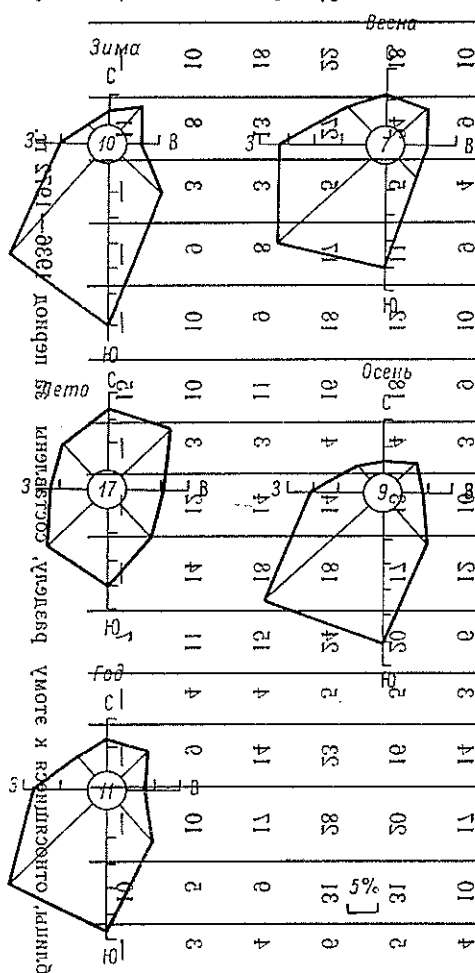


Рис. 9. Повторяемость (%) направлений ветра и численность со штитом (в центре кружка) по сезонам и за год.

что связано с развитием термической конвекции, увеличивающей турбулентность атмосферы (табл. 6). Минимум отмечается в утреннее и ночное время. Различия между скоростями ветра в 1 и 7 ч небольшое и составляет в среднем 0,1 м/с. Летом различие увеличивается до 0,9 м/с. В холодный период года наблюдается наибольшее отклонение скоростей ветра от средней, в теплый — наименьшее.

Сильный ветер зимой сопровождается метелями и снегопадами, летом — пыльными бурями и ливневыми дождями. Изучение генезиса сильного ветра и его прогноз в значительной степени помогают народному хозяйству избежать нежелательных последствий, приносимых этим явлением погоды (табл. 7 и 8).

В. М. Ярко [07] выделяет четыре типа процессов, вызывающих сильные ветры в районе Новосибирска. К первому типу относятся циклоны, смещающиеся с запада на восток севернее 60° ш. со Скандинавии через северные районы ЕВР и Северный Урал

Таблица 7
Среднее число дней с сильным ветром (≥ 15 м/с)

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

Таблица 8
Повторяемость (%) сильных ветров (≥ 15 м/с) по направлениям

Сезон	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Зима	2	0	0	0	75	18	5	0
Весна	0	0	0	0	45	11	22	22
Лето	0	0	0	0	83	0	17	0
Осень	0	0	0	0	29	57	14	0
Год	1	0	0	0	67	20	9	3

сея. Усиление ветра наблюдается в 25% случаев. Как и при первом типе, над Казахстаном, югом Красноярского края и Иркутской областью обычно располагаются мощные антициклоны. К третьему типу процессов отнесены циклоны, смещающиеся с запада на восток южнее 60° с. ш. через центральные районы ЕТС, Средний Урал и на Западную Сибирь. Для умеренных широт западный тип циркуляции является преобладающим. При усилении ветра центры циклонов располагаются в районах среднего течения Иртыша и Оби. Антициклон занимает восточные районы Казахстана и юг Красноярского края. Гребень направлен на Среднесибирское плоскогорье. С третьим типом процессов, который преобладает в октябре, январе, апреле и мае, связано усиление ветра в 21% случаев. Четвертый тип процессов объединяет циклоны, смещающиеся на юго-восток Западной Сибири с юга ЕТС или с Казахстана. При юго-западных процессах усиление ветра может наблюдаться в течение всего года с преобладанием в январе и мае. Этот тип обуславливает усиление ветра до 15 м/с и более и наблюдается в 32% случаев.

В Новосибирске сильный ветер может наблюдаться более 96 ч [108], однако наибольшая повторяемость продолжительности сильного ветра от 1 до 4 ч (табл. 9). Часто атмосферные явления при сильном ветре ухудшают видимость до 1—2 км, что бывает в основном зимой при метелях, летом — при пыльных бурях и ливневых дождях. Лишь в 25% случаев сильный ветер не сопровождается метеорологическими явлениями (табл. 10).

Наряду с сильными ветрами большой продолжительности не меньшую опасность представляют шквалы (внезапное кратковременное усиление ветра до 15 м/с и более). Р. А. Ягудиным

Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)

в различные часы суток													
Час	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	Год.
1	4,5	4,0	3,7	3,6	3,0	2,2	1,5	2,5	4,0	4,8	4,4	4,4	3,6
7	4,4	4,0	3,6	3,7	3,6	3,1	2,2	2,7	4,1	4,9	4,4	4,4	3,7
13	4,8	4,8	4,8	5,3	5,4	4,5	3,8	4,6	5,4	5,5	4,8	4,8	4,9
19	4,6	4,3	4,0	4,2	4,0	3,4	2,6	3,2	4,4	5,1	4,6	4,6	4,1
Среднее	4,6	4,3	4,0	4,2	4,0	3,4	2,6	3,2	4,4	5,1	4,6	4,6	4,1

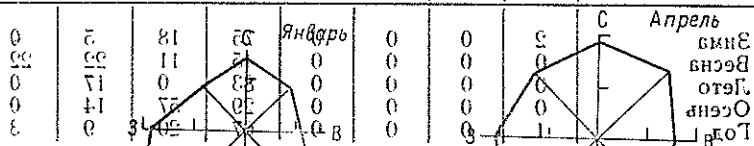


Рис. 10. Средние скорости ветра по направлениям

Таблица 9

Повторяемость P (%) сильных ветров различной продолжительности τ

τ ч.	<1	≥ 1	≥ 4	≥ 7	≥ 10	≥ 13	≥ 16	≥ 19	≥ 22	≥ 25
P %	4	96	73	52	33	21	16	11	8	6
τ ч.	≥ 28	≥ 31	≥ 34	≥ 37	≥ 40	≥ 43	≥ 46	≥ 48	≥ 72	≥ 96
P %	5	4	4	4	2,5	2,5	2,0	1,5	0,5	0,5

Таблица 10

Повторяемость (%) метеорологических явлений при сильном ветре

Снег, метель	Низовая метель, поземок	Дождь	Ливневый дождь	Гроза	Пыльная буря	Гололед	Мокрый снег	Без явления	Число случаев
35	9	6	10	3	4	2	6	25	260

[105] было установлено, что шквалы в районе Новосибирска наблюдаются при перемещении циклонов с запада и юго-запада, а также в области малоподвижных циклонов и депрессий, причем в 75% случаев они связаны с фронтами; внутримассовые кратковременные усиления ветра отмечаются лишь летом. Наиболее часто шквалы наблюдаются при температуре воздуха 20—25°C, а сильные шквалы — при температуре 25—30°C. Благоприятным фактором для шквалообразования является понижение давления до 1000—1005 мбар. Удельная влажность у земли достигает 9—11 г/кг, а дефицит точки росы — 5—10° С.

Шквалы в 85% случаев наблюдаются летом с максимумом в июле, причем чаще всего во второй половине дня (с 12 до 18 ч).

Наибольшие скорости ветра наблюдаются при преобладающих южном и юго-западном направлениях (табл. 4). При северном и северо-восточном ветрах повторяемость больших скоростей наименьшая. Наряду с северо-западным и западным они характерны для лета. При северных ветрах увеличивается повторяемость слабых ветров. Так, для ст. Огурцово при южном и юго-западном направлениях повторяемость слабых ветров (0—4 м/с) составляет 0,5%, при западном и северо-западном — 7,8%, при северном и северо-восточном — 21,4%.

Город оказывает на воздушный поток тормозящее воздействие вследствие возрастания шероховатости подстилающей поверхности. Сравнение числа дней с сильным ветром в Огурцово, расположенном на южной окраине города, с числом дней в застроенной части города (учебная ГМС) показало, что различие между ними составляет пять дней. Еще большее воздействие на режим скоростей ветра оказывает близость водоема. На Новосибирском водохранилище увеличивается число дней с сильным ветром.

Подобные различия отмечаются и при распределении больших скоростей ветра по сезонам года. Наибольшее количество

дней с сильным ветром приходится на переходное время года, а наименьшее — на лето. Наибольшие скорости ветра также отмечаются зимой, а наименьшие — летом.

На Новосибирском водохранилище наибольшие скорости ветра составляют 32 м/с, а наибольшие порывы достигают 42 м/с, наименьшие значения скорости ветра наблюдаются в жилой застройке — 22 м/с, в порывах до 29 м/с.

2.2 Ветер в пограничном слое

Поскольку ветер оказывает неблагоприятное воздействие практически на все отрасли народного хозяйства, особый интерес приобретают сведения о ветровом режиме как у поверхности земли, так и в пограничном слое атмосферы. Для характеристики ветрового режима над городом и его окрестностями использованы данные зондирования атмосферы аэрологической станции Новосибирск.

Таблица 11

Повторяемость (%) направлений ветра на разных высотах по сезонам

Направление	Высота, км						Направление	Высота, км					
	над поверхностью земли				над уровнем моря			над поверхностью земли				над уровнем моря	
	флюгер	0,1	0,2	0,5	0,5	1,0		флюгер	0,1	0,2	0,5	0,5	1,0
Весна							Лето						
С	7	6	5	6	6	8	С	14	10	10	11	11	11
СВ	9	6	6	6	7	7	СВ	15	13	13	14	14	14
В	8	8	8	7	9	6	В	10	10	11	11	10	9
ЮВ	12	7	6	6	6	6	ЮВ	10	8	8	6	6	5
Ю	19	17	13	9	10	8	Ю	12	15	13	9	11	8
ЮЗ	23	12	27	25	25	23	ЮЗ	13	17	16	17	16	18
З	14	17	22	26	24	28	З	13	15	16	19	18	21
СЗ	9	11	13	15	13	14	СЗ	12	12	12	14	13	18
Осень							Зима						
С	6	4	5	6	5	6	С	5	3	3	4	4	5
СВ	7	7	6	7	6	6	СВ	9	6	6	7	7	8
В	7	7	7	7	7	7	В	9	9	9	8	8	8
ЮВ	14	7	7	6	6	6	ЮВ	17	8	6	8	7	7
Ю	23	19	11	10	11	8	Ю	27	25	17	10	11	9
ЮЗ	25	30	30	10	31	28	ЮЗ	23	32	36	29	32	27
З	12	18	21	10	23	28	З	8	13	18	28	23	26
СЗ	6	8	9	11	9	11	СЗ	2	3	5	8	7	10

Изменение средней скорости ветра по высотам, сезонам и румбам представлено в табл. 11. Анализ данных таблицы го-

ворит о том, что средняя годовая скорость с высотой, как правило, возрастает. При этом в слое 100—200 м наблюдается скачок скорости на 1,5 м/с, выше 200-метрового слоя она изменяется более плавно: увеличивается до уровня 500 м, а затем незначительно уменьшается. Закономерность изменения средней скорости с высотой по сезонам в основном сохраняется. Аномален в этом отношении январь, который характеризуется наибольшими скоростями во всем пограничном слое атмосферы.

Лето менее ветрено. В километровом по высоте слое скорости ветра составляют 5,6—7,0 м/с. Разности скоростей между январем и июлем колеблются от 1,4 м/с на высоте 100 м до 3,3 м/с на высоте 900 м.

Наибольшие средние скорости приходятся на юго-западные ветры. Диапазон их варьирования составляет 9—14 м/с. При этом на всех уровнях пограничного слоя средние скорости ветра в холодный период года превышают средние скорости в теплый период на 4—7 м/с. Наиболее ветреными являются январь и октябрь. Зимой, весной и осенью характер распределения скоростей идентичен: наибольшая изменчивость средней скорости ветра в 200-метровом слое — 2,3—2,5 м/с, выше — 1 м/с. Летом изменение скоростей юго-западных ветров от высоты к высоте носит более сглаженный характер: в слое 100—500 м — 0,8—1,0 м/с, выше — всего 0,2 м/с. В теплое полугодие минимальными средними скоростями характеризуются северо-западные ветры, скорость которых колеблется от 5 до 6 м/с во всем пограничном слое. Наибольшие изменения средней скорости претерпевает также в 200-метровом слое, выше изменения незначительны. Зимой и весной в 100-метровом слое минимум средних скоростей приходится тоже на северо-западные ветры. С высотой происходит сдвиг минимума на другие направления.

В течение года на всех высотах пограничного слоя над Новосибирском преобладают умеренные ветры скоростью 5—9 м/с (40—52%), довольно часты и слабые ветры, скорость которых не превышает 4 м/с (19—31%). С высотой повторяемость ветров менее 10 м/с уменьшается (слабых с 31% на высоте 100 м до 19% на верхнем уровне 900-метрового слоя, умеренных — с 52 до 40%), увеличивается примерно в 1,5 раза повторяемость ветров со скоростью 15 м/с и более.

Если на верхнем уровне 100-метрового слоя атмосферы скорости ветра более 30 м/с наблюдаются чрезвычайно редко, то в слое 500—900 м их повторяемость значительно возрастает.

В холодное полугодие часто повторяющиеся юго-западные ветры на высотах 200, 500 и 900 м сопровождаются наибольшими скоростями. На уровне 100 м скорости 30—34 м/с наблюдались с ветром юго-восточного направления.

Степень рассеяния скоростей около средней характеризуются средним квадратическим отклонением σ . В течение года оно

изменяется в довольно больших пределах во всем пограничном слое: от 2,6 при северо-западном ветре в июле на 100-метровом уровне (минимум) до 6,9 при юго-западном ветре в ноябре на высоте 500 м (максимум).

Средние скорости ветра не дают полного представления о режиме ветра в пограничном слое атмосферы. Важно знать

максимальные величины. С этой целью произведены расчеты вероятностных характеристик больших скоростей ветра по данным телевизионной мачты на высотах 8, 24, 90 и 180 м над поверхностью земли и радиоветрового зондирования на высотах 100, 200 м (табл. 12).

Распределение скоростей ветра по градациям по данным градиентных и радиоветровых наблюдений несколько отличаются друг от друга. По всей вероятности эти различия обусловлены прежде всего тем, что наблюдения производились различными приборами и с осреднением за различные промежутки времени [40].

Об особенностях среднего годового распределения ветра над Новосибирском дают наглядное представление розы ветров (рис. 11) на высотах пограничного слоя атмосферы.

Достаточно отчетливо на всех высотах наблюдается преобладание ветров юго-западных и западных; на высотах 100 и 200 м сравнительно большую повторяемость имеют также ветры северо-восточные и южные; на высотах 500 и 900 м доминируют западные ветры, вместе с тем часто наблюдаются и северо-западные ветры.

Преобладание юго-западных ветров является следствием усиления температурных контрастов между северными и южными широтами в холодное полугодие. В переходные периоды года основную роль играют западные процессы, при которых отме-

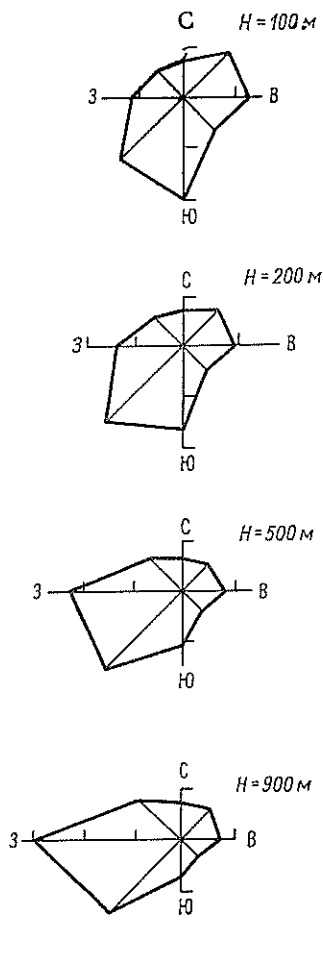


Рис. 11. Повторяемость (%) направлений ветра по высотам.

Таблица 12

Основные статистические характеристики распределения скоростей ветра в нижнем пограничном слое атмосферы

Высота, м	β	γ	$\bar{v}$	σ_v	M_0	C_v	Скорость ветра, возможная один раз в число лет				
							1	5	10	20	$v_{\text{макс}}$ наблюденная

4-срочные радиоветровые наблюдения за радиозондом

Земля (флюгер)	3,7	1,36	3,4	2,6	3,4	0,75	14	18	20	17	28
100	7,8	2,02	6,9	3,5	5,5	0,51	21	23	24	25	31
200	9,9	1,91	8,8	4,9	6,7	0,56	28	31	32	34	37

4-срочные градиентные наблюдения (по анемометру)

8	3,2	1,58	2,9	1,8	1,6	0,64	11	13	13	14	16
24	4,6	1,76	4,1	2,4	2,8	0,58	14	16	17	17	
90	6,7	1,89	5,9	3,3	4,5	0,56	19	21	22	23	
180	8,7	1,80	7,3	4,2	5,2	0,57	25	28	29	30	27

Ежечасные градиентные наблюдения (по анемометру)

24	4,4	1,72	3,9	2,4	2,7	0,57	16	17	18	19	17
180	8,3	1,78	7,4	4,3	5,2	0,55	29	31	32	34	29

Примечание. β и γ — параметры функции распределения, M_0 — мода, C_v — коэффициент вариации.

чаются выходы на юг Западной Сибири западных и юго-западных циклонов. Летом вследствие малой активности циркуляции атмосферы в умеренных широтах азиатской части СССР розы ветров не отличаются большой асимметрией, хотя несколько большую повторяемость имеют ветры северо-западные и юго-западные.

Над Новосибирском на высотах 100 и 200 м наиболее изменчивы ветры северо-восточных, северо-западных и северных направлений, повторяемость которых невелика. Для преобладающих направлений южных и юго-западных, с повторяемостью 19—23%, коэффициент вариации составляет 0,12—0,15. На высотах 500 и 900 м повторяемость юго-западных ветров составляет 21—30%. Здесь коэффициент варьирования оказывается примерно в 1,5—2 раза меньше, чем для румбов, имеющих наибольшую повторяемость (0,10—0,14).

Некоторые дополнительные характеристики ветра приведены в табл. 1—8 приложения.

3. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ

Среди главных климатообразующих факторов ведущее место принадлежит солнечной радиации.

К одной из важных характеристик радиационного режима относится продолжительность солнечного сияния, выражаемая в часах солнечного сияния от наибольшей возможной величины (табл. 13).

Таблица 13¹
Продолжительность τ (ч) солнечного сияния

Месяц	τ расчетная	τ наблюдаемая					$\frac{\tau_{\text{набл}}}{\tau_{\text{расч}}}\%$	σ^2
		$\overline{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	Год	$\tau_{\text{мин}}$	Год		
I	241	68	130	1963	24	1971	29	24
II	281 (290) ²	109	189	1964	42	1951	38	28
III	364	166	225	1965	110	1973	46	25
IV	422	213	282	1953	141	1968	50	35
V	498	266	337	1963	185	1975	55	37
VI	519	301	366	1955	226	1946	57	26
VII	499	315	384	1951	223	1958	61	40
VIII	468	253	318	1962	133	1936	54	35
IX	362	176	241	1957	70	1949	52	34
X	331	100	156	1955	36	1970	28	28
XI	253	60	134	1956	28	1958	23	19
XII	224	50	97	1954	20	1944	22	18
Год	4462 (4471)	2077	2366	1962	1691	1972	47	96

¹ Таблицы, относящиеся к этому разделу, составлены в пределах периода 1930—1975 гг.

² В скобках приведены данные для високосного года.

³ Здесь и в других таблицах следует читать $\pm \sigma$.

В Новосибирске средняя продолжительность солнечного сияния за год составляет 2077 ч. Представление о ее изменении в течение года дает рис. 12. В отдельные годы фактически наблюдавшаяся продолжительность солнечного сияния может значительно отклониться от многолетней. Например, в 1962 г. число часов солнечного сияния увеличилось до 2366 ч, а в 1972 г. — уменьшилось до 1691 ч. Минимальные значения продолжитель-

Таблица 14

Характеристика солнечного сияния и число ясных и пасмурных дней

Сезон	τ ч	$\frac{\tau_{\text{набл}}}{\tau_{\text{расч}}}\%$	Общая облачность		Нижняя облачность		Число дней без солнца
			число ясных дней	число пасмурных дней	число ясных дней	число пасмурных дней	
Зима	453	35	16,1	69,6	64,6	14,8	50
Весна	479	56	5,9	23,1	23,6	5,6	4
Лето	869	61	7,8	29,3	30,7	6,9	2
Осень	276	42	5,9	29,6	18,4	11,3	11
Год	2077	48	35,7	151,6	137,3	38,6	67

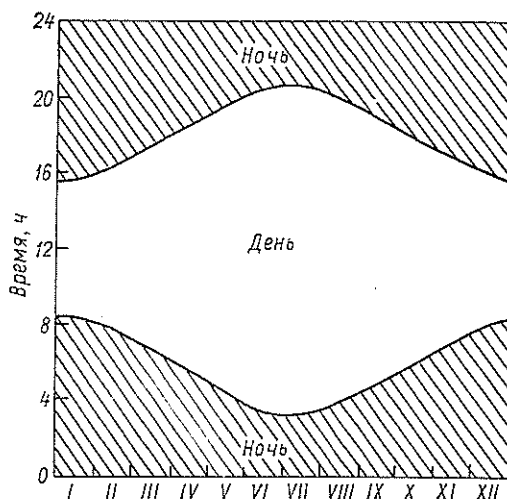


Рис. 12. Продолжительность дня и ночи.

ности солнечного сияния наблюдаются в декабре. При средней продолжительности солнечного сияния в этом месяце 50 ч наименьшее значение наблюдалось в 1944 г. — 20 ч. Минимум в декабре вызван наименьшей продолжительностью дня и наибольшей вероятностью пасмурного состояния неба (табл. 14). Весной, в связи с увеличением продолжительности дня и уменьшением облачности, число часов солнечного сияния увеличивается. Заметно возрастает и отношение наблюдавшейся продолжительности солнечного сияния к возможной (расчетной). Максимальное число часов солнечного сияния за месяц отмечается в июле. Среднее его значение составляет 315 ч, максимальное — 384 ч (1951 г.).

Осенью продолжительность солнечного сияния меньше в три раза, чем летом, и в два раза, чем весной. Это вызвано резким

увеличением облачности и сокращением продолжительности дня.

Для решения некоторых практических вопросов необходимы данные о непрерывной продолжительности солнечного сияния. В течение всего года наибольшая непрерывная продолжительность солнечного сияния составляет 2—6 ч (50—60%, табл. 15).

Таблица 15
Средние месячные суммы солнечной радиации (ккал/см²)
и среднее альbedo (А)

Месяц	<i>S</i>	<i>S'</i>	<i>D</i>	<i>Q</i>	<i>R</i> _к	<i>B</i> _к	<i>B</i>	<i>A</i> _к %
I	2,7	0,7	1,4	2,1	1,3	0,8	—1,0	65
II	4,8	1,7	2,5	4,2	2,8	1,4	—0,6	67
III	8,6	3,9	4,6	8,5	5,2	3,3	0,4	61
IV	10,1	5,8	5,3	11,1	2,6	8,5	5,1	24
V	12,2	7,9	6,3	14,2	2,2	12,0	7,5	16
VI	13,8	8,8	6,3	15,1	2,6	12,5	8,4	17
VII	14,6	8,9	6,4	15,3	2,7	12,6	8,6	17
VIII	11,2	6,4	5,4	11,8	2,1	9,7	6,3	18
IX	8,5	4,1	3,7	7,8	1,4	6,4	3,3	18
X	4,0	1,5	2,5	4,0	1,1	2,9	0,6	27
XI	2,3	0,6	1,5	2,1	1,2	0,9	—0,8	54
XII	2,0	0,4	1,1	1,5	0,9	0,6	—1,0	60

Примечание. Здесь и далее *S* — прямая радиация на перпендикулярную поверхность, *S'* — прямая радиация на горизонтальную поверхность, *D* — рассеянная радиация, *Q* — суммарная радиация, *R*_к — отраженная радиация, *B*_к — поглощенная радиация, *B* — радиационный баланс, *A*_к — альbedo.

Число дней без солнца (табл. 16) характеризует условия освещенности. За год в среднем наблюдается 67 дней без солн-

Таблица 16
Число дней *n* без солнца

Месяц	$\bar{n}$	σ	<i>n</i> _{макс}	Год	<i>n</i> _{мин}	Год
I	11	4,6	21	1971	5	1945
II	6	3,3	16	1972	0	1945
III	5	2,5	10	1940	1	1965
IV	3	1,7	7	1958	0	1974
V	1	1,2	4	1973	0	1974
VI	0,4	0,9	2	1974	0	1975
VII	0,3	0,9	4	1934	0	1975
VIII	1	0,8	3	1968	0	1975
IX	2	1,6	7	1938	0	1971
X	9	2,9	18	1970	3	1974
XI	13	2,2	19	1958	1	1956
XII	15	2,8	21	1957	4	1974
Год	67	6	85	1957	43	1974

Таблица 17

Время начала и конца облучения прямой солнечной радиацией (ч мин) на 15-е число каждого месяца южных (северных) стен и время восхода и захода солнца ($\varphi = 54,9^\circ$)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Восход	8 08	7 08	6 08	4 58	3 58	3 20	3 35	4 27	5 36	6 42	7 47	8 23
Начало				6 27	6 54	7 12	7 03	6 39	6 09			
Конец				17 33	17 06	16 48	16 57	17 21	17 51			
Заход	15 52	16 52	17 52	19 02	20 02	20 40	20 25	19 33	18 24	17 18	16 13	15 37

Примечания: 1. Время указано истинное солнечное.

2. В зимний период года время начала и конца облучения солнечной радиацией южных стен совпадает с восходом и заходом солнца.

3. В летний период года время начала облучения солнечной радиацией южных стен совпадает с концом облучения северных стен и наоборот.

4. По З. И. Пивоваровой.

ца. Это те дни, в течение которых солнечные лучи в дневное время не достигают поверхности земли из-за облачности и тумана. Минимальное число дней без солнца летом в среднем не превышает 2—3. С апреля по сентябрь отмечены годы, когда в течение месяца все дни были солнечные (1974, 1975 гг.).

Зимой число дней без солнца увеличивается в среднем до 13—15. Максимум таких дней в январе и декабре в отдельные годы достигал 21 дня (1945, 1974 гг.).

Приход суммарной солнечной радиации и ее составляющих (прямой на горизонтальную поверхность и рассеянной) зависит от высоты солнца, продолжительности дня, прозрачности атмосферы, облачности и альбедо подстилающей поверхности (табл. 17).

Годовой ход суммарной солнечной радиации в основном аналогичен годовому ходу высоты солнца и продолжительности дня (рис. 13). Максимум наблюдается в июле — 15,3 ккал/см², а минимум в декабре — 1,5 ккал/см². В весенние месяцы суммарная солнечная радиация вдвое больше, чем в осенние, что объясняется меньшей облачностью в эти месяцы.

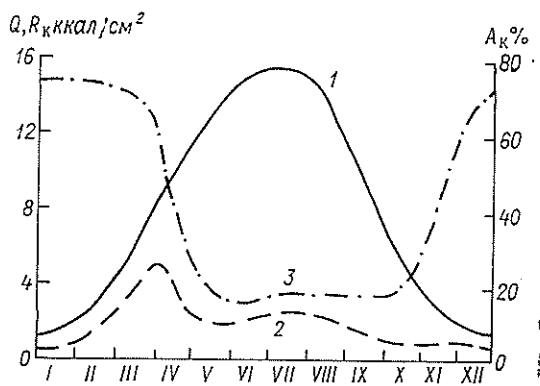


Рис. 13. Годовой ход суммарной Q (1) и отраженной R_k (2) радиации и альбедо A_k (3).

Летом большую часть суммарной радиации составляет прямая, а зимой — рассеянная (табл. 18). Резкое изменение доли прямой солнечной радиации в суммарной наблюдается от сентября к октябрю, что объясняется увеличением облачности в октябре. В среднем в году доля прямой и рассеянной солнечной радиации почти одинаковая. На земной поверхности происходит перераспределение поступающей солнечной энергии. Часть энергии отражается в атмосферу. Это — отраженная коротковолновая радиация. Доля отраженной радиации зависит от свойств деятельной поверхности, спектрального состава входящей радиации и угла падения. Отношение интенсивности отраженной радиации к суммарной, характеризующее отражательную способность подстилающей поверхности, называют альбедо.

Таблица 18

Вклад (%) прямой и рассеянной радиации в суммарную

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
S'/Q	33	40	46	52	56	58	58	54	53	38	29	27	52
D/Q	67	60	54	48	44	42	42	46	47	62	71	73	48

Альбедо в районе Новосибирска изменяется в широких пределах: от 14—20% летом до 60—80% зимой, так как отражательная способность травяного покрова летом и снежного зимой существенно различна (рис. 13). В годовом ходе хорошо выражены максимум зимой и минимум летом.

Альбедо снежного покрова зависит от его влажности, цвета и шероховатости. Альбедо свежевыпавшего снега достигает 80—90%, таящего уменьшается до 40—50%. Минимум альбедо приходится на май (16%), когда подстилающей поверхностью служит зеленая и прошлогодняя трава, максимум достигает в январе — 74%, когда земная поверхность покрыта снегом. От года к году альбедо и в зимние и в летние месяцы изменяется мало, но весной и осенью его значения могут существенно колебаться в зависимости от времени установления и схода снежного покрова.

В суточном ходе альбедо травяного покрова увеличивается по мере уменьшения высоты солнца над горизонтом, что связано с изменением и угла падения солнечных лучей, и спектрального состава солнечной радиации в течение дня. Минимум альбедо отмечается в околополуденные часы.

Определяющим фактором интенсивности суммарной радиации при средних условиях является высота солнца. В суточном ходе интенсивность суммарной радиации практически повторяет ход высоты солнца (табл. 19, рис. 14). Максимальные значения приходится на околополуденные часы в мае — июле,

Таблица 19

Высота солнца (град) на 15-е число каждого месяца

Время, ч мин	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
6 30			2,7	12,2	19,5	23,2	21,8	19,2	6,8			
9 30	7,4	15,2	25,2	36,0	44,0	48,0	46,5	40,0	30,0	19,4	10,1	5,4
12 30	13,6	22,0	32,6	41,3	53,4	57,9	56,2	48,8	37,8	26,4	16,4	11,5
15 30	2,0	9,2	18,6	28,8	36,5	40,2	38,8	32,6	23,2	13,2	4,5	0,4
18 30				3,8	11,0	14,8	13,4	7,4				

минимальные — в дополузенные часы в декабре (рис. 15, а). В суточном ходе суммарной радиации при средних условиях характера асимметрии дополузенных и послеполузенных сумм с

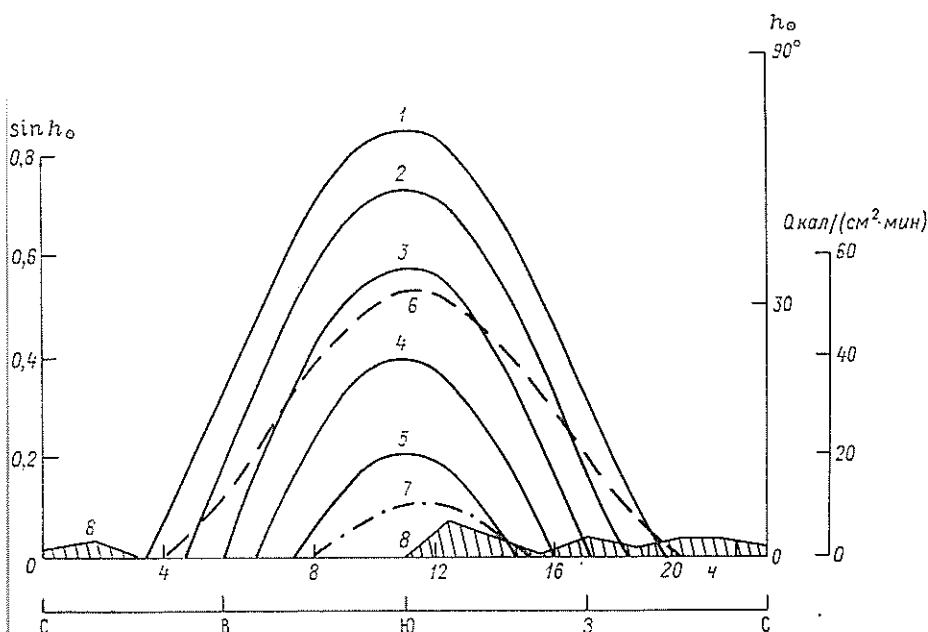


Рис. 14. Суточный ход высоты солнца и график закрытости горизонта.

1 — $\delta = +23,4$ (17—26 июня), 2 — $\delta = +12,0$ (22 апреля и 22 августа), 3 — $\delta = +0,1$ (21 марта и 23 сентября), 4 — $\delta = -12,0$ (17 февраля и 25 октября), 5 — $\delta = -23,4$ (17—23 декабря), 6 — суммарная радиация, июнь, 7 — суммарная радиация, декабрь, 8 — график закрытости горизонта.

марта по сентябрь (рис. 15, б). Уменьшение послеполузенной суммарной радиации объясняется увеличением облачности и уменьшением прозрачности во второй половине дня. С ноября по январь включительно часовые суммы оказываются менее 20 кал/см², а в мае — июле почти в три раза больше и состав-

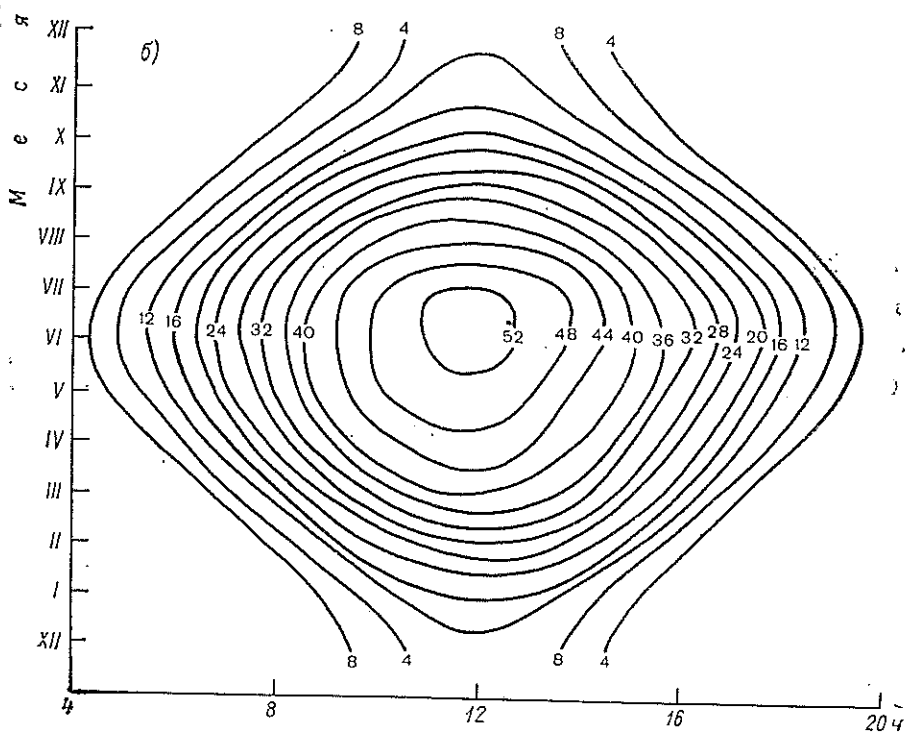
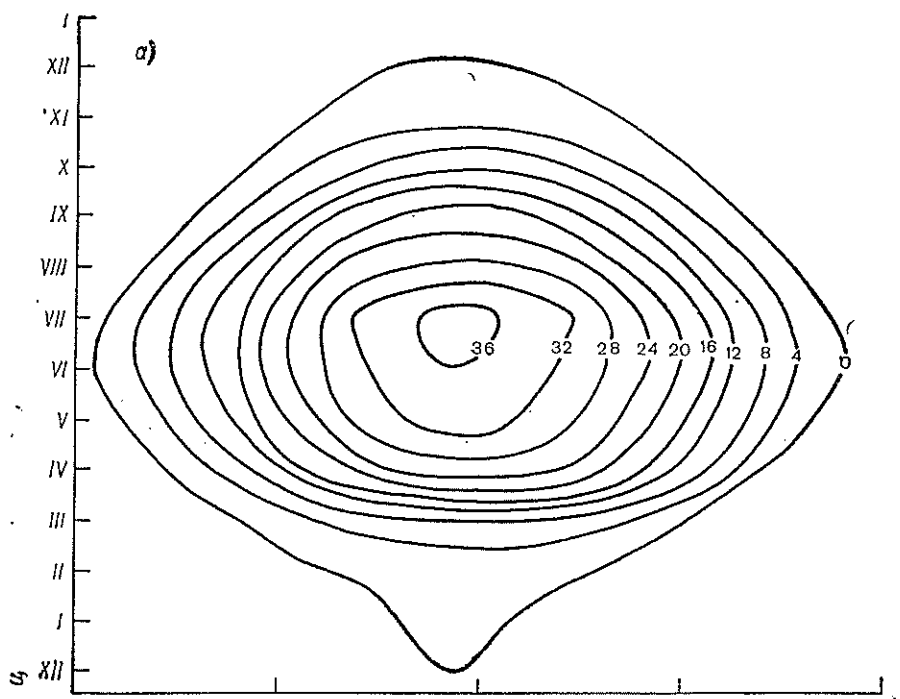


Рис. 15. Изоплеты (кал/см²) часовых сумм радиационного баланса (а) и суммарной радиации (б).

ляют около 50 кал/см². Измеренные часовые суммы в околопуденные часы летом достаточно большие — в июле они достигают 43—64 кал/см² (в декабре уменьшаются до 9—12 кал/см²). Повторяемость часовых сумм суммарной радиации по градациям дана в табл. 20.

Таблица 20
Повторяемость (%) суммарной радиации по градациям

Градация, кал/см ²	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0—50	26								2	10	31	55
51—100	64	18	2	1	1	0		2	7	31	47	45
101—150	10	36	5	6	2	2	1	3	11	19	20	
151—200		27	10	5	4	2	1	8	11	22	2	
201—250		17	22	7	8	4	3	5	17	12		
251—300		2	27	9	5	5	4	10	14	5		
301—350			17	9	9	5	6	8	20	1		
351—400			10	14	9	6	10	14	11			
401—450			7	13	9	9	10	14	7			
451—500			0	21	9	10	12	15	0			
501—550				10	10	9	13	13				
551—600				5	15	10	12	7				
601—650				0	12	16	14	1				
651—700					6	15	11					
701—750					1	7	3					
751—800						0						

С января по март, когда снежный покров устойчив, отраженная радиация возрастает с увеличением суммарной радиации, достигая максимума в марте (5,2 ккал/см²). Альbedo, достигнув больших значений, изменяется незначительно в сторону уменьшения. Затем в период таяния снега альbedo резко уменьшается, убывает и отраженная радиация, несмотря на то что суммарная радиация возрастает. С мая по июль альbedo изменяется мало, а суммарная радиация продолжает еще возрастать. Несколько увеличивается и отраженная радиация, в июле отмечается вторичный максимум (2,8 ккал/см²), заметно меньше первого. С июля по декабрь отраженная радиация закономерно убывает вместе с уменьшением суммарной радиации, хотя альbedo в этот период возрастает, достигая максимума в декабре (60%).

От альbedo подстилающей поверхности существенно зависит и поглощенная радиация этой поверхности. В годовом ходе поглощенная радиация повторяет годовой ход суммарной. Максимум ее приходится на июль (12,6 ккал/см²), а минимум — на декабрь (0,6 ккал/см²). Весной в связи со сходом снежного покрова и увеличением прихода суммарной радиации возрастает и поглощенная. Особенно большое увеличение отмечается в марте и апреле — 5,2 ккал/(см²·мес). С июля начинается падение поглощенной радиации, особенно резкое осенью. В августе по-

глощенная радиация составляет $9,7 \text{ ккал}/(\text{см}^2 \cdot \text{мес})$, а в октябре — $2,7 \text{ ккал}/(\text{см}^2 \cdot \text{мес})$. Зимой суммы поглощенной радиации изменяются мало.

Наряду с коротковолновой радиацией особое место в радиационном балансе земной поверхности занимает длинноволновое излучение атмосферы (встречное излучение) E_a . Земная поверхность в свою очередь излучает длинноволновую радиацию (собственное излучение) E_z . Разность собственного излучения земной поверхности и атмосферы называется эффективным излучением $E_{\text{эфф}}$. При балансовых наблюдениях эффективное излучение получают из срочных наблюдений $E_{\text{эфф}} = -B_d$, а длинноволновый баланс (B_d) вычисляют как разность полного и коротковолнового баланса

$$-E_{\text{эфф}} = B_d = B - (Q - R_k).$$

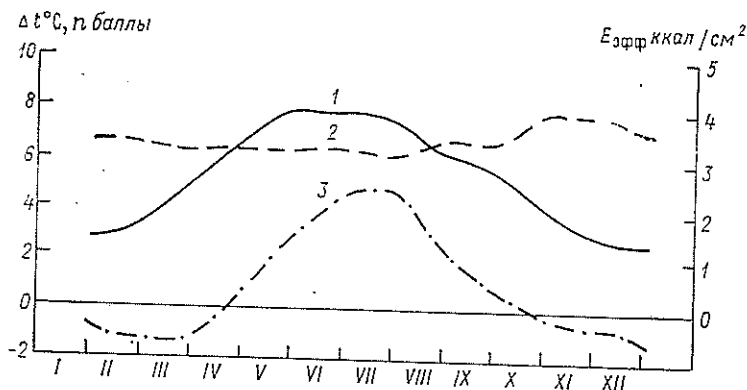


Рис. 16. Годовой ход эффективного излучения $E_{\text{эфф}}$ (I), облачности n (2) и разность температур подстилающей поверхности и воздуха Δt (3).

Основные изменения эффективного излучения происходят из-за разности температур подстилающей поверхности и воздуха. Облачность также вносит некоторые изменения в ее величину, но не столь значительные, как разность температур (рис. 16).

В годовом ходе максимум эффективного излучения обычно наблюдается в мае ($4,0 \text{ ккал}/\text{см}^2$), а минимум — в декабре и январе ($1,4 \text{ ккал}/\text{см}^2$). Радиационный баланс поверхности (B) есть разность между поглощенной суммарной радиацией и эффективным излучением земной поверхности. Приходная часть радиационного баланса состоит из прямой радиации на горизонтальную поверхность (S'), рассеянной (D) и встречного излучения атмосферы (E_a). Расходная часть лучистой энергии состоит из излучения земной поверхности (E_z), отраженной ко-

ротковолновой радиации (R_K) и отраженной длинноволновой радиации (R_d).

Общее уравнение радиационного баланса имеет вид

$$B = S' + D + E_a - R_K - R_d - E_z.$$

Поскольку R_d мала по сравнению с E_z , то ею обычно пренебрегают, и тогда уравнение радиационного баланса принимает вид

$$B = (S' + D - R_K) + (E_a - E_z).$$

Величина радиационного баланса определяет распределение температуры в почве и приземном слое атмосферы. Он существенно влияет на процессы снеготаяния и испарения, образования туманов, заморозков и т. д. Радиационный баланс определяется теми факторами, которые наиболее существенно влияют на его составляющие. Ночью он формируется только эффективным излучением и всецело зависит от температуры воздуха, подстилающей поверхности и облачности. Днем основной составляющей является суммарная радиация, поэтому и определяющими факторами становятся высота солнца, облачность, альбедо подстилающей поверхности, т. е. радиационный баланс в это время суток зависит в основном от поглощенной радиации.

Величины радиационного баланса при ясном небе имеют наибольшие изменения в суточном ходе. Максимум радиационного баланса наблюдается в околополуденные часы в июне [в 12 ч 30 мин $B_0 = 0,88$ кал/(см² · мин)], а минимум — в ночные часы. Величины радиационного баланса ночью и перед восходом солнца устойчивы и составляют — 0,04...—0,10 кал/(см² × мин). При снежном покрове радиационный баланс ночью меньше, чем на оголенной почве. Переход баланса через нуль в светлую часть суток при наличии снежного покрова наблюдается при высоте солнца около 10°, а в бесснежный период утром при высоте солнца 6,5° и вечером 10°.

В реальных условиях влияние облачности на радиационный баланс может быть двояким. При открытом солнечном диске увеличение облачности приводит к увеличению приходной части баланса — рассеянной радиации и к уменьшению расходной — эффективного излучения, поэтому радиационный баланс возрастает. При закрытом облаками солнечном диске он резко уменьшается, поскольку из приходной части полностью выпадает прямая радиация. Наибольшие значения радиационного баланса отмечаются в послеполуденное время в мае — июле. В течение ночи он во все месяцы отрицательный и мало изменяется по величине. Максимальные суммы радиационного баланса наблюдаются также с мая по июль. Экстремальные значения радиации и радиационного баланса приведены в табл. 21 [8,7—10,1 ккал/(см² · мес)]. В годовом ходе максимум радиационного

Таблица 21

Экстремальные суммы прямой, суммарной радиации и радиационного баланса [ккал/(см² · мес)]

Месяц	$S'_{\text{макс}}$	$S'_{\text{мин}}$	$Q_{\text{макс}}$	$Q_{\text{мин}}$	$B_{\text{макс}}$	$B_{\text{мин}}$
I	1,1	0,3	2,5	1,9	-0,6	-1,5
II	2,5	0,9	4,8	3,5	-0,5	-1,2
III	4,9	2,4	9,5	7,7	+1,4	-1,4
IV	7,6	3,7	12,5	9,0	6,1	3,1
V	9,3	5,1	15,9	11,4	8,7	5,7
VI	10,6	7,2	16,6	12,9	9,5	7,0
VII	12,0	6,7	17,8	12,8	10,1	7,4
VIII	9,3	4,2	14,2	9,2	7,5	4,8
IX	6,5	2,2	10,0	5,9	3,9	2,8
X	2,8	0,6	5,3	3,1	1,4	0,3
XI	1,0	0,3	2,6	1,7	-0,3	-1,3
XII	0,6	0,1	1,6	1,3	-0,7	-1,3
Год	56,5	38,6	104,6	82,6	41,7	29,6

баланса наблюдается в июле (8,6 ккал/см²), а минимум — в декабре — январе (-1,0 ккал/см²) (см. табл. 15).

Резкое изменение интенсивности радиационного баланса происходит в период схода и установления снежного покрова. Годовой радиационный баланс в районе Новосибирска равен 36,8 ккал/см².

Переход суточных сумм радиационного баланса через нуль происходит в марте и октябре, но в отдельные годы отрицательные суточные суммы наблюдаются в апреле и августе. Один раз в 10 лет (в мае и июне) могут наблюдаться часовые суммы радиационного баланса, равные 451—500 ккал/см², два раза в 10 лет (в декабре), равные 101—150 ккал/см² (табл. 22).

Таблица 22

Повторяемость (%) суточных сумм радиационного баланса

Градация, ккал/см ²	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-150...-101												0,2
-100...-50	21	11	8									27
-49...-0	74	87	44	4								72
1-50	5	2	30	9	3	1		0	3	24	14	
51-100			9	11	8	4		10	14	54	74	1
101-150			6	14	9	6	3	14	28	17	12	
151-200			2	16	13	10	10	19	21	4		
201-250			1	21	17	11	16	24	7			
251-300				18	19	19	18	20				
301-350				5	17	17	25	9				
351-400				2	12	22	18	1				
401-450					2	9	5					
451-500					0,1	0,1						

Особенность географического положения Новосибирска и циркуляция атмосферы сказывается на прозрачности атмосферы и количестве приходящей к земной поверхности солнечной радиации.

Таблица 23

Годовой ход коэффициента прозрачности (P) и фактора мутности (T)

Месяц	P	T	Месяц	P	T
I	0,759	2,76	VII	0,718	3,31
II	0,749	2,89	VIII	0,738	3,04
III	0,744	2,96	IX	0,743	2,98
IV	0,736	3,02	X	0,770	2,62
V	0,717	3,33	XI	0,784	2,43
VI	0,728	3,23	XII	0,762	2,72

В табл. 23 приведены значения коэффициента прозрачности (P) и фактора мутности (T), вычисленные по методике ГГО. Высокая прозрачность атмосферы характерна для зимы, минимальные значения ее отмечаются летом. В суточном ходе прозрачности атмосферы летом дополуденные значения выше послеполуденных (табл. 24).

Таблица 24

Суточный ход прозрачности атмосферы

Месяц	Время суток, ч мин				
	6 30	9 30	12 30	15 30	18 30
I	—	0,744	0,761	—	—
VII	0,743	0,718	0,718	0,717	0,717

Характеристики солнечного сияния для стен разной ориентации даны в табл. 9—13 приложения. Там же в табл. 14 и 15 приведены значения изменчивости и непрерывной продолжительности характеристик радиации.

4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

4.1. Температура воздуха

Температура воздуха является одним из наиболее важных элементов климата.

Средняя годовая температура воздуха в Новосибирске положительная и составляет $0,2^{\circ}\text{C}$ (табл. 25). Самым холодным месяцем является январь ($-18,9^{\circ}\text{C}$), но в некоторые годы температура других зимних месяцев оказывается ниже январской. Средняя изменчивость температуры воздуха в январе, как и во все зимние месяцы, велика. Наибольшие положительные отклонения от нормы, превышающие 8° , наблюдались в 1964 г. Наибольшие отрицательные отклонения -11 , -12°C зарегистрированы в 1900 и 1969 гг. (табл. 26). Средняя температура воздуха с февраля начинает постепенно повышаться. Положительные и отрицательные отклонения в феврале такие же, как в январе, но в среднем температура февраля на $1,7^{\circ}$ выше январской.

Таблица 25¹

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

Месяц	$\bar{t}$	σ	t_1	t_2	t_3	$t_{\text{макс}}$	Год	$t_{\text{мин}}$	Год
I	-18,9	3,8	-18,8	-19,1	-19,0	-10,2	1964	-30,7	1969
II	-17,2	3,8	-18,2	-17,2	-15,8	-3,6	1903	-28,2	1969
III	-10,6	3,2	-13,8	-10,9	-7,4	-3,8	1968	-19,5	1898
IV	0,6	2,8	-2,8	0,6	3,9	5,4	1951	-5,8	1894
V	10,2	2,0	7,5	10,3	12,5	14,6	1965	4,6	1898
VI	16,6	1,6	14,9	16,8	18,1	20,5	1915	12,9	1924
VII	19,0	1,7	19,0	19,3	19,0	23,1	1969	15,3	1899
VIII	16,2	1,3	17,9	16,4	14,7	19,8	1931	11,9	1912
IX	10,3	1,6	12,6	10,5	7,9	13,8	1966	6,3	1934
X	1,8	2,1	4,8	2,0	-1,2	6,7	1923	-4,1	1912
XI	-8,9	3,6	-5,9	-8,8	-12,1	-2,6	1963	-20,1	1952
XII	-16,7	4,4	-15,1	-16,7	-17,9	-8,5	1913	-27,0	1929
Год	0,2	2,7	0,2	0,3	0,2				

¹ Таблицы, относящиеся к этому разделу, составлены за период 1891—1975 гг.

Таблица 26

Средние и наибольшие отклонения месячной температуры воздуха от многолетней

Месяц	$\pm\sigma$	$+\sigma_{\text{макс}}$	Год	$-\sigma_{\text{макс}}$	Год
I	3,1	8,7	1964	—11,8	1969
II	2,9	8,6	1903	—11,0	1969
III	2,6	6,8	1968	—8,9	1898
IV	2,4	4,8	1951	—6,4	1894
V	1,6	4,4	1965	—5,6	1898
VI	1,3	3,9	1915	—3,7	1924
VII	1,3	4,1	1969	—3,7	1899
VIII	1,0	3,6	1931	—4,3	1912
IX	1,2	3,5	1966	—4,0	1934
X	1,5	4,9	1923	—5,9	1912
XI	2,8	6,2	1963	—11,2	1952
XII	3,5	8,2	1913	—10,3	1929

В январе и феврале устанавливается зимний режим циркуляции. Сильные морозы в январе могут достигать -40 , -50°C . Понижение температуры происходит за счет ночного выхолаживания при ясной погоде в устойчивых антициклонах.

Колебания средних месячных температур в марте несколько меньше по сравнению с январем и февралем. Во время оттепелей значительно повышаются дневные температуры (снег начинает таять). Средняя месячная температура марта еще довольно низкая ($-10,6^{\circ}\text{C}$), хотя март теплее февраля почти на 7° . В апреле увеличивается приток солнечной радиации, температура воздуха резко возрастает. Апрель теплее марта на 11° . Это типичный весенний месяц. В мае продолжается интенсивный рост температуры воздуха. Но в то же время частые вторжения арктического воздуха способствуют возврату холодов. Май отличается резкой сменой погоды. Наряду с обычными утренними заморозками нередко жаркие дни, возможны даже засухи. Средняя температура мая на 10° выше апрельской.

К лету циклоническая деятельность ослабевает. Повышение температуры воздуха в июне замедляется, и в среднем за месяц составляет $16,6^{\circ}\text{C}$. Внезапные вторжения арктического воздуха могут вызвать заморозки. Только июль полностью свободен от заморозков (табл. 27, 28). Температура воздуха в этом месяце повышается, по сравнению с июнем, на $2,4^{\circ}\text{C}$ и составляет $19,0^{\circ}\text{C}$. Июль — самый теплый месяц в году, но возможны случаи, когда максимальная температура воздуха наблюдается не в июле, а в июне (9% случаев) или в августе (8% случаев). В июле в среднем 27 дней бывает со средней суточной температурой выше 15°C , из них 12 дней — с температурой выше 20°C .

С уменьшением продолжительности дня и высоты солнца над горизонтом в августе начинается медленное понижение

Таблица 27

Даты последнего и первого заморозков и продолжительность τ (дни) безморозного периода в воздухе

Дата заморозка										а	t _{макс}	t _{мин}
последнего					первого							
средняя	самая ранняя	год	самая поздняя	год	средняя	самая ранняя	год	самая поздняя	год			
1 V	4 V	1928	13 VI	1900	16 IX	27 VIII	1975	11 X	1932	117	144	94

Таблица 28

Даты последнего и первого заморозков в воздухе различной вероятности

Интенсивность заморозка, $^{\circ}\text{C}$	Вероятность заморозков, %					
	5	10	25	50	75	95

Весна

0	8 VI	4 VI	28 V	22 V	15 V	9 V	5 V
-1	8 VI	3 VI	28 V	21 V	14 V	8 V	3 V
-3	28 V	23 V	17 V	10 V	3 V	27 IV	22 IV
-5	20 V	14 V	6 V	27 IV	18 IV	10 IV	4 IV

Осень

0	27 VIII	2 IX	10 IX	18 IX	26 IX	4 X	10 X
-1	28 VIII	3 IX	11 IX	19 IX	27 IX	5 X	11 X
-3	6 IX	12 IX	20 IX	28 IX	6 X	14 X	20 X
-5	23 IX	26 IX	2 X	7 X	12 X	17 X	20 X

температуры. Средняя температура августа на $2,8^{\circ}$ ниже июльской и составляет $16,2^{\circ}\text{C}$. Однако в течение месяца насчитывается 23 дня с температурой выше 15°C . От августа к сентябрю температура понижается на $5,9^{\circ}$, от сентября к октябрю — на $8,5^{\circ}$. Такое резкое изменение средних месячных температур в переходное время является характерной особенностью континентального климата.

В сентябре много теплых дней, а в отдельные годы даже жарких с дневной температурой до 30°C и выше. В октябре очень редко средняя суточная температура превышает 15°C и в среднем отмечается 9 дней с отрицательной температурой. От октября к ноябрю температура понижается на $10,7^{\circ}$. С ноября устанавливается зимний сезон. Происходит активизация деятельности азиатского антициклона, способствующего наиболее интенсивному понижению средней месячной температуры воздуха. Средняя температура ноября равна $-8,9^{\circ}\text{C}$. В течение месяца преобладают дни с температурой от -4 до -10°C (20 дней), а в декабре — от -14 до -18°C (22 дня).

Для характеристики изменчивости средней месячной температуры воздуха рассчитаны средние квадратические отклонения отдельных значений от средней многолетней (σ). Распределение средних месячных температур близко к нормальному. При нормальном распределении в пределах $t_{cp} \pm \sigma$ находится 68 % значений случайной величины, в пределах $t_{cp} \pm 2\sigma$ —95 %, а в пределах $t_{cp} \pm 3\sigma$ —99,7 % (100 %). Из этого следует, что в июле при σ , равной $\pm 1,7^\circ$, температура воздуха колеблется от $17,3$ до

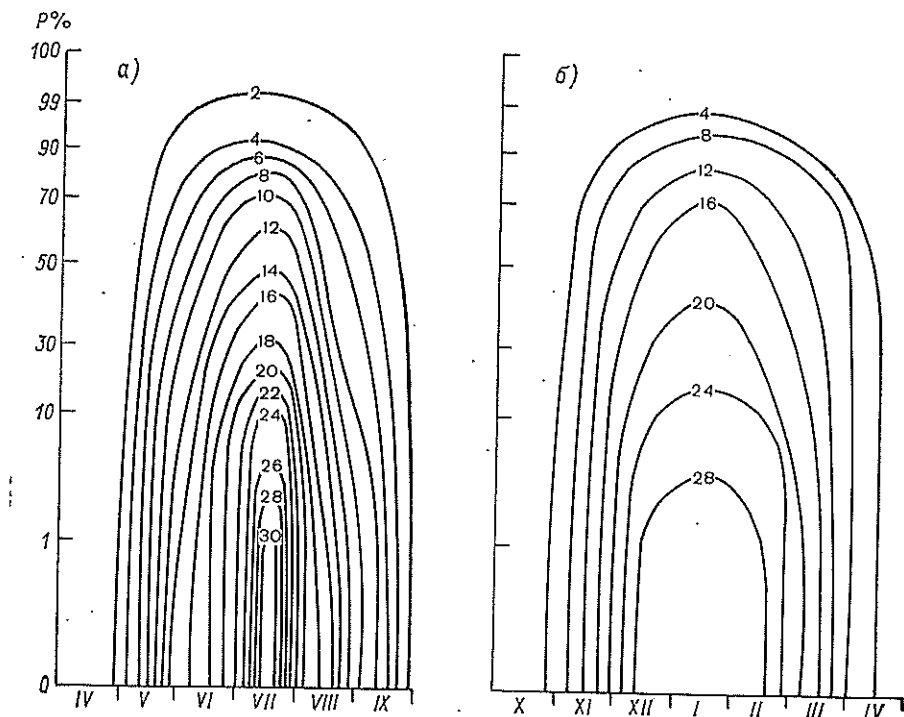
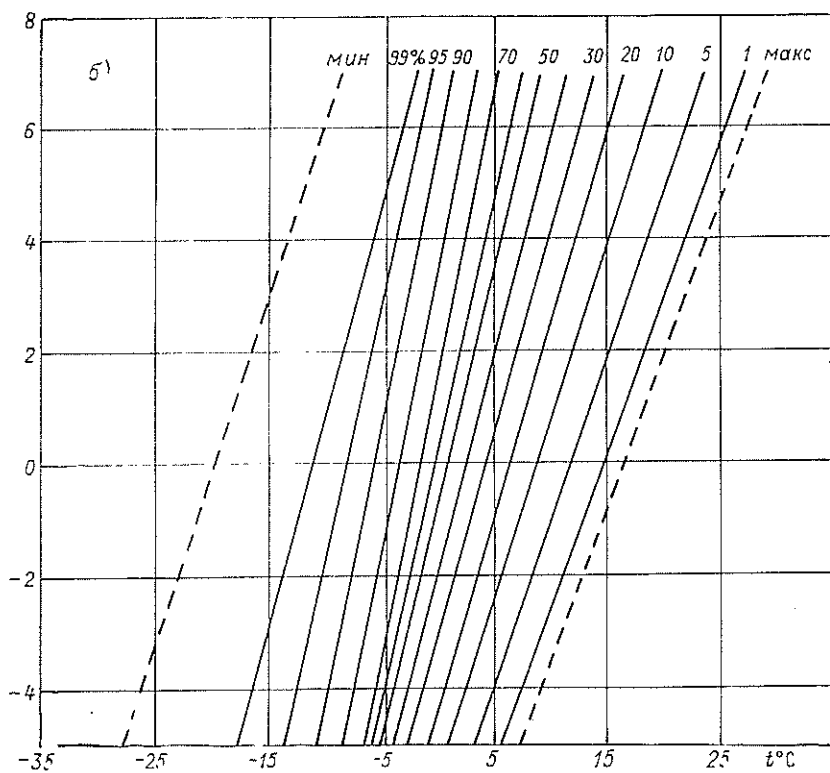
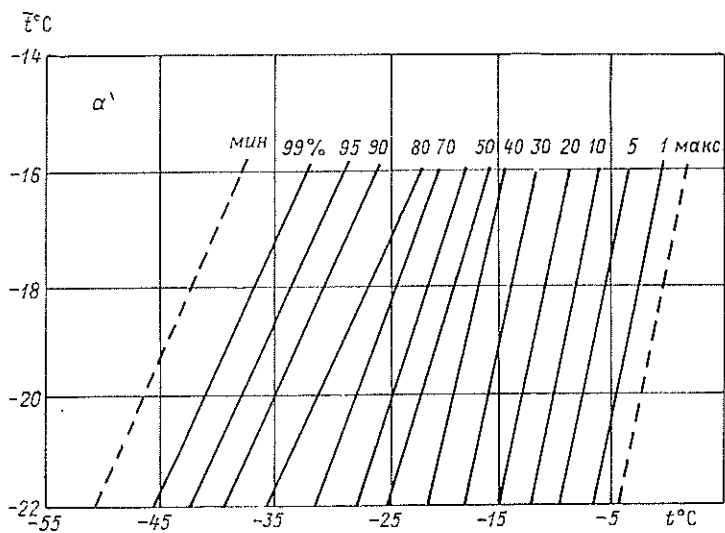


Рис. 17. Число дней с высокой (а) и низкой (б) температурой воздуха различной обеспеченности (%) в отдельные месяцы соответственно выше и ниже указанных пределов.

а) $t > 25^\circ\text{C}$, б) $t < -20^\circ\text{C}$.

$20,7^\circ\text{C}$, при 2σ , равных $\pm 3,4^\circ$,—от $15,6$ до $22,4^\circ\text{C}$, а при 3σ , равных $\pm 5,1^\circ$, температура воздуха только в аномальные годы выходит за пределы $13,9$ и $24,1^\circ\text{C}$.

Наиболее изменчива температура воздуха в зимние месяцы (σ равна $3,2$ — $4,4^\circ$). Самая низкая средняя месячная температура воздуха опускалась в январе 1969 г. до $-30,7^\circ\text{C}$, а самая высокая поднималась в ноябре 1963 г. до $-2,6^\circ\text{C}$ (при средней $-8,9^\circ\text{C}$).



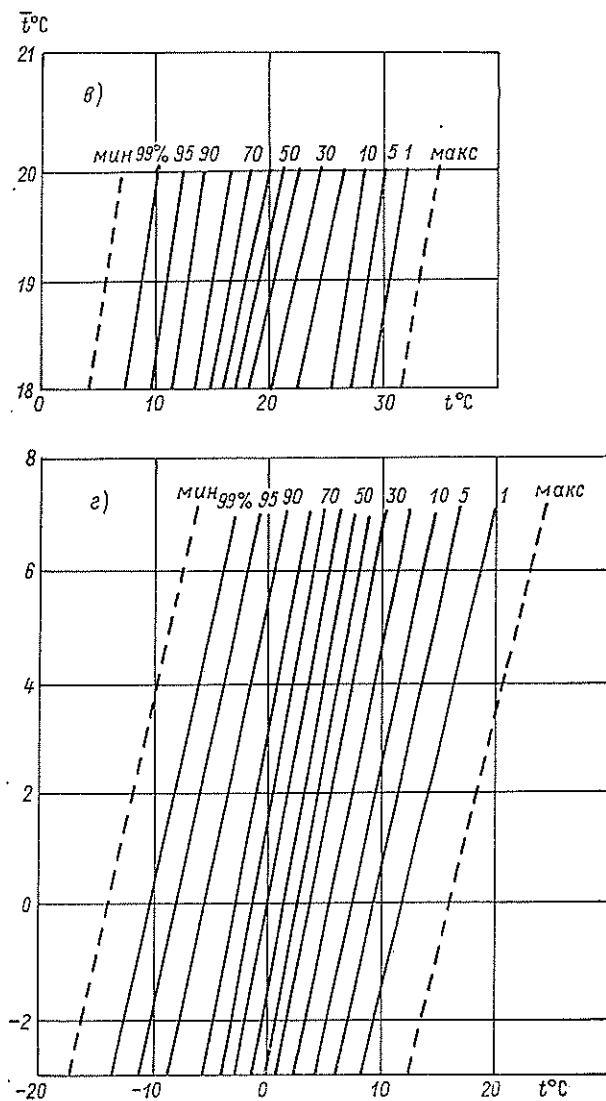


Рис. 18. Номограммы для расчета ежедневных температур воздуха различной обеспеченности.

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

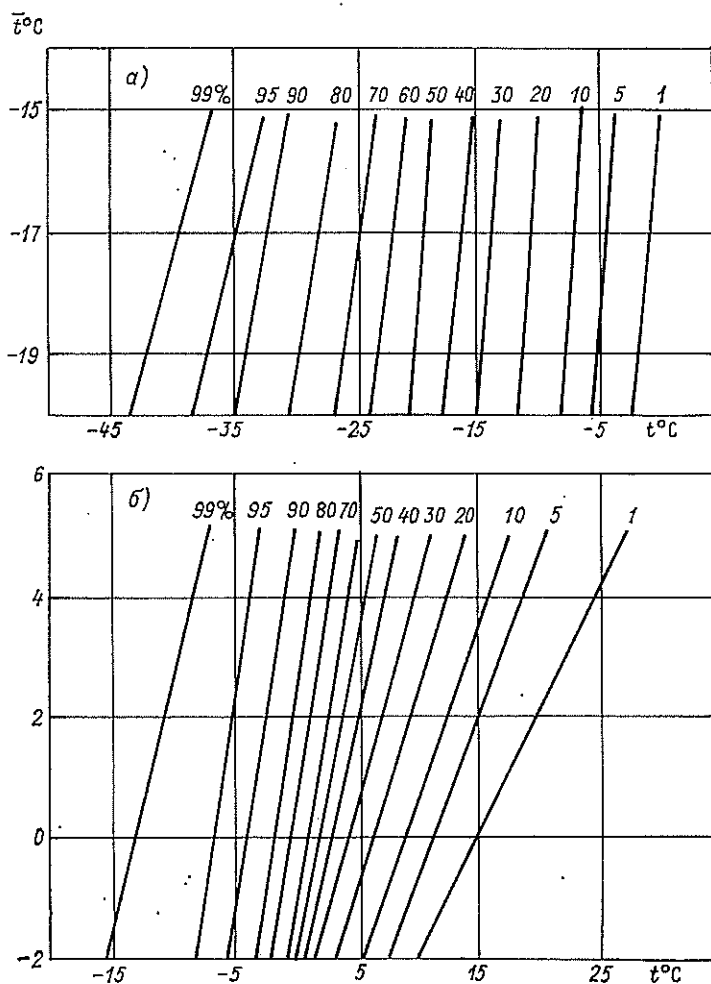
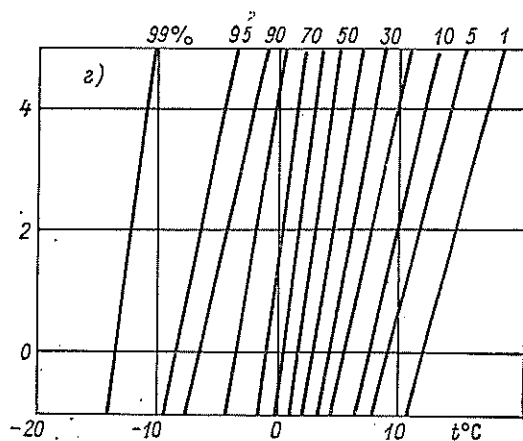
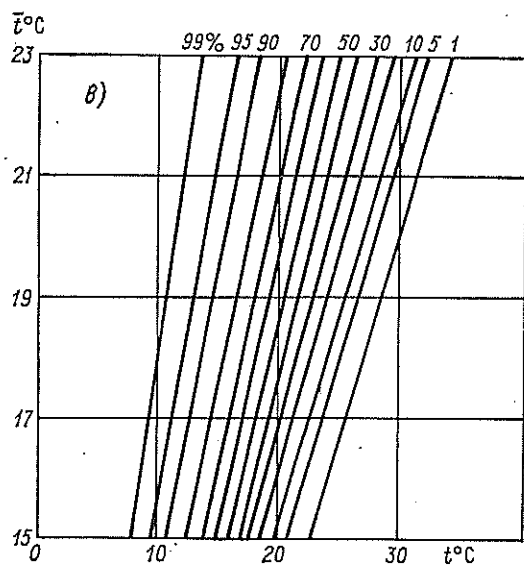


Рис. 19. Номограммы для расчета ежеhourных температур воздуха от нормы
 а — январь, б — апрель, в — июль, г — октябрь; $\bar{t}$ — средняя месячная часовая

В летние месяцы отклонения средних месячных температур воздуха от нормы значительно меньше, σ колеблется от 1,3 до 2,0°. Самая высокая средняя месячная температура воздуха наблюдалась в июле 1969 г. (21,1°C), самая низкая — в августе 1912 г. (11,9°C). На рис. 17 а, б представлено число дней с высокой и низкой температурой воздуха различной обеспеченности по месяцам.

Для более полной характеристики температурного режима



духа различной обеспеченности.

температура воздуха по срокам, t — возможная ежесуточная температура воздуха.

в табл. 18 приложения приводится повторяемость различных градаций средней месячной температуры воздуха. Редко, в 2—5% лет, встречаются годы со средней месячной температурой воздуха в январе, декабре в пределах -25 , -35°C . В 70—80% лет в июне, июле температура изменяется от 15 до 20°C .

Средняя месячная амплитуда температуры воздуха наибольших значений достигает в январе, феврале (20 — 25°), наименьших (7 — 8°) — в осенне-летний период (табл. 29).

Таблица 29

Средние и абсолютные месячные амплитуды температуры воздуха

Амплитуда	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя	20	25	16	11	10	8	8	8	7	11	18	18
Абсолютная	56	54	52	64	53	41	40	37	42	56	57	55

В течение суток температура воздуха испытывает довольно резкие колебания (рис. 18, 19). Летом минимальная температура наблюдается перед восходом солнца, в 3—4 ч, так как суточные колебания ее определяются в основном суточным ходом радиационного баланса, а в зимние месяцы, когда нередко наблюдаются значительные похолодания или потепления, связанные с вторжением теплого или холодного воздуха, минимум температуры может отмечаться в любые часы суток, но обычно он приурочен к восходу солнца, т. е. к 6—7 ч.

Максимальная температура воздуха в течение года наблюдается в 14—16 ч местного декретного среднего солнечного времени.

Суточный ход температуры воздуха характеризуется амплитудой, которая представляет собой разность между температурой самого теплого и холодного часа суток и в основном определяется суточным ходом радиации, с октября по январь наблюдается сглаженный суточный ход. Амплитуды не превышают 2—3°, однако к весне, по мере увеличения продолжительности дня, она возрастает до 5—7° и в мае—июне достигает наибольшей величины (10°). В июле—августе за счет большого притока тепла из почвы и сглаженного хода эффективного излучения суточная амплитуда несколько уменьшается. Величина суточной амплитуды в значительной степени зависит от состояния неба. Небольшие амплитуды наблюдаются при пасмурной погоде в октябре и ноябре (около 5°). При тихой и ясной погоде отмечается увеличение амплитуды до 14—15°. В редких случаях в течение всего года наибольшая суточная амплитуда может достигать 20—30°, а наименьшая—1—2°. Наиболее часто (около 30% случаев) в зимний период амплитуда изменяется в пределах 4—7°, к концу зимы она возрастает до 7—10°. В летний период наблюдается повышение средней суточной амплитуды до 10—13° (30—37%).

Характеристикой степени устойчивости погоды может служить междусуточная изменчивость температуры воздуха (табл. 30). Она зависит главным образом от адвективного фактора. Годовой ход междусуточной изменчивости температуры повторяет ход суточной амплитуды. В зимние месяцы она достигает наибольших значений и равна 3,7—4,9°, летом изменчивость наименьшая—1,8—1,9°. В отдельных случаях зимой она достигает

Таблица 30

Средняя междусуточная изменчивость температуры воздуха

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

ет $\pm 20^\circ$, а летом $\pm 10-14^\circ$. Такие большие изменения возможны один раз в 10 лет. Наибольшая повторяемость междусуточной изменчивости температуры отмечается в пределах $\pm 2^\circ$ (35—40 %).

Подробные характеристики термического режима воздуха, в том числе суточного хода и комплексные, даны в табл. 16—31 приложения.

4.2. Температура почвы

Термический режим почвы зависит от температуры воздуха, физических и механических свойств почвы, ее влажности, а также от степени защищенности растительным покровом летом и снежным покровом зимой, предохраняющих почву от потери тепла путем излучения. Важную роль в термическом режиме почвы играет температура ее верхних слоев.

Средняя годовая температура поверхности почвы в Новосибирске равна 1°C , это более чем на полградуса выше температуры воздуха. С ноября по март средние месячные значения температуры поверхности почвы (снега) изменяются от -10° (в ноябре) до -20° (в январе). Разница в значениях средних месячных величин температуры почвы и воздуха менее 1° . В дневные часы средняя месячная температура почвы повышается до -9°C , ночью понижается до -28°C . В отдельные ясные ночи температура поверхности почвы (снега) понижается до -50°C . Наиболее низкая температура отмечалась в феврале 1951 г. (-52°C). В январе и декабре абсолютные минимумы также очень низкие и достигают в отдельные ночи -50°C . При этом скорость ветра обычно не превышает 2 м/с, турбулентное перемешивание незначительное и прилегающие слои воздуха, соприкасаясь с поверхностью почвы, охлаждаются. Разность температур почвы и воздуха составляет $5-6^\circ$. В годовом ходе температуры верхних слоев почвы минимум приходится на февраль. На глубине 160 и 320 см он наблюдается в апреле и мае.

Температура почвы с глубиной повышается (табл. 31). Отрицательные температуры наблюдаются на глубине 20 см с ноября, а на глубине 40 см — с декабря по март, на глубине 80 см температура ниже 0°C наблюдается с января по апрель.

Не менее важная характеристика термического режима почвы — глубина ее промерзания, она обычно меньше глубины про-

Таблица 31¹

Температура почвы на поверхности и на глубинах (°C)

Месяц	$\bar{t}$	$t_{\text{макс}}$	$T_{\text{макс}}$	$T_{\text{мин}}$	$T_{\text{мин}}$	$\bar{t}$ на глубине, см						
						5	10	20	40	80	160	320
I	-20	-14	5	-28	-54			-5,8	-3,7	-0,9	2,1	5,5
II	-18	-9	8	-26	-52			-6,4	-4,6	-2,0	1,2	4,7
III	-11	-1	11	-21	-47			-4,0	-3,3	-1,9	0,6	4,0
IV	0	12	44	-7	-37			0,5	0,1	-0,4	0,5	3,4
V	13	31	57	1	-19	9,8	8,6	7,6	5,4	2,8	1,3	3,1
VI	22	41	62	8	-6	17,8	16,6	14,6	12,4	9,0	5,0	3,7
VII	24	44	64	11	0	20,9	20,1	19,0	16,4	13,5	9,1	5,2
VIII	20	38	58	9	-3	18,4	18,2	17,3	16,2	14,6	11,3	6,8
IX	11	26	50	2	-10	11,1	11,4	11,7	11,8	11,9	10,9	8,0
X	1	10	32	-4	-32	2,3	2,7	4,2	5,7	7,4	8,8	8,2
XI	-10	-4	12	-16	-51			-1,1	1,1	3,2	5,8	7,6
XII	-18	-12	6	-25	-53			-4,6	-1,9	0,8	3,6	6,5
Год	1	13	64	-8	-54			4,4	4,6	4,8	5,0	5,6

¹ Таблицы, относящиеся к этому разделу, составлены за период 1930—1960 гг.

Таблица 32

Глубина проникновения z (см) температуры 0°C в почву (под естественным покровом). 1930—1975 гг.

Месяц	$\bar{z}$	$z_{\text{макс}}$	Год	$z_{\text{мин}}$	Год
X	4	29	1964	—	
XI	71	106	1960	49	1969
XII	146	188	1974	70	1963
I	196	237	1970	106	1964
II	228	262	1968	156	1964
III	257	290	1973	217	1962
IV	256	284	1972	213	1962
V	239	277	1970	182	1962

никновения 0°C в почву, так как промерзание зависит от различных факторов и в первую очередь от высоты снежного покрова, структуры, влажности и других свойств почвы (табл. 32, рис. 20 а, б). Устойчивое промерзание происходит в последних числах октября, а самое раннее — в конце первой декады этого месяца. Максимальная глубина промерзания наблюдается в апреле. Средняя из максимальных глубин промерзания суглинистых почв, характерных для Новосибирска, составляет 235 см, наибольшая — 286 см (табл. 33), а средняя из максимальных глубин проникновения 0°C в почву — 258 см (рис. 21). Полное оттаивание почвы наступает обычно в начале июня, но в редких случаях возможно и в конце месяца.

Таблица 33

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

Наибольшая глубина про- мерзания почвы за зиму, см	Год	Обеспеченность, %							Наименьшая глубина про- мерзания почвы за зиму, см	Год
		5	10	25	50	75	90	95		
286	1965- 66	284	273	254	233	212	194	182	180	1951- 52

В летний период температура поверхности почвы испытывает более значительные колебания, чем зимой. В дневное время почва сильно прогревается, и в полдень температура поверхности почвы повышается до 40—44°C, а в отдельные дни до 64°C.

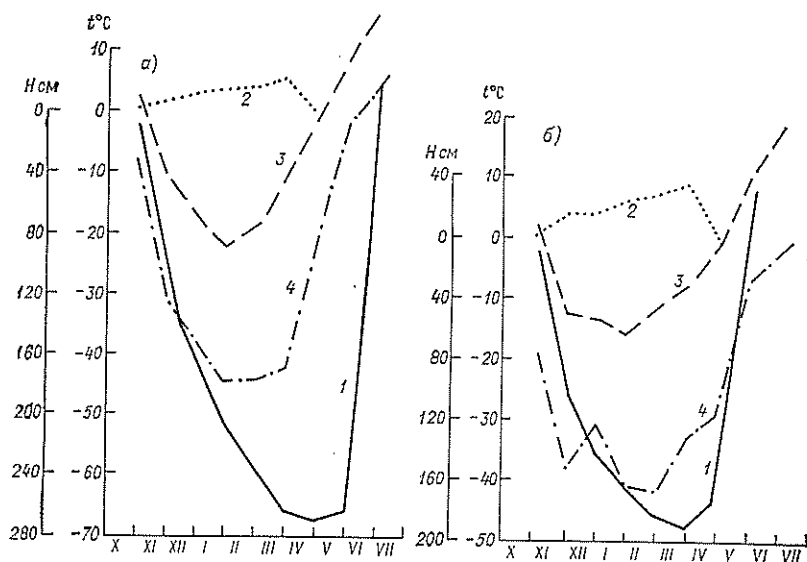


Рис. 20. Глубина промерзания почвы.

а — в малоснежную зиму (1965-66 г.), б — в многоснежную зиму (1962-63 г.);
1 — глубина промерзания почвы, 2 — высота снежного покрова, 3 — средняя месячная температура воздуха, 4 — абсолютный минимум на поверхности почвы.

Превышения температуры воздуха над температурой почвы составляет 20—25°C.

Ночью температура поверхности почвы ниже температуры воздуха на 2°. В отдельные годы даже в июле температура почвы может понижаться до 0°C (июль 1970 г.), а в июне и августе 1968 г. она понижалась даже до -5°C.

Годовой ход температуры почвы аналогичен ходу температуры воздуха, при этом годовая амплитуда температуры почвы на

8° больше. С глубиной амплитуда уменьшается. Максимум температуры верхних слоев почвы приходится на июль, с глубиной он сдвигается на осенние месяцы — сентябрь—октябрь.

Заморозки на почве вследствие больших вертикальных градиентов температуры в припочвенном слое возможны все лето, но практически они бывают редко (табл. 34, 35). В 1933 г. был

Таблица 34

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

Глубина, см	Дата заморозка						τ	$\tau_{\text{макс}}$	$\tau_{\text{мин}}$
	последнего			первого					
	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя			
Поверхность почвы	3 VI	16 V	29 VI	9 IX	21 VIII	1 X	97	121	65
40	21 IV	1956 7 IV	1933 7 V	26 XI	1951 3 XI	1943 21 XII	218	258	180
80	4 V	11 IV	9 V	30 XII	23 XI	1 III	239	262	138

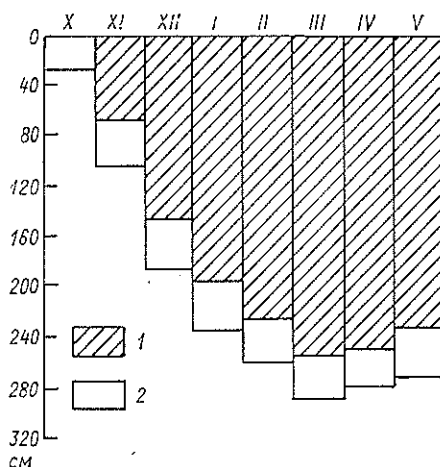


Рис. 21. Средняя (1) и наибольшая (2) глубина проникновения температуры 0°C в почву.

зафиксирован последний заморозок на поверхности почвы 29 июня, а в 1974 г. — 22 июня. Осенью при средней дате первых заморозков 9 сентября самый ранний заморозок был отмечен 21 августа 1951 г.

5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ

5.1. Влажность воздуха и испарение

Влажность воздуха. О влажности воздуха можно судить по величине упругости водяного пара, относительной влажности воздуха и дефициту влажности.

Влажность воздуха имеет ярко выраженный годовой и суточный ход. Упругость водяного пара зависит от температуры воздуха. Чем выше температура, тем большее количество водяного пара может в нем находиться. В течение года упругость водяного пара меняется аналогично ходу температуры воздуха: наибольшие значения наблюдаются летом (в июле), наименьшие — в самые холодные зимние месяцы (см. рис. 2)¹. Годовая амплитуда средней месячной упругости водяного пара составляет 14,3 мбар. Упругость водяного пара от месяца к месяцу летом изменяется в пределах $\pm 2 \div 5$ мбар, зимой $\pm 1 \div 2$ мбар (табл. 36).

Таблица 36

Изменение температуры воздуха (°C) и упругости водяного пара (мбар)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Δt	1,8	6,5	10,6	10,1	6,3	2,4	-2,7	-6,1	-8,4	-11,2	-7,2	
Δe	0,2	0,9	2,5	2,5	4,9	3,3	-2,1	-4,3	-3,7	-2,8	-1,1	

Суточный ход упругости водяного пара в зимние месяцы повторяет суточный ход температуры воздуха, максимум наступает в дневные часы, минимум — перед восходом солнца. Суточная амплитуда упругости водяного пара зимой мала — около 0,2 мбар, а в теплый период увеличивается до 0,7—0,9 мбар.

Относительная влажность воздуха является показателем на-

¹ Средние характеристики, приведенные в данном разделе (таблицы и рисунки), получены за период 1936—1960 гг., а экстремальные — за период 1936—1975 гг.

Таблица 35

Даты последнего и первого заморозков на почве различной вероятности

Интенсивность заморозка, °С	Вероятность заморозков, %						
	5	10	25	50	75	90	95
Весна							
—0	14 VI	10 VI	5 VI	31 V	26 V	21 V	18 V
—1	10 VI	7 VI	3 VI	29 V	24 V	20 V	17 V
—3	9 VI	4 VI	28 V	21 V	14 V	7 V	2 V
—5	4 VI	29 V	22 V	14 V	6 V	29 IV	24 IV
Осень							
—0	20 VIII	22 VIII	4 IX	12 IX	19 IX	26 IX	1 X
—1	22 VIII	28 VIII	5 IX	14 IX	20 IX	28 IX	2 X
—3	29 VIII	5 IX	14 IX	23 IX	2 X	11 X	18 X
—5	16 IX	21 IX	28 IX	4 X	10 X	17 X	22 X

Дополнительные оценки термического режима почвы приведены в табл. 32—35 приложения.

Таблица 37

Относительная влажность воздуха (%) по сезонам и за год

Сезон	e мбар	Срок наблюдений, ч					f _{мин}	Число дней с относительной влажностью		
		1	7	13	19	сутки		в один из сроков		в 13 ч
								<30%	<50%	>80%
Зима	2.0	82	83	76	80	80	27	0.1	0.7	12
Весна	6.2	76	72	50	60	64	12	12	18	6
Лето	13.9	86	79	55	65	71	15	4	14	8
Осень	7.4	84	86	60	74	76	17	2	11	12
Год	7.3	82	80	60	70	73	12	18	44	38

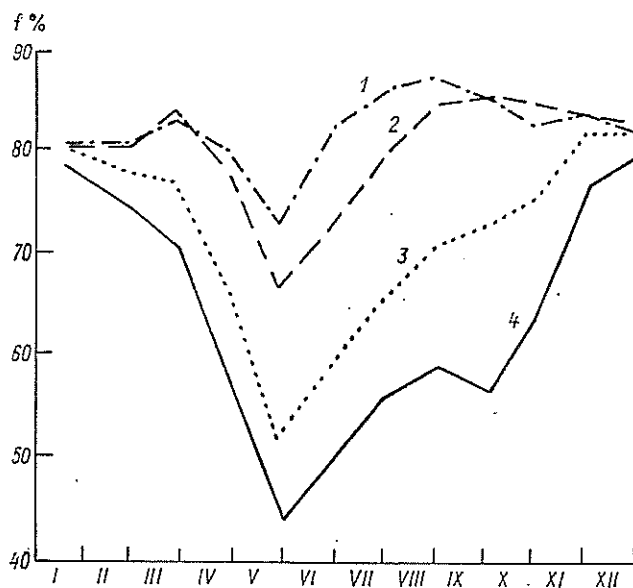


Рис. 22. Годовой ход относительной влажности воздуха (%) в 1 ч (1), 7 ч (2), 13 ч (3) и 19 ч (4).

сыщения воздуха водяным паром. Годовой ход относительной влажности воздуха противоположен годовому ходу упругости водяного пара. Наиболее низкая относительная влажность воздуха наблюдается не в самый теплый месяц, а несколько раньше, в конце мая—начале июня (59—66%), что обусловлено быстрым прогреванием приземных слоев воздуха и небольшим количеством выпадающих осадков. Затем ее значение повышается, достигая в августе 76%. С переходом к устойчивым отри-

цательным температурам в ноябре—декабре наступает максимум относительной влажности (82%).

Изменение относительной влажности воздуха в течение суток можно проследить по данным срочных наблюдений (табл. 37, рис. 22). С ноября по март значение относительной влажности почти не изменяется (около 80%). Амплитуда колебаний не превышает 10%. С апреля по октябрь она достигает 32%, а в отдельные дни может превышать 50%. Большие значения амплитуд относительной влажности, так же как и температуры воздуха, наблюдаются в жаркую сухую погоду при безоблачном небе и слабом ветре. В суточном ходе относительная влажность воздуха достигает максимальных значений перед восходом солнца, увеличиваясь до 81% зимой, 84% в переходные сезоны и до 91% летом. Затем она уменьшается до минимума и в послепопуденные часы становится равной 77, 63 и 56% соответственно.

В годовом ходе наиболее высокая относительная влажность в 13 ч наблюдается с ноября по март. Средняя месячная относительная влажность воздуха в эти месяцы составляет 70—80%. С февраля обычно дневная относительная влажность понижается, а наиболее интенсивное ее понижение отмечается от марта к апрелю (март—70%, апрель—56%) и от апреля к маю. Май и июнь, как правило, отличаются большой засушливостью, вследствие чего и относительная влажность воздуха в 13 ч в эти месяцы наименьшая в году (май—44%, июнь—50%), табл. 38.

Таблица 38

Вероятность (%) средней месячной относительной влажности воздуха $\bar{f}$ (мм) в 13 ч

Месяц	$\bar{f}$	$f_{\text{мин}}$ наблюден- ная	$\bar{f}$ в отдельные годы							$f_{\text{макс}}$ наблюден- ная
			< 29	30 — 39	40 — 49	50 — 59	60 — 69	70 — 79	≥ 80	
IV	56	25	7	15	18	17	16	13	14	100
V	44	7	25	25	18	11	9	5	7	95
VI	50	15	6	24	28	17	13	5	7	93
VII	56	19	1	11	25	28	16	11	8	94
VIII	59	23	2	7	20	27	19	13	12	94
IX	57	13	4	11	24	21	14	12	14	95

От года к году относительная влажность воздуха в 13 ч претерпевает большие изменения (табл. 39). Так, 13 мая 1972 г. при антициклонической погоде средняя месячная относительная влажность воздуха была равна всего 7%, средний месячный дефицит влажности—30 мбар, а температура воздуха—25°C. При прохождении циклонов 1 апреля 1969 г. и 11 апреля 1970 г., т. е. при дождливой ветреной погоде, относительная влажность воздуха в обоих случаях составляла 100%, а упругость водяно-

Таблица 39

Число дней n с относительной влажностью воздуха $\leq 30\%$ и $\leq 50\%$ в любой из сроков наблюдений и $\geq 80\%$ в 13 ч

Месяц	$f \leq 30\%$		$f \leq 50\%$		$f \geq 80\%$	
	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$
I	0	0	0,3	5	15	29
II	0	0	0,6	2	8	21
III	0,05	1	2	6	7	20
IV	3	12	12	18	4	11
V	9	19	24	30	2	7
VI	2	14	19	29	2	4
VII	0,5	12	13	29	3	7
VIII	0,7	14	10	25	4	14
IX	2	9	13	25	4	11
X	0,9	7	10	17	8	20
XI	0,05	1	0,8	2	13	25
XII	0	0	0,1	2	16	30
Год	18	41	105	145	86	129

го пара и температура воздуха соответственно 6,0 и 7,2 мбар и +0,3 и +2,3°C.

О засухливости весенних и первых летних месяцев можно судить по числу дней с относительной влажностью 30% и менее. В апреле и июне в среднем наблюдается два-три таких дня, а в мае—до девяти. Относительная влажность 80% и более служит характеристикой влажных дней. Среднее число таких дней в апреле—4, в мае—2, а в декабре—16 (максимум). В отдельные годы число сухих и влажных дней может значительно отклоняться от среднего значения. Наибольшее число дней с относительной влажностью 30% и менее было в мае 1965 г. (19 дней), когда довольно частые прохождения антициклонов обусловили теплую сухую погоду, а в мае 1969 г. такой день был только один. Мало сухих дней в марте, октябре, ноябре, а с декабря по февраль подобных дней в Новосибирске ни разу не наблюдалось. Максимальное число влажных дней отмечено в январе 1975 г. (29). В отдельные годы влажные дни с мая по июнь вообще не наблюдались (1958, 1962, 1970 гг.).

Годовой ход дефицита влажности соответствует распределению относительной влажности. Больших значений дефицит влажности достигает в июне и июле, когда в среднем за месяц он удерживается почти на одном уровне и равен 7—8 мбар.

В отдельные годы средний месячный дефицит влажности значительно отличается от среднего многолетнего. Наибольшие различия отмечаются в теплый период (табл. 40).

Так, в засушливые 1955, 1965 гг. в июне и июле отклонения среднего месячного дефицита влажности в 13 ч составляли 8—10 мбар, а дефицит влажности в среднем за месяц был равен

Таблица 40

Отклонения (мбар) среднего месячного дефицита влажности в 13 ч от многолетнего

Месяц	$\overline{\Delta d}$	$+\Delta d_{\text{макс}}$	$-\Delta d_{\text{мин}}$
IV	-0,48	3,2	-3,0
V	0,32	6,0	-4,0
VI	0,44	7,5	-5,1
VII	0,94	9,8	-4,4
VIII	0,34	6,3	-5,1
IX	-0,17	6,4	-7,6

21—23 мбар. Начиная с сентября, дефицит влажности резко понижается, и во все зимние месяцы он невелик, в среднем не превышает 0,7 мбар. Весной дефицит влажности довольно высок. Например, в мае 1955 г. в 13 ч он достиг 16,7 мбар.

Суточный ход дефицита влажности хорошо выражен с мая по сентябрь, при этом наибольшие значения отмечаются днем, в послеполуденное время, наименьшие—ночью, перед восходом солнца. Максимум суточной амплитуды наблюдался в июне—июле (10,6—10,9 мбар), минимум—в декабре—январе (0,1—0,2 мбар) (табл. 41).

Таблица 41

Суточная амплитуда дефицита влажности A_d по наблюдениям в 1, 7, 13 и 19 ч

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
A_d мбар	0,2	0,3	0,8	3,5	8,2	10,6	10,9	8,6	6,8	2,9	0,4	0,1

Испарение. Данные по испарению и испаряемости (максимально возможному испарению), полученные на основании расчетных методов М. И. Будыко, характеризуют фактическое и возможное испарение с поверхности почвы и снежного покрова. В сумме за год с поверхности почвы и снега может испариться 403 мм воды, а при неограниченном запасе воды максимально возможное испарение равно 588 мм (табл. 42).

Таблица 42

Испарение и испаряемость (мм) с различных поверхностей

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

Испарение с поверхности почвы и снега (мм)

3 | 4 | 9 | 27 | 68 | 81 | 76 | 62 | 41 | 22 | 6 | 4 | 403

Испарение с водной поверхности (мм)

| | | | 69 | 117 | 119 | 91 | 61 | | | |

Испаряемость с поверхности почвы и снега (мм)

1 | 3 | 4 | 41 | 101 | 124 | 114 | 96 | 64 | 34 | 5 | 1 | 588

Наибольшее испарение с водной поверхности наблюдалось в июне 1965 г. (178 мм) и июле 1963 г. (187 мм), наименьшее — отмечалось в прохладное и пасмурное лето 1972 г.: в июне и июле оно составило 85—88 мм, а в августе — 59 мм. В сентябре испарение по годам изменяется в меньших пределах. Так, при средней величине испарения 62 мм максимум наблюдался в 1966 г. (81 мм), минимум — в 1974 г. (42 мм).

Средние значения характеристик влажности и их изменчивость приведены в табл. 36 приложения, а суточные изменения относительной влажности там же в табл. 37.

5.2. Атмосферные осадки

Измеренное количество осадков в Новосибирске в среднем за год составляет 425 мм (табл. 43). При этом следует учитывать, что примерно 90—100 мм осадков не улавливается осадкомером, часть из них теряется на смачивание ведра, а большая часть сносится ветром, не попадая в осадкомер. В зависимости от вида осадков год условно делят на два периода: холодный — с ноября по март, когда осадки в основном выпадают в твердом и смешанном состоянии, и теплый — с апреля по октябрь, когда преобладают жидкие осадки. В холодный период выпадает около одной четверти годового количества осадков (95 мм), основное количество их выпадает в теплый период (330 мм). Из общего количества осадков за год 28% приходится на твердые осадки, 63% — на жидкие и 9% — на смешанные (табл. 44, рис. 23).

Наименьшее в году количество осадков выпадает в феврале и марте (12—13 мм). Начиная с апреля наблюдается постепенное увеличение количества осадков. Своего максимума количество осадков достигает в июле — 74 мм (см. рис. 2). Фактически же внутригодовое распределение осадков в отдельные годы значительно отличается от многолетнего (табл. 45). Так, например, в 1946 г. выпало 713 мм осадков, а в 1931 г. — 222 мм. Один раз в 15—20 лет месячные суммы осадков бывают в 2—3 раза больше многолетней нормы. Количество осадков в два раза меньше нормы наблюдается сравнительно редко — один раз в 40—50 лет. Особенно велика изменчивость месячных сумм осадков в теплый период. В июле 1943 г. месячная сумма осадков составляла 174 мм, а в июле 1974 г. — всего лишь 15 мм. Такая значительная разница в месячных суммах осадков говорит о том, что в городе наблюдаются и дождливые, и засушливые периоды. Большой интерес для решения многих практических задач представляют не только средние и экстремальные значения осадков, но и их вероятностные характеристики.

Месячные и годовые суммы осадков различной обеспеченности колеблются в Новосибирске в значительных пределах

Таблица 43

Среднее многолетнее количество осадков (мм)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI — III	IV — X	Год
Среднее количество осадков по осадкомеру (без введения поправок)														
16	12	13	22	34	60	74	60	45	35	30	24	95	330	425
Среднее количество осадков с учетом поправок на смачивание														
19	14	15	25	38	65	78	65	50	39	33	28	109	360	469
Среднее количество осадков с учетом поправок на выдувание и смачивание														
25	18	20	29	39	66	79	65	50	44	43	36	142	372	514

Таблица 44

Доля твердых, жидких и смешанных осадков (в % от общего количества)

Вид осадков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Твердые	97	91	89	38	4					21	77	90	28
Жидкие	•	•	2	28	80	100	100	100	93	40	3	•	63
Смешанные	3	9	9	34	16	•			7	39	20	10	9
Среднее число дней с осадками различного вида													
Твердые	18,2	13,8	9,8	4,6	0,6				•	5,4	18,4	200	91
Жидкие	•	•	•	3,5	8,8	15,7	16,4	17,0	14,2	6,5	•	•	82
Смешанные	•	•	1,5	3,6	2,0	•			0,9	4,9	2,6	1,2	17

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

Таблица 45

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

Месяц	Δx меньше нормы, мм				Δx больше нормы, мм			
	1 — 10	11 — 20	21 — 30	>30	1 — 10	11 — 20	21 — 30	>30
I	36	17	—	—	31	11	4	1
II	49	11	—	—	22	12	3	3
III	43	10	—	—	36	9	1	1
IV	35	18	—	—	33	7	4	3
V	27	16	6	1	30	10	4	6
VI	21	15	11	8	17	8	10	10
VII	16	11	15	16	15	10	3	14
VIII	19	10	11	12	20	8	7	13
IX	15	16	15	3	20	16	10	5
X	24	23	8	—	22	10	8	5
XI	19	26	7	1	26	12	3	6
XII	31	30	9	—	17	7	6	—

(табл. 46). Например, в июле при средней сумме за месяц 74 мм в 1943 г. выпало 174 мм (1%-ная обеспеченность), в 5% лет — 153 мм, в 30% — 91 мм и т. д.

Частота выпадения осадков характеризуется числом дней с осадками различной величины. За день с осадками принимается такой день, в течение которого количество выпавших осадков составляет 0,1 мм и более. Среднее годовое число дней с осадками более 0,1 мм в Новосибирске достигает 188, в месяцы холодного периода — 14—20 дней, а в месяцы теплого — 10—16 дней.

В годовом ходе числа дней с осадками 0,1 мм и более прослеживается максимум в ноябре, минимум в апреле (рис. 24), но максимум повторяемости градации 30 мм и более приходится уже на июль, а минимум — на зимние месяцы. Однако следует заметить, что в течение года изменение числа дней с осадками от месяца к месяцу сравнительно небольшое.

Продолжительность осадков за год в Новосибирске в среднем 1678 ч, максимальная продолжительность — 2036 ч. Наиболее продолжительны осадки зимой — до 190—280 ч в каждом месяце, что свидетельствует о слабой их интенсивности.

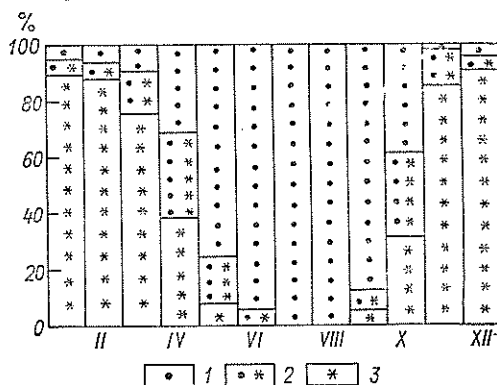


Рис. 23. Доля дней с жидкими (1), смешанными (2) и твердыми (3) осадками.

Таблица 46

Месячное и годовое количество осадков (мм) различной обеспеченности

Месяц	Обеспеченность, %										
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
I	35	28	22	19	16	16	12	10	8	5	0
II	29	22	18	15	12	10	9	7	5	4	2
III	31	23	19	17	14	12	10	8	7	5	3
IV	51	39	17	15	12	10	8	6	5	3	1
V	75	60	49	42	36	31	26	23	20	15	8
VI	122	100	84	73	64	55	48	41	35	26	16
VII	152	123	103	90	79	69	61	52	42	32	22
VIII	134	101	86	74	64	56	48	40	33	22	12
IX	94	75	62	55	49	41	36	32	26	18	11
X	73	59	49	43	37	32	29	26	21	15	9
XI	66	50	40	35	30	26	22	20	17	14	10
XII	56	41	33	29	25	22	19	17	15	10	5
Год	555	515	488	465	443	420	403	385	362	335	303

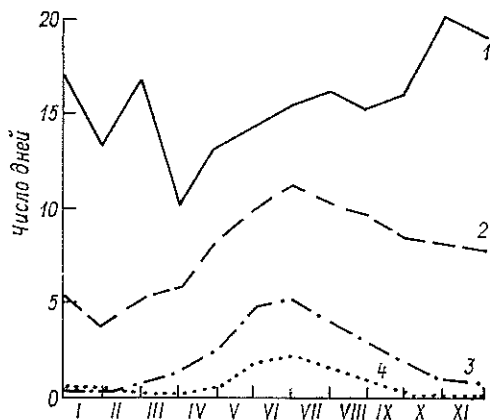


Рис. 24. Годовой ход среднего числа дней с осадками по грациям.

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

превышают 5—7 мм. В весенние и осенние месяцы эти значения увеличиваются до 10—13 мм, а летом — превышают 20 мм. Пределы изменения суточного максимума осадков в разные годы неодинаковые.

Например, в июле при среднем максимуме 22 мм один раз в 20 лет может выпасть 43 мм осадков и один раз в 100 лет — 60 мм. Наблюдаемый суточный максимум достигает 95 мм (28 июня 1938 г.).

Средняя интенсивность дождя составляет 14,5 мм/ч. Наибольшая интенсивность за разные интервалы времени (от 5 мин до 1 ч) определялась по непрерывным приборным наблюдениям

Летом, когда интенсивность и количество осадков наибольшее в году, продолжительность их наименьшая — 50—62 ч (табл. 47). Средняя продолжительность осадков в день с осадками изменяется от 3,2 ч в июле до 15,2 ч в январе (табл. 48).

Для характеристики суточного максимума осадков используются его средние значения (табл. 49). В зимние месяцы суточные максимумы осадков не

Таблица 47

Средняя и максимальная продолжительность τ (ч) осадков

Месяц	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	Месяц	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$
I	261	507	IX	78	166
II	191	302	X	138	290
III	166	257	XI	238	343
IV	91	152	XII	282	456
V	65	134	XI—III	1138	1473
VI	56	121	IV—X	540	699
VII	50	98	Год	1678	2036
VIII	62	143			

Таблица 48

Средняя продолжительность $\bar{\tau}$ выпадения осадков в день с осадками

Месяц . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{\tau}$ ч	15,2	14,1	9,8	8,8	4,9	3,9	3,2	3,8	5,0	8,6	11,8	14,6

Таблица 49

Суточный максимум количества осадков (мм) различной обеспеченности

Месяц	Средний максимум	Обеспеченность, %						Наблюдавшийся максимум		
		63	20	10	5	2	1	мм	число	год
I	4	3	6	8	10	13	16	14	4	1940
II	3	2	5	7	9	12	14	14	17	1951
III	4	3	6	8	10	12	16	14	20	1954
IV	7	4	10	13	16	20	23	24	1	1948
V	11	8	15	19	22	28	33	32	25	1928
VI	17	13	23	29	42	63	95	95	28	1938
VII	22	17	29	36	43	52	60	55	20	1962
VIII	18	14	24	29	35	43	49	45	12	1956
IX	13	9	16	22	28	36	43	44	11	1949
X	9	7	13	16	20	24	26	22	23	1957
XI	7	5	10	12	16	23	31	31	20	1944
XII	5	3	8	10	12	14	16	15	1	1955
Год	30	24	38	48	59	88	95	95	28 VI	1938

(плювиограф). Экстремальное количество осадков, выпавших за пять минут, наблюдалось в Новосибирске в июле 1970 г., когда при интенсивности 2,5 мм/мин, выпало около 13 мм осадков.

Характеристики обильных осадков и число дней с жидкими осадками при отрицательной температуре приведены в табл. 38—41 приложения.

5.3. Снежный покров и метели

Снежный покров оказывает большое влияние на формирование температурного режима в холодный период и имеет большое значение для хозяйственной деятельности города. Небольшое количество тепла, получаемое зимой от солнца, почти полностью отражается снежной поверхностью. Как уже упоминалось, отражательная способность свежевыпавшего снега (альбедо) превышает 70 %.

Время установления первого, еще неустойчивого снежного покрова в Новосибирске приходится в среднем на 16 октября. В зависимости от погодных условий дата появления снежного покрова в отдельные годы значительно колеблется. Отклонения от средней даты могут быть около месяца. Наиболее раннее появление снежного покрова отмечено во вторую декаду сентября, т. е. в годы с ранней зимой (1906, 1907 гг.). При продолжительной и теплой осени снежный покров может появиться в первую декаду ноября.

Таблица 50¹

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

Процесс	Средняя дата	Самая поздняя дата	Обеспеченность в указанные даты и более поздние, %							Самая ранняя дата
			95	90	75	50	25	10	5	
Появление снежного покрова	16 X	8 XI 1899	5 XI	2 XI	25 X	17 X	8 X	29 IX	23 IX	15 IX 1907
Образование устойчивого снежного покрова	1 XI	17 XI 1956	12 XI	10 XI	6 XI	2 XI	27 X	22 X	20 X	11 X 1940
Разрушение устойчивого снежного покрова	13 IV	30 IV 1903	28 IV	25 IV	19 IV	13 IV	7 IV	21 V	29 III	24 III 1962
Сход снежного покрова	21 IV	28 V 1958	14 V	8 V	29 IV	20 IV	12 IV	5 IV	1 IV	27 III 1901

¹ Таблицы, относящиеся к этому разделу, составлены за период 1891—1975 гг.

В табл. 50 приводится обеспеченность различных дат появления и схода снежного покрова, образования и разрушения устойчивого снежного покрова в отдельные годы в зависимости от средней даты. Данные этой таблицы могут быть полезны при планировании снегозадержания на железных и автомобильных дорогах, расчетах снеговых нагрузок на сооружения, снегоочистительных мероприятий в городе и др.

При средней дате появления снежного покрова 16 октября в 75 % лет снежный покров появляется 25 октября и позднее, а

рост его высоты от декады к декаде. Основные запасы снега накапливаются в первой половине зимы. В течение января—февраля полностью устанавливается зимний режим циркуляции. Продолжается наращивание снежного покрова, но снега выпадает меньше, высота его увеличивается незначительно. Максимальной высоты снежный покров достигает в первой—второй декадах марта. Средняя из наибольших за зиму высот снежного покрова составляет 37 см, но возможны колебания в больших пределах (табл. 54). Наибольшее ее значение равно

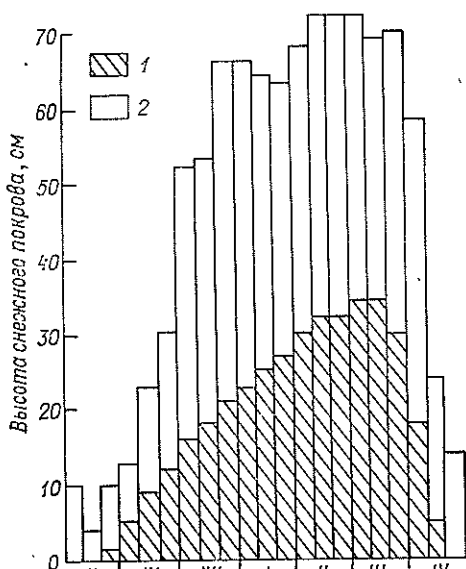


Рис. 26. Годовой ход высоты снежного покрова (постоянная рейка).

1 — средняя из наибольших декадных высот снежного покрова, 2 — наибольшая высота снежного покрова.

72 см, наименьшее — 12 см. Наступление максимальной высоты снежного покрова заметно варьирует во времени. В зимы 1930-31, 1935-36, 1941-42, 1953-54, 1959-60 гг. максимальной высоты снежный покров достиг в третьей декаде марта. Обычно это бывает в годы с интенсивно развитой меридиональной циркуляцией во вторую половину зимы. В зимы 1904-05, 1910-11, 1961-62 гг., когда подолгу удерживалась антициклоническая погода, максимальной высоты снежный покров достиг рано — во второй декаде декабря или первой декаде января.

При средней многолетней высоте снежного покрова 37 см (табл. 54), особенно мало снега (12—13 см) было зимой 1902-03, 1954-55, 1963-64 гг. Наиболее много-

снежными были зимы 1928-29, 1936-37 гг., когда максимальная высота снежного покрова превышала 60 см, а в зиму 1968-69 г. достигла 72 см.

На открытых участках ежегодно наблюдается снежный покров высотой 30 см, однако один раз в 20 лет возможно увеличение высоты до 60 см (табл. 55).

Учащающиеся в конце зимы оттепели способствуют уменьшению высоты снежного покрова из-за оседания, уплотнения и таяния снега, причем таяние происходит значительно быстрее, чем накопление снега. Период таяния (от наступления наибольшей его высоты до разрушения устойчивого снежного покрова) составляет около 30 дней.

Таблица 51

Высота снежного покрова z , плотность снега и запас воды в снеге

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

Высота по постоянной рейке (см)

•	•	1	5	9	12	16	18	21	23	25	27	30	32	32	34	34	30	18	5	•	•	•		37	60	12
---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---	---	---	--	----	----	----

Высота по снегосъемке (см)

	•	9	12	16	17	23	25	26	28	29	32	32	32	32	31	18	•	•						37	51	23
--	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---	--	--	--	--	--	----	----	----

Плотность (г/см³)

	•	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24	0,24	0,26	0,26	0,27	0,30								0,25		
--	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--

Запас воды (мм)

	•	12	23	30	34	45	49	55	63	69	75	75	79	85	82	42								91		
--	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--

Примечание. Точка (•) означает, что высота снежного покрова меньше 1.

Таблица 52

Наибольшая высота снежного покрова (см) различной обеспеченности

Место установок	Средняя из наибольших высот, см	Обеспеченность указанных высот и больших, %						
		95	90	75	50	25	10	5
Открытое	37	14	18	26	36	42	51	58
Защищенное	62	34	40	50	61	73	85	94

Таблица 53

Повторяемость (%) зим с различной наибольшей высотой снежного покрова

Место установок	Высота снежного покрова, см									
	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100	101—110
Открытое	4	29	25	38	4					
Защищенное	11	7	19	11	19	11	11	7	3	1

Таблица 54

Повторяемость (%) максимальной высоты снежного покрова по градам (постоянная рейка, место открытое)

Средняя высота, см	Градация, см						
	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80
37	13	30	30	20	5		2

Таблица 55

Наибольшая декадная высота снежного покрова (см) различной обеспеченности (постоянная рейка, место открытое)

Средняя из наибольших высот, см	Наименьшая	Обеспеченность декадных высот, %							Наибольшая
		95	90	75	50	25	10	5	
37	12 (1954-55 г.)	30	33	38	47	55	58	60	72 (1968-69 г.)

Уменьшение высоты снежного покрова становится заметным уже во второй половине марта, а таяние начинается в конце марта — начале апреля после того, как он уплотнится. Снег начинает стаять при отрицательной средней суточной температуре воздуха под воздействием солнечной радиации. В течение апреля таяние продолжается уже при положительных температурах. Разрушение устойчивого снежного покрова происходит

13 апреля, но возможны колебания от 9 до 12 дней. В 90% лет снежный покров разрушается 25 апреля, а в 10% лет — раньше указанной даты (см. табл. 50).

В отдельные годы временные возвраты холодов весной сопровождаются снегопадами и образованием кратковременного снежного покрова, в результате чего окончательный сход его происходит в более поздние сроки — через 1—1,5 месяца после разрушения устойчивого снежного покрова. Средняя дата схода снежного покрова приходится на 21 апреля, а в отдельные годы возможны отклонения в пределах 30 дней. Самая ранняя дата схода снежного покрова — 27 марта 1901 г., самая поздняя — 28 мая 1958 г.

Как правило, снежный покров сходит неодновременно. Весной на мостовых и улицах снега почти не видно, а в скверах и парках все еще бело, там он может сохраняться на одну — две недели дольше.

Средняя продолжительность залегания снежного покрова составляет 168 дней с отклонениями в отдельные годы до 30 дней (табл. 56).

Таблица 56

Число дней n со снежным покровом различной обеспеченности

n	$n_{\min}$	Обеспеченность, %							$n_{\max}$
		95	90	75	50	25	10	5	
168	146	151	154	162	168	174	180	184	199

Чаше всего снег выпадает при температуре воздуха от 0 до —12°C. В среднем ежегодно насчитывается до 106 дней со снегопадами и твердыми осадками, при этом в семи из десяти зим наблюдаются сильные снегопады. При сильных снегопадах средний прирост высоты снежного покрова равен 10 см. Ежегодно при снегопадах возможен прирост высоты снежного покрова до 5 см, а один раз в 20 лет — до 21 см (табл. 57). Продолжительность снегопадов колеблется от 16 до 24 ч. Наибольшая интенсивность снегопада (7,4 см/ч) наблюдалась 19—29 ноября 1944 г., продолжительность его составила 4,5 ч, прирост высоты снежного покрова достиг 31 см.

Плотность снега определяется отношением массы снега к его объему и зависит от величины и структуры снежинок, высоты снежного покрова, продолжительности его залегания, скорости ветра, температуры воздуха и времени внутри холодного периода.

Увеличение плотности снежного покрова происходит непрерывно, но при морозах оно замедляется, а при оттепелях, наоборот, идет очень быстро. Чем реже зимой метели и оттепели,

Таблица 57

Прирост высоты снежного покрова (см) различной вероятности при сильных снегопадах

Средний	Наимень- ший	Вероятность, %							Наиболь- ший
		95	90	75	50	25	10	5	
10	5	5	6	7	10	12	16	21	31

тем рыхлее и однороднее снежный покров. Особенно быстро увеличивается плотность снежного покрова во время весеннего таяния, когда она достигает максимальных величин. В начале зимы снежный покров имеет небольшую плотность—0,17—0,18 г/см³, но со временем снег оседает и становится более плотным. В весенние месяцы его плотность равна 0,27—0,30 г/см³ с максимумом до 0,48 г/см³ (апрель 1946 г.).

Весеннее нарастание плотности снежного покрова происходит до тех пор, пока снег не пропитается водой, после чего плотность резко уменьшается.

По данным о высоте снежного покрова и его плотности определяется запас воды в снеге, который позволяет судить о возможном стоке воды в водоемы, величине весеннего половодья, запаса влаги в почве.

В среднем запас воды в снеге составляет 90 мм. Ежегодно (в 95% лет) запас воды в снеге равен 44 мм, а один раз в 20 лет (в 5% лет)—145 мм (табл. 58).

Таблица 58

Запас воды (мм) в снеге различной вероятности

Средний	Наимень- ший	Вероятность, %							Наиболь- ший
		95	90	75	50	25	10	5	
90	40	44	50	62	89	113	130	145	174

Наибольший запас воды в снеге отмечен в марте, во время снеготаяния. Так, зимой 1968—69 г. максимальный запас воды в снеге достиг 174 мм (минимальный—40 мм зимой 1942-43 г.).

Метели. Метелью называется перенос снега ветром над поверхностью земли. Метели образуют заносы на улицах города, нарушают работу транспорта. Для Западной Сибири характерна развитая метелевая деятельность. В Новосибирске в среднем за сезон отмечается 50 дней с метелью (табл. 59, 60). Максимальное их число (81 день) наблюдалось в 1972-73 г., а минимальное (24 дня)—в 1939-40 г.

Таблица 59

Число дней n с метелью различной обеспеченности

$\overline{n}$	Обеспеченность, %						
	5	10	25	50	75	90	95
50	74	69	60	50	41	33	29

Таблица 60

Среднее число дней n с метелью по сезонам и за год и отклонение от средней (Δn)

Сезон	$\overline{n}$	Δn	$+\Delta n$	$-\Delta n$
Зима	47	10	27	26
Весна	2	2	7	2
Осень	1	1	6	1
Год	50	11	31	26

В Новосибирске метели наблюдаются в основном с октября по май. В 1972 г. первая метель отмечена в сентябре. Наибольшее число дней с метелью приходится на декабрь. Так, в декабре 1972 г. было 25 дней с метелью. Отклонения от среднего значения в самом метелевом месяце (декабре) достигают 10—25 дней.

Таблица 61

Суммарная продолжительность τ (ч) метелей

Месяц	$\overline{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\tau_{\text{мин}}$	Месяц	$\overline{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\tau_{\text{мин}}$
IX	0,1	4	0	II	81	386	21
X	7	37	0	III	65	163	6
XI	78	238	0	IV	8	31	0
XII	107	302	15	V	1	18	0
I	111	293	7	Год	460	829	201

Общая продолжительность метелей за год в среднем составляет 460 ч (табл. 61). Средняя продолжительность метелей в день с метелью равна 9,2 ч. Непрерывная продолжительность метели (табл. 62) колеблется от 3 до 12 ч. Длительные метели, более 48 ч, в городе редки и наблюдаются в 3% всех случаев. Наибольшая продолжительность, так же как и число дней с метелью, отмечается в декабре.

Метели сопровождаются ветром от 6 до 13 м/с, реже—ветром более 18 м/с (табл. 63). В 86% случаев метели наблюдаются при южном и юго-западном ветрах (табл. 64).

Таблица 62

Повторяемость (%) метелей непрерывной продолжительности

Продолжительность, ч		X	XI	XII	I	II	III	IV	V
от	до								
	≤3	40	23	20	24	22	25	37	100
3,1	6	30	22	23	23	25	24	36	
6,1	12	15	29	24	22	26	28	9	
12,1	18	10	9	15	13	12	13	18	
18,1	24	5	8	8	5	8	5		
24,1	36		4	7	8	4	2		
36,1	48		3	2	2	2	2		
	>48		2	1	3	1	1		

Таблица 63

Повторяемость скоростей ветра при метелях по градам

Скорость, м/с	<6	6—9	10—13	14—17	18—21
Повторяемость, %	6	43	37	11	2

Таблица 64

Повторяемость направлений ветра при метелях

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость, %	1	1	0	4	39	47	7	1

Практический интерес представляет вопрос о температуре воздуха при метелях. Особенно опасны метели при низких температурах воздуха, когда снег легче поддается переносу ветром. Повторяемость различных градаций температуры воздуха при метелях меняется в течение зимы. Чаще всего метели наблюдаются при температуре от -5 до -15°C и редко—ниже -30°C (табл. 65).

Таблица 65

Повторяемость (%) температур по градам при метелях

Температура, $^{\circ}\text{C}$		X	XI	XII	I	II	III	IV	V
от	до								
	≤−30				1				
−29,9	−25			3	2				
−24,9	−20			6	5	5	4		
−19,9	−15		6	10	11	15	12		
−14,9	−10	6	18	25	28	42	30	17	
−9,9	−5	6	33	38	44	22	5	33	
−4,9	0	61	39	17	9	14		42	
	>0	27	4	3		2	2	8	

Продолжительность метелей, скорость и направление ветра, температура при метелях даны в табл. 42—45 приложения.

6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

6.1. Облачность

Облачность ограничивает приток солнечной радиации в дневные часы и уменьшает выхолаживание земной поверхности в ночное время. По ней можно судить об атмосферных процессах в данном районе.

Облачность на метеорологических станциях наблюдается визуально и оценивается по десятибалльной шкале (0—2 балла—ясное небо, 3—7—полуясное, 8—10—пасмурное). В последние годы появились инструментальные наблюдения по метеорологическим радиолокаторам, следящим за облачностью в радиусе до 200 км. Искусственные спутники Земли позволяют держать под наблюдением облачность над огромными территориями.

Принято выделять общую облачность, к которой отнесены все виды облаков, нижнюю, с высотой нижней границы менее 2000 м, и облака вертикального развития (кучевые и кучево-дождевые).

Все облака в зависимости от высоты их нижней границы делятся на три яруса. К облакам верхнего яруса относятся перистые, перисто-кучевые и перисто-слоистые. Они расположены на высоте 6—10 км от поверхности земли. Это тонкие белые просвечивающие облака. К облакам среднего яруса относятся высоко-кучевые и высоко-слоистые. Они находятся на высоте 2—6 км. Это более плотные, белые или светло-серые облака. Солнце сквозь них просвечивает или местами, или через все облако, как через матовое стекло. К облакам нижнего яруса относятся слоисто-кучевые и слоистые, а также облака вертикального развития—кучевые и кучево-дождевые. Высота их основания от поверхности земли—0,1—1,5 км.

Количество и характер облачности в течение года изменяются в соответствии с сезонным ходом циркуляционных процессов (табл. 66—68).

Конец осени и первая половина зимы (октябрь, ноябрь, декабрь) характеризуются преобладанием циклонической деятельности и являются наиболее пасмурным временем года. Во вто-

Таблица 66¹

Средняя месячная и годовая общая и нижняя облачность (баллы)

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

¹ Таблицы, относящиеся к этому разделу, составлены за период 1936—1957 гг.

Таблица 67

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

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

Таблица 68

Различия в режиме облачности и атмосферных явлений города
и пригорода весной

Станция	Число дней с атмосферными явлениями				Облачность, балл	
	туман	метель	град	гроза	общая	нижняя
Новосибирск, Бугры	2,4	2	0,6	4,3	6,6	3,4
Огурцово	0,8	1,4	0,3	1,4	6,6	2,7
Разность	1,6	0,6	0,3	2,9	0,0	0,7

рую половину зимы (январь—март) повторяемость пасмурного состояния неба уменьшается до 61—64% по общей облачности и до 34—46% по нижней. В это время наблюдается большая повторяемость антициклонической погоды и кратковременные потепления при прохождении циклонов.

Весне свойственно увеличение циклоничности, постепенное отступление и размывание отрога антициклона и частые вторжения холодного арктического воздуха со стороны Баренцева или Карского морей. Повторяемость пасмурного состояния неба составляет 60 % по общей облачности и около 30 % по нижней.

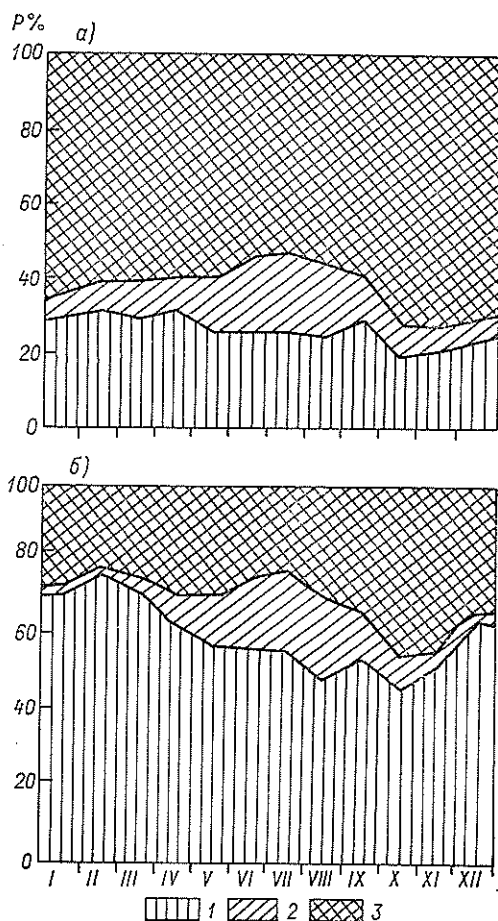


Рис. 27. Вероятность ясного (1), полужасного (2) и пасмурного (3) состояния неба по общей (а) и нижней (б) облачности.

Летом, с июня по август, повторяемость пасмурного состояния неба уменьшается и составляет 52—57 %; на долю нижней облачности приходится около 30 % (табл. 69).

Осень характеризуется усилением интенсивности атмосферной циркуляции и пасмурным состоянием неба в результате развития слоистой облачности. Западные циклоны вызывают усиление

Таблица 69

Повторяемость (%) ясного, полужасного и пасмурного состояния неба

Сезон	Общая облачность			Нижняя облачность		
	ясно	полужасно	пасмурно	ясно	полужасно	пасмурно
Зима	26	7	67	25	21	54
Весна	28	12	60	59	12	29
Лето	25	21	54	54	20	26
Осень	19	8	73	48	6	45
Год	25	12	63	46	15	39

ветра и увеличение повторяемости низких дождевых облаков. Число ясных дней уменьшается осенью (октябрь) до двух в месяц по общей облачности и до восьми—по нижней.

На рис. 27 представлена вероятность различного состояния неба по месяцам.

Пасмурное состояние неба по общей облачности преобладает с сентября по май (60—65% случаев) с максимумом в октябре—декабре (72—74%). На ясное и полужасное состояние неба приходится менее 40%. С июня по август повторяемость пасмурного состояния неба уменьшается до 54%, полужасного—до 21%. Амплитуда годового хода повторяемости пасмурного состояния неба по общей облачности составляет 22%, ясного состояния неба—13%. Коэффициент устойчивости ясной и пасмурной погоды по общей облачности (табл. 70) наименьший в летние месяцы. Особенно устойчива пасмурная погода зимой (78%—в октябре, ноябре).

Таблица 70

Коэффициент устойчивости (%) ясной и пасмурной погоды

Характер погоды	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Общая облачность												
Ясная	41	48	41	42	24	32	32	38	46	44	35	35
Пасмурная	66	66	62	65	56	54	65	65	67	78	78	75
Нижняя облачность												
Ясная	69	68	68	65	63	63	61	61	65	56	54	58
Пасмурная	33	14	24	34	31	24	27	37	39	50	45	32

Зимой по общей облачности за месяц отмечается 2—4 ясных и 13—18 пасмурных дней, летом—2—3 ясных и 9—12 пасмурных (рис. 28). В целом за год по общей облачности насчитывается до 152 пасмурных и 36 ясных дней (табл. 71). Годовой ход повторяемости пасмурного состояния неба по нижней облач-

Таблица 71

Число ясных и пасмурных дней n по общей и нижней облачности

Месяц	Общая облачность			Нижняя облачность			Общая облачность			Нижняя облачность		
	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$
			Ясные дни						Пасмурные дни			
I	3,8	16	0	14,8	29	3	13,0	27	4	2,7	12	0
II	4,0	17	0	14,7	28	4	10,9	21	2	0,9	10	0
III	3,7	21	0	15,2	29	6	12,0	23	3	1,9	12	0
IV	3,9	19	0	12,3	21	3	11,1	21	2	2,9	10	0
V	2,0	14	0	11,3	20	1	12,0	19	2	2,7	8	0
VI	2,4	18	0	10,9	19	2	9,2	19	1	1,8	10	0
VII	2,5	14	0	10,6	21	2	8,7	17	1	1,8	6	0
VIII	2,9	14	0	9,2	19	2	11,4	20	0	3,3	9	0
IX	3,8	11	0	10,6	27	1	12,0	23	2	4,0	16	0
X	2,1	11	0	7,8	16	1	17,6	26	3	7,3	16	0
XI	2,2	7	0	8,5	21	0	17,5	28	2	5,9	17	0
XII	2,4	12	0	11,4	28	0	16,2	27	6	3,4	17	0
Год	36	113	7	137	213	91	152	209	112	3,9	84	1
		(1915)	(1972)		(1970)	(1932)		(1935)	(1919)		(1932)	(1972)

ности аналогичен годовому ходу по общей облачности, но имеет резко выраженные максимумы в апреле, мае (29%), октябре, ноябре (44—46%) и минимумы в феврале и июле (22%) (рис. 29).

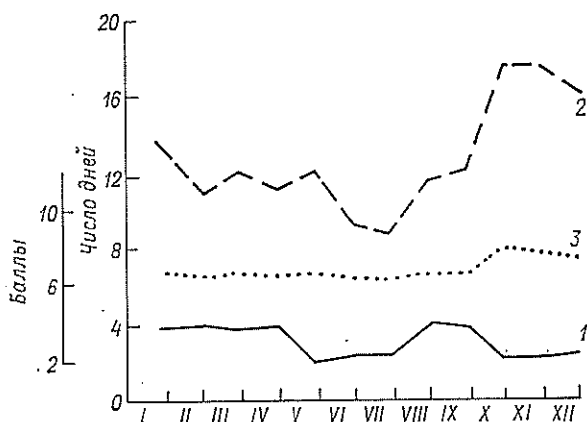


Рис. 28. Годовой ход ясных (1) и пасмурных (2) дней по общей облачности и количество общей облачности (3).

Повторяемость ясного состояния неба по нижней облачности в течение года достаточно велика и составляет 55—65% с максимумом в феврале (76%). Амплитуда годового хода ясного

состояния неба по нижней облачности равна 31%, пасмурного состояния неба—24%.

Наибольшая устойчивость ясной погоды по нижней облачности в январе, феврале и марте. Коэффициент устойчивости в этот период достигает своих максимальных значений (68—69%). В феврале лишь в 14% случаев удерживается пасмурная погода в течение дня. Самая высокая устойчивость пасмурной погоды в октябре, но и в этом месяце коэффициент устойчивости не превышает 50% (табл. 70).

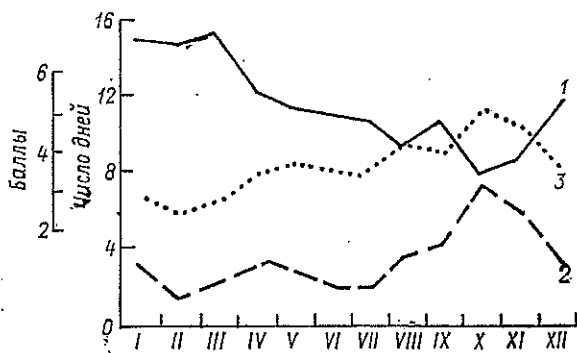


Рис. 29. Годовой ход ясных (1) и пасмурных (2) дней и количество нижней облачности (3).

В холодный период по нижней облачности в течение месяца отмечается 11—15 ясных дней и 3—6 пасмурных, в теплое время года—9—11 ясных дней и 2—3 пасмурных (рис. 29). В сумме за год насчитывается 137 ясных дней и только 39 пасмурных (табл. 40 приложения).

В одни годы сохраняется преимущественно ясная погода, в другие, наоборот,—пасмурная. Так, в 1964 г. в Новосибирске по нижней облачности было 204 ясных дня и только 8 пасмурных, а в 1944 г. по общей облачности наблюдалось 198 пасмурных дней и всего 32 ясных.

Суточные изменения количества облачности приблизительно можно охарактеризовать наблюдениями в 1, 7, 13 и 19 ч (рис. 30). В холодный период года суточный ход общей облачности менее выражен, чем в теплый, при этом максимальная повторяемость пасмурного состояния неба по общей облачности наблюдается утром, вечер—наиболее ясная часть суток. В теплый период года в результате развития турбулентного обмена наиболее пасмурным временем суток являются дневные часы, наиболее ясным—ночные. Суточная амплитуда повторяемости ясного состояния неба как по общей, так и по нижней облачности обычно выражена значительно резче, особенно в летний период, когда амплитуда по нижней облачности может достигать 36% (рис. 31).

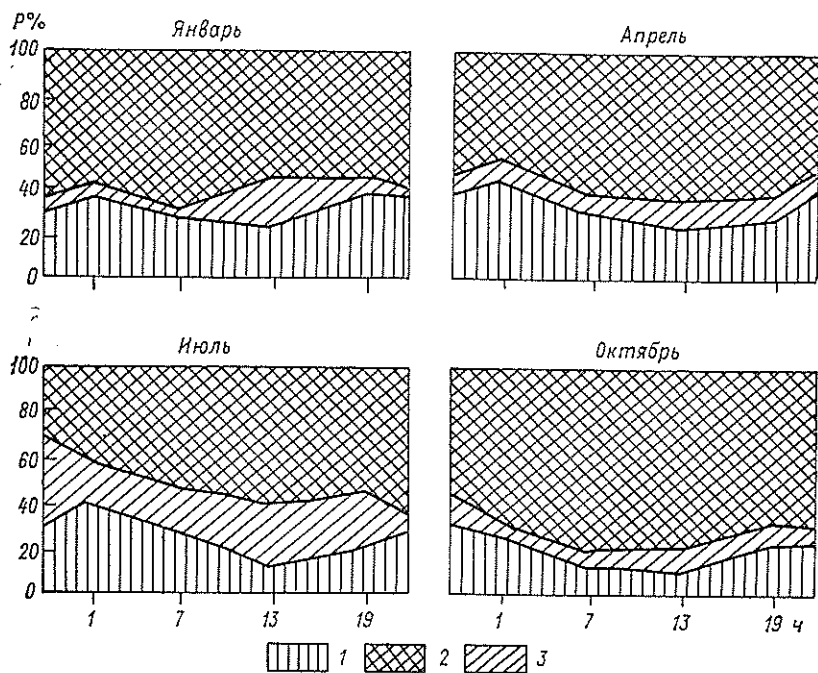


Рис. 30. Суточный ход общей облачности (%).

1 — ясно (0—2 балла), 2 — полужасно (3—7 баллов), 3 — пасмурно (8—10 баллов).

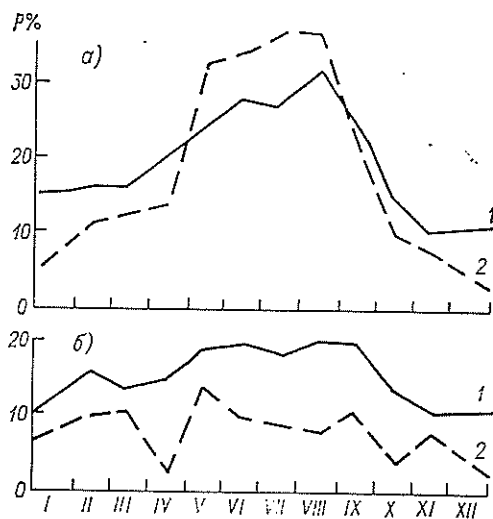


Рис. 31. Повторяемость суточной амплитуды ясного (а) и пасмурного (б) неба по общей (1) и нижней (2) облачности (%).

Таблица 72
Повторяемость (%) основных форм облаков по месяцам и за год

Форма облаков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Перистые	22	26	29	25	23	25	27	21	21	13	15	19	22
Перисто-кучевые	0	1	1	1	1	0,8	0,7	0,6	0,9	0,5	1	0,5	0,8
Перисто-слоистые	6	6	5	3	3	1	1	0,9	1	2	3	4	3
Высоко-кучевые	18	17	18	18	20	22	20	24	25	18	16	17	19
Высоко-слоистые	34	33	26	14	7	7	8	4	7	13	22	29	17
Кучевые	0	0	2	8	13	15	18	15	10	4	1	0,4	7
Разорванно-кучевые	0	0	0	1	0	0	0,3	0,3	0,3	0	0	0	0,2
Кучево-дождевые	0	0	1	5	9	10	10	10	7	5	3	1	5
Слоистые	1	1	1	1	0	0,2	0,1	0,6	0,5	0,5	3	2	0,9
Разорванно-слоистые	0	0	0	0	0	0	0,1	0,6	0,3	0	0	0,1	0,1
Разорванно-дождевые	1	1	3	4	4	3	2	3	4	7	5	2	3
Слоисто-кучевые	4	5	6	14	17	14	12	18	19	22	12	7	12
Слоисто-дождевые	14	10	8	6	3	2	0,8	2	4	15	19	18	8

Таблица 73

Повторяемость (%) основных форм облаков по сезонам

Форма облаков	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Облака конвекции					
Кучевые	0	8	16	5	9
Кучево-дождевые	0	5	10	5	6
Высоко-кучевые	17	19	22	20	20
Слоистые облака					
Слоисто-кучевые	6	13	15	18	13
Слоистые	1	1	0	1	1
Высоко-слоистые	32	15	6	14	14
Слоисто-дождевые	14	5	2	12	8

Формы облаков существенно различаются в зависимости от времени года (табл. 72). Каждый сезон имеет свою характерную облачность (табл. 73). В холодный период года при малом влагосодержании воздуха преобладают облака слоистых форм. С увеличением продолжительности солнечного сияния после схода снежного покрова и с развитием конвекции возникают облака кучевых форм (табл. 74).

Таблица 74

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

Форма облаков	Срок наблюдения, ч							
	1	7	13	19	1	7	13	19
Зима				Весна				
Кучевые	11	1	73	15	2	7	64	27
Кучево-дождевые	3	8	27	62	11	15	35	39
Слоисто-кучевые	28	28	19	25	21	24	23	32
Слоистые	7	39	26	28	25	39	19	17
Лето				Осень				
Кучевые	2	7	61	30	2	6	77	15
Кучево-дождевые	15	12	36	37	11	15	44	30
Слоисто-кучевые	26	26	18	30	20	31	21	28
Слоистые	6	76	15	3	15	49	18	18

В теплый период года, с мая по август, с повышением температуры воздуха и почвы, развитием процессов трансформации и увеличением турбулентного перемешивания в нижних слоях атмосферы сплошной облачный покров бывает, как правило, только при прохождении фронтов. В это время года в основном отмечаются облака вертикального развития (кучевые и кучево-

дождевые). Это либо легкие кучевые облака хорошей погоды, либо мощные кучево-дождевые облака, развивающиеся из кучевых.

Суточный ход облаков зависит от температуры и влажности воздуха. Например, слоистые облака наиболее часто образуются в утренние часы. Этому способствует пониженная температура и повышенная относительная влажность воздуха.

Практический интерес представляет низкая облачность. Она является одним из определяющих условий взлета и посадки самолета.

Известно, что высота облаков нижнего яруса колеблется в пределах от 0,1 до 1,5 км, но часто она понижается до высоты 200—300 м. В районе Новосибирска этому способствует близость реки, которая создает дополнительные условия увлажнения приземного слоя воздуха, особенно летом и в переходные сезоны; кроме того, зимой в городском воздухе находится большое количество дыма и газа, частицы которого, являясь ядрами конденсации, создают условия для образования низкой облачности. За пятилетний период (1963—1967 гг.) максимальное число дней с низкой облачностью (300 м и ниже) в Новосибирске в декабре составило 20 дней. В январе и ноябре оно может достигать 15—17, в октябре—19 дней (табл. 75).

Таблица 75

Среднее, максимальное и минимальное число дней n с низкой облачностью

Месяц	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	Σ
I	7	15	3	36
II	4	11	1	19
III	8	12	1	38
IV	6	8	3	30
V	4	6	1	20
VI	3	8	1	14
VII	2	5	0	10
VIII	6	9	3	32
IX	7	11	5	37
X	14	19	10	70
XI	14	17	11	70
XII	12	20	7	59
Год	87	20	1	435

Годовой ход повторяемости низкой облачности (до 300 м) обусловлен резко континентальным климатом и характеризуется двумя максимумами (весной—апрель и осенью—октябрь) и двумя минимумами (зимой—январь и летом—июнь и июль) (рис. 32).

Таблица 76

Суточный ход облачности (в процентах от числа случаев за сутки)
по сезонам

Сезон	Интервал времени, ч								Число случаев
	1—3	4—6	7—9	10—12	13—15	16—18	19—21	22—24	
Переходные	10	17	22	5	6	13	17	10	94
Лето	12	49	21	6	3	2	2	5	48
Зима	15	17	17	8	10	4	16	13	170

Максимум повторяемости суточного хода низкой облачности (ниже 200 и 300 м) зимой вызван радиационным охлаждением приземного слоя воздуха, т. е. перед восходом солнца. При переходе от зимы к лету он перемещается к светлomu времени суток, а летом наступает на 3—4 часа позже восхода солнца (табл. 76).

Минимальная повторяемость низкой облачности зимой и летом отмечается за 3—4 часа до захода солнца.

В табл. 77 представлена средняя непрерывная продолжительность периодов с высотой облачности 300 м и менее в районе Новосибирска. В годовом ходе число периодов с низкой облачностью увеличивается от лета к осени и от зимы к весне. Средняя их продолжительность летом составляет 1,6—4,8 ч, осенью — 2,5—7,2 ч, зимой — 2,1—4,9 ч, весной — 1,8—6,0 ч.

Максимальное число периодов облачности с высотой ≤ 50 м отмечается в декабре (18), с высотой ≤ 100 м — в октябре (49), с высотой ≤ 200 м — в октябре — ноябре (80 и 76 соответственно), с высотой ≤ 300 м — в ноябре (116), а в сентябре, октябре, декабре — от 76 до 84.

По графику, представленному на рис. 33, можно определить повторяемость непрерывной продолжительности периодов с вы-

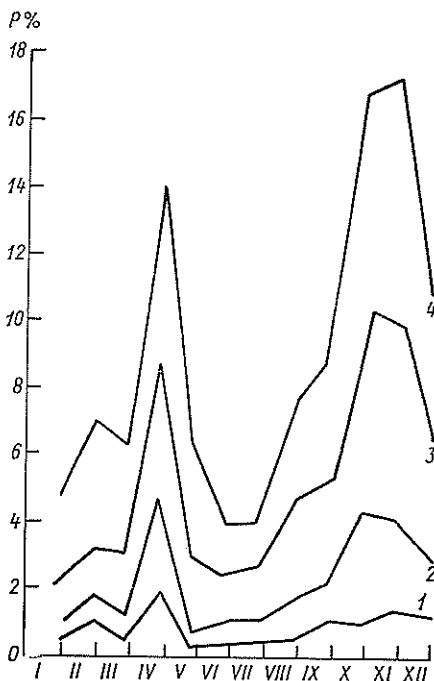


Рис. 32. Годовой ход повторяемости (%) высоты нижней границы облаков ниже 300 м.

1 — < 50 м, 2 — < 100 м, 3 — < 200 м, 4 — < 300 м.

Таблица 77

Число периодов n с высотой облачности равной и меньше заданной и их средняя непрерывная продолжительность τ (ч)

Месяц	$H \leq 50$ м		$H \leq 100$ м		$H \leq 200$ м		$H \leq 300$ м	
	n	τ	n	τ	n	τ	n	τ
I	5	2,6	10	2,6	32	2,5	45	4,1
II	15	2,1	19	3,1	32	3,4	48	4,9
III	8	1,6	13	2,9	24	4,6	48	4,8
IV	11	5,7	45	3,6	65	4,9	84	6,0
V	4	1,8	15	1,8	41	2,7	59	4,1
VI	5	1,6	18	2,0	24	3,8	34	4,1
VII	6	2,5	18	2,2	31	3,3	32	4,8
VIII	8	1,9	29	2,3	47	3,7	60	4,5
IX	12	3,3	30	2,5	69	2,9	76	4,2
X	14	2,6	49	3,2	80	4,6	84	7,2
XI	18	2,9	44	3,4	76	4,4	116	5,3
XII	12	3,8	30	3,9	51	4,8	83	4,8

сотой низких облаков, равной и меньше заданной. Например, в табл. 77 в январе при высоте облачности ≤ 50 м число периодов равно 5, а средняя непрерывная продолжительность 2,6 ч (или 3,0 ч). Тогда по рис. 33 можно определить вероятность P (%) этой продолжительности. Она равна 82%.

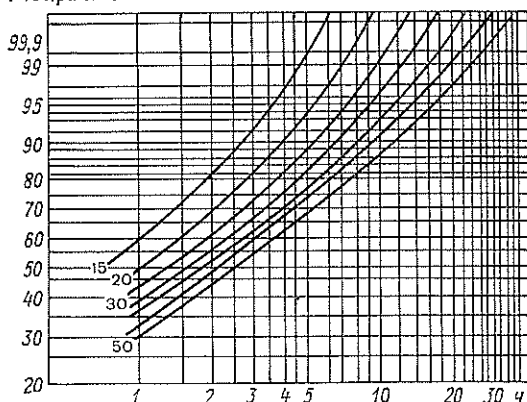
Р% при $X=x$ 

Рис. 33. График для определения повторяемости непрерывной продолжительности высоты низких облаков равной и меньше заданной.

Таблицы 78 и 79 свидетельствуют о том, что низкая облачность в течение года наблюдается преимущественно при ветрах юго-западной четверти, особенно в холодное время года.

Летом низкая облачность распределяется по румбам более равномерно, исключая восточный и юго-восточный. В июне и сентябре она наиболее часто сопровождается ветрами северного и северо-восточного направлений, а в августе — северо-западного. Наиболее часто низкая облачность с сильным ветром отмечается зимой и в переходные сезоны при ветрах юго-западной четверти.

Таблица 78

Повторяемость (%) высоты нижней границы облаков ниже 200 м при различных направлениях ветра

Направление ветра	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
С	1	2		5	12	28	9	10	17	2	2	2
СВ	4	13		8	10	12	4	5	20	2	1	6
В		5		3	1			1	4	1		2
ЮВ	3	4	4	5	4		3	3	2	1		5
Ю	41	18	15	18	10	10	18	9	7	15	24	28
ЮЗ	27	39	69	30	20	10	26	20	13	57	39	48
З		4	7	17	14	13	21	21	12	10	20	5
СЗ				7	23	14	7	22	19	6	7	1

Таблица 79

Повторяемость (%) высоты нижней границы облаков ниже 200 м при больших скоростях ветра в зависимости от направления

Направление ветра	v м/с	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
С	8—11				5	5	8	2	4	6	2	1	1	34
	12—15				2	4				2				8
СВ	8—11				2	3		1		6				12
	12—15				7	4		3		8				22
В	8—11				2									2
ЮВ	8—11	1		1	3									5
	12—15										2		1	3
Ю	8—11	2	1	1	1	3	2	1	1	10	6	20	11	53
	12—15		3		8	1			1	6	6	6	6	31
	>15	1								4	8	8	10	23
ЮЗ	8—11		3	18	28			2	5	5	37	20	13	131
	12—15	2	1		2			3	1	13	24	11	11	57
	>15	2		1		1				5	3	7	7	19
З	8—11			1	8	2	1		14	6	15	8	2	57
	12—15				3				2	11	6	4	4	26
	>15		1		3					2	1	1	1	8
СЗ	8—11				3	7			16	6	8	3		43
	12—15				2	3	1			4	1	1	1	13

При ветрах более 15 м/с облачность менее 200 м бывает очень редко, исключая первую половину зимы (октябрь—декабрь). В этот период число случаев с низкой облачностью при

сильных (более 15 м/с) южных, юго-западных, западных ветрах составляет сравнительно большую величину. Такое сочетание облачности и ветров сопровождается обильными снегопадами.

Данные о непрерывной продолжительности облачности приведены в табл. 46 приложения.

6.2. Атмосферные явления

Туманом называется скопление в воздухе мельчайших, невидимых глазом капелек воды в таком количестве, при котором горизонтальная видимость становится менее 1 км.

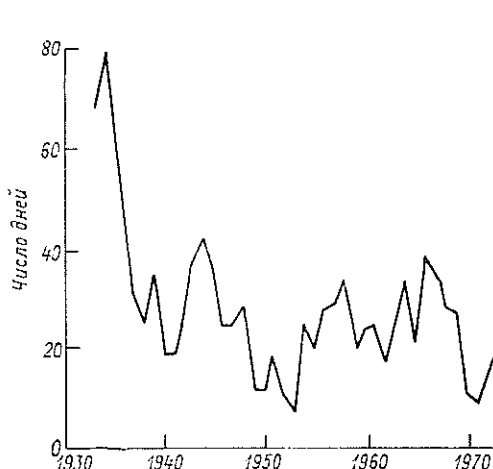


Рис. 34. Изменение числа дней с туманом за период 1934—1974 гг.

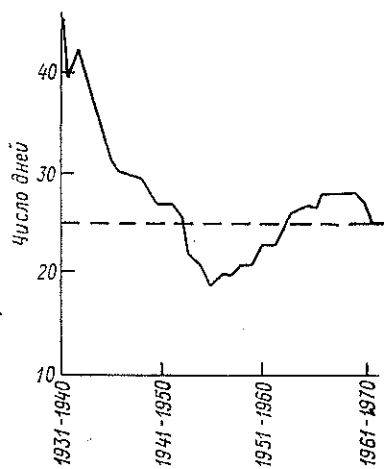


Рис. 35. Число дней с туманом по скользящим десятилетиям. Пунктирная линия — среднее многолетнее число дней с туманом.

Туманы являются опасными, если видимость в них на длительное время ухудшается настолько, что практически исключаются какие-либо виды работ на открытом воздухе и нарушается движение транспорта. В летний период ухудшение видимости до 1 км и менее связано в основном с туманами. Так как туманы наблюдаются обычно при штиле или слабом ветре, то они зачастую способствуют загрязнению атмосферы, особенно в больших городах с развитой промышленностью. В Новосибирске число дней с туманом составляет 25—27, тогда как в непосредственной близости от города — всего 17 дней, однако возможны отклонения в пределах 10—15 дней. Так, в 1966 г. отмечено 40 дней с туманом, а в 1971 г. — только 10 дней (табл. 80, рис. 34, 35). Наибольшее число дней с туманом отме-

Таблица 80¹

Среднее число дней n с туманом по сезонам и за год
и отклонения от средней (Δn)

Сезон	$\bar{n}$	$\Delta \bar{n}$	$+\Delta \bar{n}$	$-\Delta \bar{n}$
Зима	12	4	14	9
Весна	2	1	3	2
Лето	7	4	11	5
Осень	5	2	6	4
Год	26	6	15	15

¹ Таблицы, относящиеся к этому разделу, составлены за период 1936—1975 гг.

чается в августе (4), несколько меньше в сентябре и январе—марте (3), минимальное—в мае—июне (1—2 дня). В отдельные годы в осенне-зимний период число дней с туманом может достигать 8—11. Годовой ход туманов выражен слабо.

Туманы ежегодно наблюдаются в течение 127,5 ч, максимальная суммарная продолжительность их около 277 ч отмечена в 1966 г., минимальная—менее 35 ч в 1971 г. (табл. 81).

Таблица 81

Суммарная продолжительность τ (ч) туманов

Месяц	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\tau_{\text{мин}}$	Месяц	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\tau_{\text{мин}}$
I	18,9	54,9	0	VII	7,1	19,8	0
II	12,5	62,0	0	VIII	17,4	49,4	0
III	14,6	31,6	0	IX	17,4	55,5	0
IV	6,5	50,6	0	X	8,0	18,2	0
V	0,8	9,3	0	XI	5,6	23,8	0
VI	1,9	14,8	0	XII	15,2	121,6	0
				Год	127,5	277,2	34,7

Суммарная продолжительность туманов зимнего периода в 1,5 раза больше продолжительности туманов летнего периода.

Часто для практических целей необходимо знать непрерывную продолжительность того или иного атмосферного явления. В табл. 82 помещено число периодов и средняя непрерывная продолжительность атмосферных явлений. Сумма числа периодов дает представление о степени вероятности данного явления. Повторяемость непрерывной продолжительности любого атмосферного явления можно определить по графику, представленному на рис. 36 (см. пример к рис. 33).

Между числом дней с туманом и их суммарной продолжительностью существует довольно тесная связь. Используя зависимость, представленную на рис. 36, по числу дней с туманом

Таблица 82

Число периодов n с основными атмосферными явлениями и их средняя непрерывная продолжительность τ (ч)

Месяц	Туман		Морось		Дождь		Снег		Метель		Ливневые осадки и грозы		Пыльная (песчаная) буря	
	n	τ	n	τ	n	τ	n	τ	n	τ	n	τ	n	τ
I	18	3,1	1	2,0										
II	15	3,2	1	1,0	2	1,5	135	7,5	37	4,3				
III	9	3,1	2	1,8	10	4,7	125	8,2	34	5,7	4	1,2		
IV	13	5,8	6	2,0	37	4,4	97	7,7	21	5,6	38	2,1		
V	3	3,0	1	2,0	55	4,2	58	5,9	12	2,4	80	2,0	17	3,0
VI	4	1,5	3	3,0	21	3,0	3	2,7			111	1,8	5	2,4
VII	10	2,1	2	2,5	22	3,4					137	1,5	3	5,3
VIII	14	2,8	6	1,8	25	3,0					99	1,8	1	3,0
IX	21	2,9	13	1,9	68	3,6	4	3,8			51	1,7	3	3,7
X	13	2,3	16	3,6	80	4,4	41	4,9			40	1,8		
XI	10	3,4	10	2,5	30	4,1	150	5,7	53	4,2	8	1,9	1	7,0
XII	13	5,7	2	1,0	7	3,1	152	6,9	57	3,6	3	1,7		

Таблица 83

Суммарная продолжительность τ и число дней n
с туманом различной обеспеченности

Обеспеченность, %	5	10	20	25	30	40	50	60	70	80	90	95
n	38	36	32	31	30	27	25	23	21	18	14	11
τ ч	225	191	161	152	145	130	120	105	95	80	58	40

можно определить соответствующую суммарную продолжительность. Особый интерес представляют число дней с туманом и суммарная продолжительность их различной обеспеченности (табл. 83). Ежегодно в Новосибирске может отмечаться 11 дней с туманом, суммарная продолжительность которых составляет 40 ч, а один раз в 20 лет — 38 дней с туманом при суммарной продолжительности 225 ч.

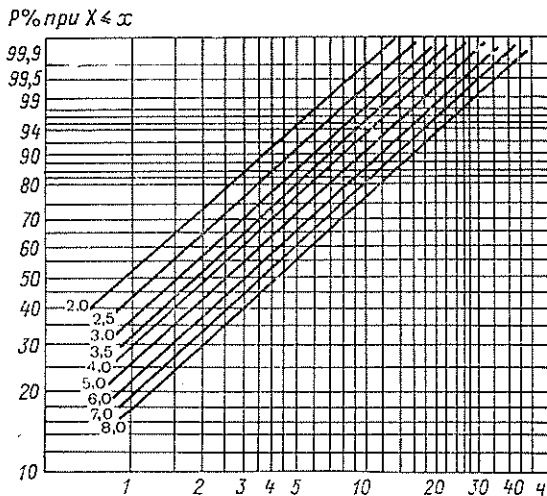


Рис. 36. График для определения повторяемости (%) непрерывной продолжительности основных атмосферных явлений.

Наиболее часто в Новосибирске отмечаются туманы, непрерывная продолжительность которых составляет 2—4 ч, но в отдельные месяцы возможны туманы продолжительностью 4—6 ч (табл. 47 приложения).

Таблица 84

Повторяемость (%) и непрерывная продолжительность τ
туманов при различных направлениях ветра

Направление ветра	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость, %	4,5	11,2	5,6	13,5	25,8	11,3	13,5	14,6
τ ч	4,6	5,2	4,0	8,3	4,8	4,9	11,3	3,5

Очень редко встречаются непродолжительные туманы (менее 2 ч). Зимой туманы могут сохраняться в течение двух суток (17—19 декабря 1966 г.) и сопровождаться сильными морозами до -30 , -40°C . В теплое полугодие самый продолжительный туман (22 ч) был отмечен в сентябре 1966 г. С сентября по апрель возможны туманы с непрерывной продолжительностью более 11 ч, а с мая по август туманы более 7,5 ч не наблюдались.

В Новосибирске около 80% туманов холодного и 90% туманов теплое полугодий образуются ночью (до 9 ч утра). В теплое полугодие максимальная повторяемость образования туманов смещается на 2—4 ч утра, в холодное полугодие — на 6—9 ч.

Более половины туманов наблюдается при штиле, 1/3 часть — при слабом ветре и только 10% — при ветре скоростью 3—5 м/с. Обычно туманы сопровождаются ветрами определенного направления. Повторяемость и непрерывная продолжительность туманов при различных направлениях ветра представлена в табл. 84.

Интенсивность тумана характеризуется дальностью видимости, которая меняется в зависимости от стадии развития тумана. В теплое полугодие видимость значительно ухудшается по сравнению с холодным и составляет менее 50 м (табл. 85). Ухудшение видимости во время туманов чаще происходит в штилевую погоду (табл. 86). Максимальную повторяемость при штиле имеют туманы с видимостью 51—200 м.

Таблица 85

Повторяемость (%) числа дней с туманами различной дальности видимости

Период	Видимость, м			
	50	51—200	201—500	500—1000
X—III	9,3	39,5	23,3	27,9
IV—IX	13,5	47,5	27,1	11,9
Год	11,0	42,8	24,8	21,4

Температура воздуха, при которой может отмечаться туман в Новосибирске, изменяется в широких пределах: от $-45,8^{\circ}\text{C}$ (декабрь 1968 г.) до $+17^{\circ}\text{C}$ (август 1970 г.).

Суточный ход туманов дан в табл. 48 приложения.

Грозы — опасное атмосферное явление, при котором возникает искровой разряд (молния), сопровождающийся громом. Различают грозы фронтальные и внутримассовые (связанные с конвекцией внутри воздушной массы). Обычно при грозах наблюдаются сильные шквалистые ветры, иногда град. В среднем в Новосибирске наблюдается 26 дней с грозой в год (табл. 87).

Таблица 86

Повторяемость (%) направлений и скоростей ветра при различной
видимости во время тумана

Видимость, м	Направление ветра								Штиль	Скорость ветра, м/с					Число случаев
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		1	2	3	4	5	
≤ 50				2,1					9,0	2,1					16
51—200		3,4	1,4	3,4	4,8	1,4	0,7	1,4	26,9	9,6	4,1	2,1		0,7	63
201—500	2,0		0,7	1,4	4,1		0,7	1,4	14,5	14,5	2,1	2,0		0,7	36
501—1000	1,4				3,4	2,8	2,8	4,1	6,2	6,2	2,8	4,8		0,7	30

Таблица 87

Число дней n с грозой

Дата первой грозы		n	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Год	Дата последней грозы	
средняя	самая ранняя										средняя	самая поздняя
25 V	15 IV 1956 г.	$\bar{n}$ σ $n_{\text{макс}}$ Год	0,2 0,5 2 1940	3 1,7 9 1957	7 2,6 14 1941	9 2,4 16 1954	6 3,2 14 1941	1 1,0 3 1946, 1950, 1957	0,05 0,9 2 1952	26	19 VIII	24 IX 1913 г.

Изменчивость числа дней с грозой очень велика, от года к году число дней с грозой колеблется от 14 до 44 (табл. 88).

Таблица 88

Число дней n с грозой и повторяемость (%) отклонений от средней многолетней по градациям

$n_{\text{макс}}$	Год	$\bar{n}$	σ	$n_{\text{мин}}$	Год	Отклонение от средней, дни					
						0	$\pm 1 \div 2$	$\pm 3 \div 5$	$\pm 6 \div 10$	$\pm 11 \div 15$	± 16
44	1946	26	7,7	14	1963	8	12	28	37	10	5

Грозы типичны для теплого периода—с мая по сентябрь. Наибольшая повторяемость их приходится на летние месяцы—с июня по август. В отдельные годы грозы возможны в апреле и октябре, но повторяемость их очень мала, примерно один раз в 30 лет и реже.

Суточный ход гроз практически повторяет суточный ход температуры воздуха. Грозы чаще всего наблюдаются после полудня, около 50% всех случаев отмечается с 15 до 20 ч и только 10% — в первую половину дня.

Суммарная продолжительность гроз за год составляет 49 ч, а средняя в день с грозой—1,8 ч (табл. 89). Нередко непрерывная продолжительность гроз достигает 4 ч.

Таблица 89

Средняя продолжительность $\bar{\tau}$ (ч) гроз

Месяц	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Год
$\bar{\tau}$ ч	0,1	3,7	13,4	19,7	10,6	1,4	48,9

Град — явление преимущественно теплого полугодия. Он выпадает из кучево-дождевых облаков, обычно сопровождается грозами и ливневыми осадками, а нередко и шквалистым ветром. Выпадение града связано с прохождением холодных фронтов, неустойчивостью воздушных масс, резкими контрастами температуры. В Новосибирске в среднем за год отмечается два дня с градом. Наибольшее число дней с градом приходится на июнь (табл. 90).

Таблица 90

Число дней n с градом и среднее квадратическое отклонение σ в отдельные месяцы

Характеристика	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
$\bar{n}$	0,1	0,5	0,7	0,4	0,3	0,2	0,1
σ	0,22	0,50	0,85	0,77	0,17	0,51	0,26

Возможны годы, когда град в городе не выпадает (1961, 1973 гг.), а в отдельные годы отмечается до 6—7 дней с градом (табл. 91, 92). Чаше град выпадает после полудня, между 15 и 18 ч. Продолжительность выпадения града незначительна — от 5 до 15 мин. Интенсивность града различна, но порой градины достигают размеров мелких грецких орехов, исключительно редко — размеров куриного яйца. Такой град наблюдался 22 июля 1953 г.; он начался в 14 ч 45 мин и продолжался до 15 ч 30 мин. Град сопровождался грозой и ливнем. Отдельные градины достигали в диаметре 4—5 см и весили 20—25 г.

Таблица 91

Число дней n с градом и повторяемость (%) отклонений от средней многолетней

$n_{\text{макс}}$	Год	$\bar{n}$	σ	Отклонение от средней, дни				
				± 1	± 2	± 3	± 4	± 5
7	1960	2	1,6	68	25	3	2	2

Таблица 92

Повторяемость (%) различного числа дней с градом в отдельные месяцы

Число дней	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Год
0	95,0	60,0	47,5	70,0	80,0	85,0	92,5	12,5
1	5,0	32,5	45,0	22,5	15,0	10,0	7,5	27,5
2		5,0	2,0	2,5	5,0	5,0		25,0
3		2,5	2,0	5,0				15,0
4			2,0					12,5
5			0,5					2,5
6			0,5					2,5
7			0,5					2,5

Пыльные бури вызываются сильным ветром, переносящим большое количество пыли, песка, земли. Они возникают при засушливой погоде. При бурях относительная влажность понижается до значений менее 50%, а видимость уменьшается порой до 50—100 м. Обычно пыльные бури наблюдаются в теплое полугодие: начинаются в мае и заканчиваются в августе, но в редких случаях возможны и зимой. В 1970 г., например, в Новосибирске они дважды наблюдались в январе. Зимние пыльные бури (черные бури) отмечаются при малой высоте снежного покрова, низких температурах воздуха (—20...—24°C) и при слабом увлажнении почвы осенью.

Пыльные бури могут возникать как при антициклонической, так и при циклонической циркуляции [107]. Пыльные бури,

охватывающие значительные площади, возникают на периферии антициклонов в зоне сильных ветров. Их образованию способствует также термическая турбулентность и вертикальная неустойчивость атмосферы до больших высот. В Новосибирске пыльные бури нечасты, тем не менее могут наблюдаться ежегодно. Наибольшее число дней с пыльными бурями приходится на май и июль (табл. 93). В остальные месяцы пыльные бури не отмечены.

Таблица 93
Число дней n с пыльной бурей
по месяцам

Месяц	$\bar{n}$	σ
I	0,11	0,46
V	0,56	0,90
VI	0,17	0,50
VII	0,56	1,30
VIII	0,22	0,63
XI	0,22	0,71

Таблица 94
Повторяемость (%) пыльных бурь различной продолжительности τ

Продолжительность, ч						$\tau_{\text{макс}}$	Дата
<1	1—5	5—10	10—15	15—20	>20		
39	33	21	6	0	0	11,0	20 I 1970

Повторяемость пыльных бурь возрастает в засушливые и суховейные годы. В большинстве случаев продолжительность их составляет менее часа, максимальная их продолжительность — 11 ч (табл. 94). Пыльные бури способствуют выдуванию почвы, обрыву проводов связи и электропередачи, заносам лесных полог, железнодорожных путей и т. д.

Наиболее эффективными средствами борьбы с пыльными бурями являются укрепление почвы путем насаждения лесных полос, проведение агротехнических и гидромелиоративных мероприятий, а также мероприятий по снего- и водозадержанию, способствующие повышению влажности почвы, защите поверхности почвы от выдувания.

Гололедно-изморозевые явления. Ярко выраженная континентальность климата и низкие зимние температуры создают в Новосибирске условия для образования гололеда и изморози. Отложения льда образуются на ветвях деревьев, на проводах и опорах линий связи и электропередачи, на поверхности сооружений и пр.

Наиболее вероятны они в декабре. Продолжительность этого явления в среднем невелика — 1—2 дня, но в отдельные годы достигает нескольких дней (декабрь 1953 г. — 6 дней).

Продолжительность обледенения зависит от погодных условий и может изменяться в больших пределах: от нескольких минут до 5—6 суток. Наибольшая продолжительность (140 ч) одного случая сложного отложения была зафиксирована 10—16 декабря 1958 г. Средняя годовая суммарная продолжитель-

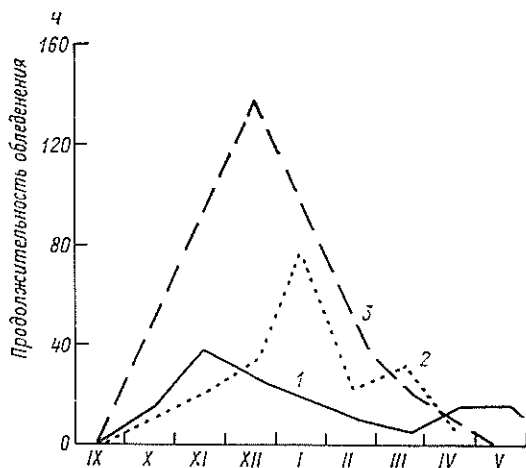


Рис. 38. Продолжительность обледенения: гололеда (1), изморози (2) и сложного отложения (3).

ность обледенения проводов (рис. 38), включающая все виды отложения льда (гололед, изморозь, сложное отложение и отложение мокрого снега), составляет 583 ч (табл. 95). Наибольшая продолжительность этого вида обледенения зарегистрирована зимой 1966-67 г. — 1159 ч.

Непрерывная продолжительность обледенения в 35% случаев равна 7—12 ч, в 39% — 13—14 ч и в 3% случаев — более 48 ч.

Таблица 95

Повторяемость (%) различной продолжительности τ обледенения проводов

Процесс	Интервал времени, ч					$\bar{\tau}$ ч (за год)	Среднее число случаев (за год)
	<6	7—12	13—24	25—48	>48		
Нарастание Обледенение	43 19	38 35	17 39	2 4	0,2 3	322 583	36 36

Образование гололеда связано главным образом с прохождением теплых фронтов и окклюзий, которым предшествует выпадение осадков в виде дождя или мороси при температуре воздуха у земной поверхности от -1 до -5°C и скорости ветра 2—9 м/с. Зернистая изморозь в основном образуется при прохождении циклонов, а кристаллическая — при антициклоническом типе погоды. Оптимальная температура образования изморози — от -11 до -25°C , но она может образоваться как при более высокой, так и при более низкой температуре. Скорость ветра обычно не превышает 10 м/с.

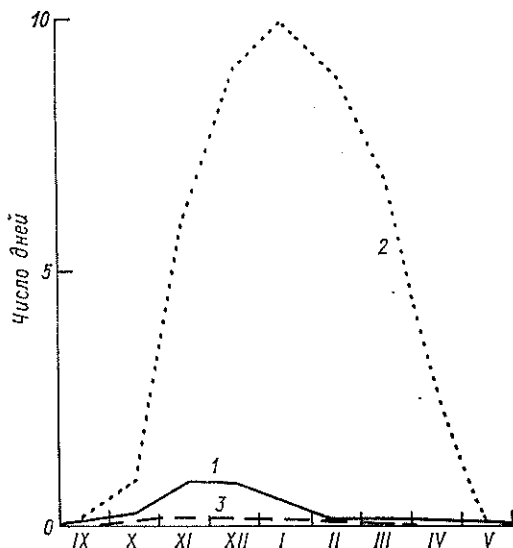


Рис. 37. Число дней с гололедом (1), изморозью (2) и сложным отложением (3).

Гололедно-изморозевые явления в Новосибирске отмечаются ежегодно. Образование гололеда возможно в период с сентября по май. Наибольшее число дней с гололедом обычно приходится на ноябрь — декабрь (рис. 37). В начале и в конце холодного полугодия (сентябрь, апрель) гололед наблюдается не каждый год, а в 4—9 годах из 100. В течение зимы обычно бывает 2—3 дня с гололедом, а зимой 1951-52 г. отмечено 15 таких дней. В годовом ходе изморозь имеет такое же распределение, как и гололед. Однако несколько меньше изморози бывает в начале зимы и несколько больше — в конце. Преимущественно изморозь образуется с декабря по март. В среднем за год в городе наблюдается 43 дня с изморозью, а в редкие зимы — до 80 дней (1953-54 г.).

При изменении погодных условий на один вид отложения может осаждаться другой, образуя сложные отложения льда.

Таблица 96

Максимальные гололедные нагрузки (г/пог. м), возможные один раз в заданное число лет

	Период повторения, год				
	2	5	10	15	20
Гололедный станок	20	36	56	71	85
Провода ($d = 10$ мм, $h = 10$ м)	61	135	230	310	375

Таблица 97

Повторяемость (%) скорости ветра при максимальной величине отложения льда на проводах

Вид отложения	Скорость, м/с							Число случаев
	0—1	2—5	6—9	10—13	14—17	18—20	21—24	
Гололед	8	42	46		4			26
Изморозь								
кристаллическая	54	41	4	0,5				431
зернистая	78	11	11					9
Сложное отложение		100						1
Мокрый снег			100					2

ния не причинили значительного ущерба в городе. Лишь в мае 1957 г. наблюдался обрыв проводов и поломка деревьев при образовании замерзшего отложения мокрого снега диаметром 30 мм и увеличении скорости ветра до 15 м/с.

Дальность видимости — это расстояние, на котором днем исчезают последние признаки наблюдаемого объекта, а ночью становится неразличимым нефокусированный источник света определенной интенсивности. Она существенно зависит от интенсивности явления, изменяющего прозрачность воздуха, и от времени года и суток. В связи с этим дальность видимости имеет хорошо выраженный годовой (рис. 39) и суточный ход (рис. 40). Горизонтальная дальность до 4 км максимальна зимой и минимальна летом. Более половины случаев с видимостью менее 2 км приходится на зиму. Зимой при мощных инверсиях, наблюдающихся в условиях стационарирования антициклона над Западной Сибирью, городской дым может ухудшить видимость до 500 м и менее. Ухудшение видимости в холодный период года обусловлено также снегопадами и метелями, сопровождающимися сильными ветрами. Летом видимость ухудшается в основном из-за туманов и дымки, которые наблюдаются при слабых ветрах (рис. 41, 42). Кроме приведенной на рисунках повторяемости ухудшения видимости при различных направлениях ветра следует отметить, что подобные условия наблю-

Наибольший процент повторяемости температуры воздуха при максимальных значениях отложений льда приходится: для гололеда — на градацию от 0 до -5°C , для кристаллической изморози — на градацию от -16 до -26°C и для зернистой изморози — на градацию от -5 до -15°C .

Гололед в 60% случаев образуется при выпадении мороси, дождя и образовании дымки, в 30% — при выпадении ледяного дождя, в 10% случаев — при выпадении снега. Кристаллической изморози в 58% случаев предшествует выпадение ледяного дождя и в 4% — выпадение мороси и тумана.

Степень опасности отложений льда любого вида зависит от их массы и размеров. Максимальная величина большого диаметра гололеда составила 12 мм (1956-57 г.), кристаллической изморози — 36 мм (1955-56 г.), сложного отложения — 60 мм (1953-54 г.).

Наибольшая масса такого отложения как гололед равна 32 г/пог. м (26 апреля 1959 г.), сложного отложения — 100 г/пог. м (16 апреля 1959 г.). Для Новосибирска масса гололедно-изморозевого отложения, равная 20 г/пог. м, возможна один раз в 2 года, равная 36 г/пог. м — один раз в 5 лет, равная 56 г/пог. м — один раз в 10 лет и равная 71 г/пог. м — один раз в 15 лет. Значительно возрастают размеры и масса гололедно-изморозевых отложений с увеличением высоты проводов линий связи и электропередачи над поверхностью земли. По массе и размерам гололедно-изморозевых отложений определена толщина стенки гололеда. Эта толщина, приведенная к объемной массе, диаметру провода 10 мм и высоте над землей 10 м, называется нормативной и определяет гололедную нагрузку на провода. Согласно проведенным расчетам, на проводах линий связи и электропередачи, находящихся на высоте 10 м, гололедная нагрузка, равная 61 г/пог. м, возможна один раз в два года, равная 135 г/пог. м — один раз в 10 лет (табл. 96).

Большую опасность при гололедно-изморозевых явлениях представляет ветер. Когда отложения гололеда достигают максимальной толщины и массы, скорость ветра в основном не превышает 9 м/с и очень редко может достигать 14—17 м/с (табл. 97). При кристаллической изморози скорость ветра не превышает 5 м/с и лишь иногда может быть от 6 до 13 м/с. Зернистая изморозь образуется в 78% случаев при скорости ветра не более 1 м/с и только в 22% случаев — при скорости от 2 до 9 м/с. Если изморозь образуется при любых направлениях ветра, то гололед наблюдается преимущественно при юго-западном ветре.

По размерам отложения и величине максимальной скорости ветра при гололеде рассчитана ветровая нагрузка, которая в отдельных случаях на 20—25% увеличивает весовую нагрузку на покрытые льдом провода.

За период с 1936 по 1975 г. гололедно-изморозевые отложе-

даются в феврале (10%) и в мае (25%). В суточном ходе максимум повторяемости плохой видимости приходится на утренние часы после восхода солнца, минимум — на вторую половину дня и ночью. Видимость менее 2 км летом в дневные часы отмечается редко.

Зимой (с ноября по март, а иногда и в октябре) появляется менее выраженный второй максимум ухудшения видимости

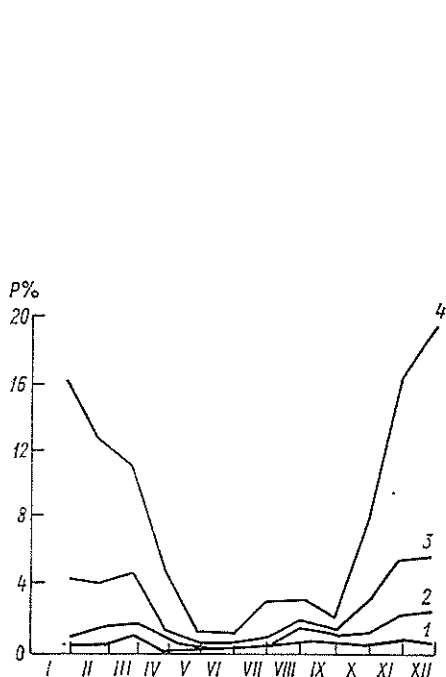


Рис. 39. Годовой ход повторяемости (%) видимости менее 4 км.

1 — < 0,5 км, 2 — < 1 км, 3 — < 2 км, 4 — < 4 км.

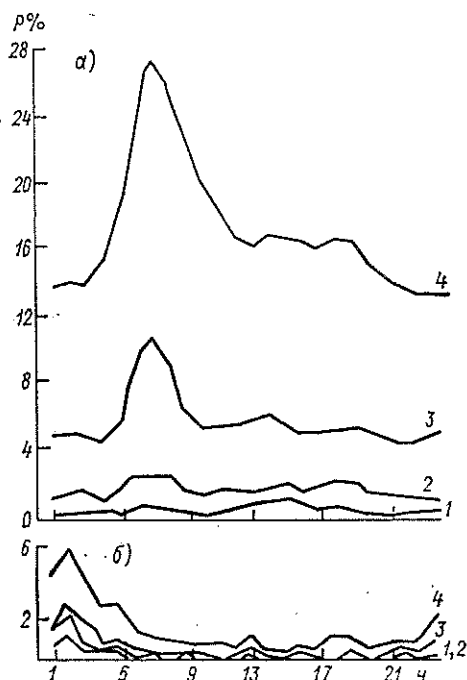


Рис. 40. Суточный ход повторяемости (%) видимости менее 4 км.

а — ноябрь-январь, б — май-июль; 1 — < 0,5 км, 2 — < 1 км, 3 — < 2 км, 4 — < 4 км.

перед заходом и в момент захода солнца. Летом ухудшение видимости до 1 км и менее наступает через 1—2 часа после восхода солнца. Это ухудшение видимости отмечается при рассеивании тумана и дыма за счет увеличения турбулентности атмосферы.

Непрерывная продолжительность ухудшенной видимости представлена в табл. 98, где дана средняя непрерывная продолжительность для каждого месяца и число периодов каждого месяца предела горизонтальной видимости. Используя рис. 43, можно получить повторяемость непрерывной продолжительности горизонтальной видимости, равной и меньше заданной. Способ

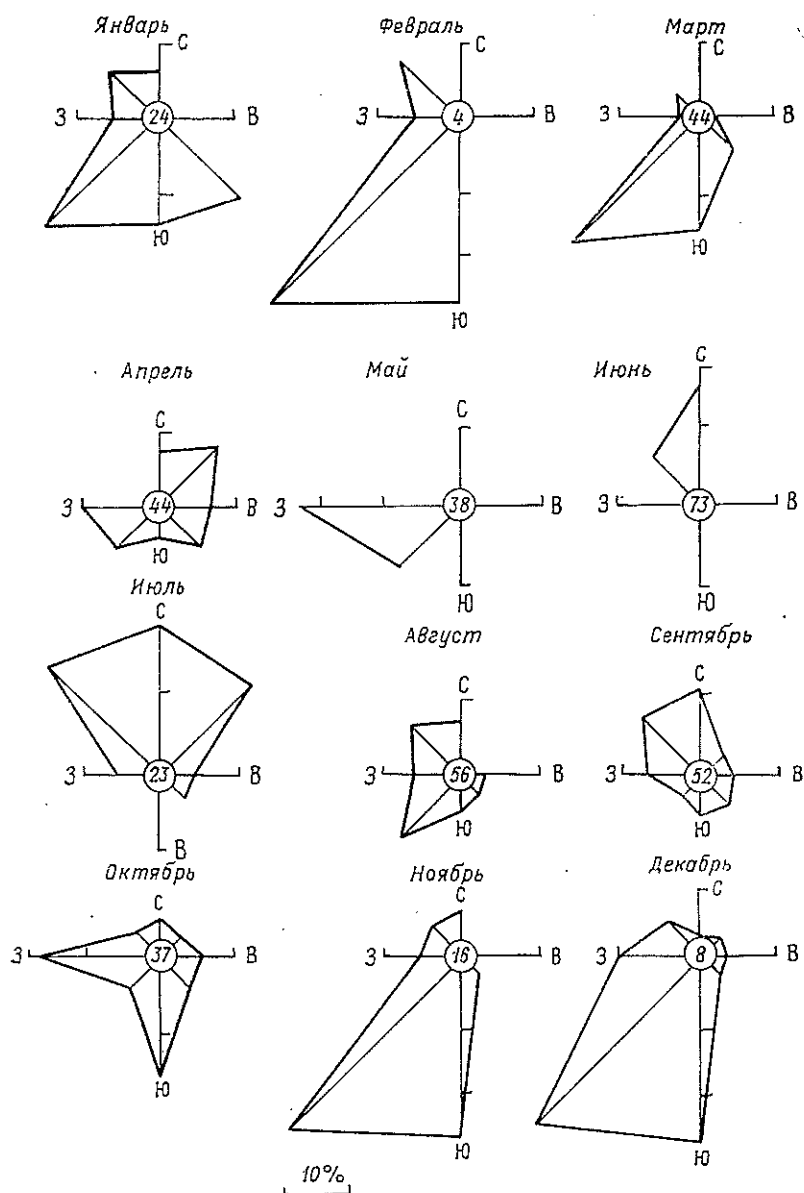


Рис. 41. Повторяемость (%) видимости менее 1 км при различных направлениях ветра и число дней со штилем (в центре кружка).

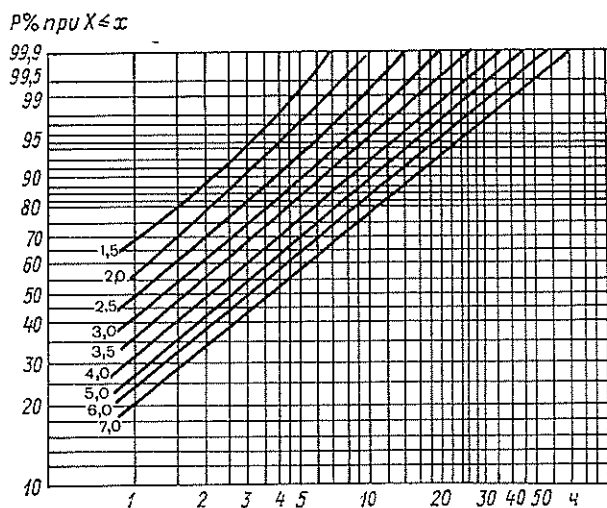
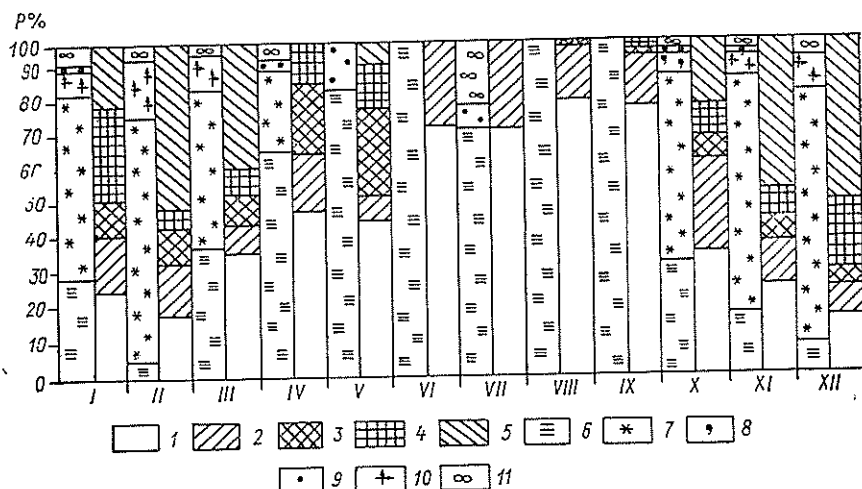


Таблица 98

Число периодов n с определенной градацией дальности горизонтальной видимости D (км) и их средняя непрерывная продолжительность τ (ч)

Месяц	$D < 0,5$		$D < 1$		$D < 2$		$D < 4$	
	n	τ	n	τ	n	τ	n	τ
I	18	2,0	54	2,9	154	3,5	203	6,3
II	17	2,6	65	2,8	119	3,8	181	5,9
III	12	1,8	42	2,2	93	3,0	166	4,6
IV	17	3,2	33	3,1	68	3,6	94	5,1
V	2	1,5	8	2,1	18	2,3	44	2,4
VI	4	1,5	5	1,4	5	1,8	27	1,7
VII	8	2,0	12	1,9	14	2,2	44	3,1
VIII	9	2,6	18	2,4	18	3,0	31	3,1
IX	15	2,1	25	2,5	36	2,9	52	3,4
X	7	2,1	16	1,6	45	2,3	91	3,6
XI	19	1,9	34	2,2	93	2,5	161	3,7
XII	35	2,3	76	3,3	159	4,5	188	6,9

определения повторяемости (%) непрерывной продолжительности дальности горизонтальной видимости аналогичен способу расчета повторяемости непрерывной продолжительности любого атмосферного явления, представленного на рис. 36.

Повторяемость видимости при различных скоростях и направлениях ветра дана в табл. 49, 50 приложения.

7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ

Как известно, в климатологии существует деление года на четыре основных сезона. Сроки наступления сезонов — типичные для каждого района. Переход от сезона к сезону происходит постепенно. Начало каждого сезона определяется характером погодных условий предшествующего. В связи с этим и средние даты начала и конца климатических сезонов устанавливаются условно. В качестве критериев приняты термические показатели: даты наступления различных температур, даты наступления и прекращения заморозков, а также изменение характера подстилающей поверхности (появление и сход снежного покрова и т. д.).

В данной книге при определении сезонов использовались показатели, предложенные Главной геофизической обсерваторией им. А. И. Воейкова.

7.1. Весна

За начало весны принято считать время перехода средней суточной температуры воздуха через -5°C в сторону повышения и начало разрушения устойчивого снежного покрова (3 апреля) до прекращения заморозков на поверхности почвы (3 июня). Средняя продолжительность весны — два месяца (табл. 99).

В отдельные годы наблюдаются значительные изменения во времени наступления и окончания весны.

Весна характерна интенсивным притоком солнечной радиации, благодаря увеличению высоты солнца над горизонтом, продолжительности дня (см. рис. 12) и уменьшению облачности. От марта к маю суммарная радиация возрастает на $5\text{--}6$ ккал/см². На рост поглощенной радиации и радиационного баланса влияет понижение альбедо на $50\text{--}60\%$. Поглощенная радиация увеличивается на $8\text{--}9$ ккал/см², а радиационный баланс — на $7\text{--}8$ ккал/см².

Весна в Новосибирске характеризуется обилием света. Продолжительность солнечного сияния в мае достигает $260\text{--}270$ ч. Отношение фактического солнечного сияния к возможному от марта к маю увеличивается на $10\text{--}15\%$ и составляет $55\text{--}60\%$.

Таблица 99

Даты перехода средней суточной температуры воздуха через -5°C различной вероятности, начала разрушения устойчивого снежного покрова и прекращения заморозков на почве

Характеристика	Средняя дата	Самая ранняя дата	Вероятность наступления в указанные даты и более ранние, %							Самая поздняя дата
			5	10	25	50	75	90	95	
Переход средней суточной температуры воздуха через -5°C	3 IV	8 III	17 III	21 III	27 III	3 IV	8 IV	12 IV	15 IV	30 IV
Разрушение устойчивого снежного покрова	10 IV	29 III	29 III	2 IV	6 IV	10 IV	15 IV	20 IV	24 IV	24 IV
Прекращение заморозков на поверхности почвы	3 VI	16 V	17 V	21 V	28 V	3 VI	9 VI	13 VI	16 VI	29 VI

Число дней без солнца в апреле равно 3—4, в мае таких дней не более 1—2.

Неустойчивость погоды в течение года и особенно весной — характерный признак климата юго-востока Западной Сибири. Наиболее резкой сменой погоды отличается май, когда велика междусуточная изменчивость температуры воздуха, зависящая главным образом от адвективного фактора. Средняя междусуточная изменчивость температуры воздуха составляет в апреле $2,4^{\circ}\text{C}$, в мае $3,2^{\circ}\text{C}$. Наибольшая повторяемость междусуточной изменчивости температуры воздуха приходится на градацию $0-2^{\circ}$. В периоды возврата холодов средняя суточная температура ото дня ко дню может понижаться на 20°C , а при прохождении волн тепла повышаться на 12°C . Однако такие резкие изменения наблюдаются редко — повторяемость их менее 1%.

Характер весны в значительной степени определяется процессами зимней циркуляции. Постепенно происходит перестройка барического поля. В апреле по западному отрогу азиатского антициклона проникает теплый воздух и азиатский антициклон начинает разрушаться. В то же время вторжение арктических масс воздуха из северных районов Сибири, чаще всего с Таймыра, понижает температуру воздуха.

Большие температурные контрасты между северными и южными широтами способствуют активизации циклонической деятельности и, в частности, увеличивают повторяемость южных циклонов, прорывы которых к северу характерны для весны. Резкие изменения погоды весной связаны также с перемеще-

нием «ныряющих» циклонов из районов Баренцева и Карского морей.

По температурному режиму весны бывают теплыми и холодными. Повторяемость тех и других одинаковая — по 25%.

Теплые весны обусловлены следующими синоптическими процессами:

- смещением циклонических образований с севера Атлантики к востоку через Скандинавию, север ЕТС и Западную Сибирь, продвижением частных циклонов с севера Каспия к бассейну Оби;

- интенсивным развитием ложбины высотной депрессии над северными морями, способствующим «прогибу» высотной фронтальной зоны, что вызывает нарушение зональности потоков. Происходит «разрыв» полосы повышенного давления. Над Западной Сибирью оформляется хорошо выраженный гребень с юго-восточным переносом воздушных масс;

- медленным смещением на восток высокого мощного антициклона, стационарирующего над ЕТС.

Холодные весны характеризуются затокком холодного воздуха в систему циклонов из районов Баренцева и Карского морей и продвижением последних в более южные районы в тылу изолированных антициклонов.

В теплые весны устойчивый переход температуры воздуха через 0 и 5°C происходит на 10—15 дней раньше обычных сроков. Очень теплой и ранней была весна 1951 г. Формированию положительной аномалии температуры воздуха в этот год способствовало распространение на юг Западной Сибири области повышенного давления, а также заток теплого воздуха в передней части циклонических образований, перемещающихся с юга Каспийского моря. В марте средняя месячная температура воздуха превысила норму. Устойчивый переход через —5°C произошел 27 марта; 31 марта 1951 г. на 15 дней раньше средняя температура перешла через 0°C. Весь апрель был исключительно теплым, средняя месячная температура оказалась на 5,5°C выше нормы, а дневная достигала 23°C. Средняя суточная температура воздуха почти в течение всего месяца была выше средней многолетней и выше 5°C — в течение 17 суток. Понижение температуры в ночные часы в первой декаде апреля доходило до —4°C. Снежный покров сошел 7 апреля, на 17 дней раньше средней даты. Погода в течение месяца была ясная, осадков выпало всего лишь 7 мм (30% месячной нормы). Май также был теплым. 2 мая зафиксирован сильный заморозок интенсивностью —5,2°C. Последний заморозок в эту весну был 14 мая, интенсивность его составила —2,5°C. Устойчивый переход температуры воздуха через 10°C наступил 15 мая, и сразу же установилась жаркая погода, температура воздуха перешла через 15°C, т. е. переход температуры воздуха через 10 и 15°C произошел почти одновременно. Практически с момента устойчивого пере-

хода температуры через 10°C с середины мая в Новосибирске наступило лето. Погода в мае стояла малооблачная, осадков выпало 18 мм (50% месячной нормы). Преобладающими ветрами были юго-западные, со скоростью 2,5 м/с в апреле и около 4 м/с в мае.

Примером холодной весны может служить весна 1964 г. Образованию отрицательной аномалии температуры воздуха способствовало смещение на южные районы Западной Сибири ядер высокого давления, сформировавшихся в массах арктического воздуха. Несмотря на то что положительная температура воздуха установилась 19 апреля (всего лишь на несколько дней позже обычного), апрель был холоднее на $5,3^{\circ}\text{C}$, почти каждый день отмечались заморозки в воздухе и на почве. В течение 15 дней (при норме 2 дня) средняя суточная температура не поднималась выше -5°C . Май 1964 г. выдался сравнительно теплым: средняя месячная температура составила 11°C , что выше нормы на $0,9^{\circ}\text{C}$. Однако заморозки в воздухе наблюдались до 15 мая. Интенсивные заморозки до -4°C отмечались 11 и 12 мая, средняя суточная температура воздуха в первые сутки понижалась до $-0,8^{\circ}\text{C}$.

Средняя месячная температура воздуха в городе колеблется в значительных пределах (см. табл. 25), в том числе и весной. От марта к апрелю она повышается на $10-11^{\circ}$, такое же повышение отмечается и от апреля к маю. Среднее отклонение температуры воздуха составляет в апреле $\pm 2,4^{\circ}\text{C}$, в мае $\pm 1,7^{\circ}\text{C}$, наибольшие — в апреле $4,8$, $-6,4^{\circ}$, в мае $4,4$, $-5,6^{\circ}$.

Самая высокая средняя месячная температура воздуха в апреле за 80 лет отмечена в 1951 г. ($5,4^{\circ}\text{C}$), она превысила норму на $4,8^{\circ}\text{C}$. В 1894 г. средняя месячная температура воздуха понижалась до $-5,8^{\circ}\text{C}$, что на $6,4^{\circ}\text{C}$ ниже нормы. Подобные аномалии возможны и в мае. Самая высокая средняя месячная температура воздуха ($14,6^{\circ}\text{C}$) в мае отмечалась в 1965 г., она превысила среднюю многолетнюю на $4,4^{\circ}\text{C}$, а в 1898 г. среднее значение температуры мая $-4,6^{\circ}\text{C}$, что ниже нормы на $5,6^{\circ}\text{C}$ (табл. 100).

Таблица 100

Средняя месячная температура воздуха t различной вероятности

$\bar{t}$ много- летняя	$t_{\text{мин}}$	$t_{\text{макс}}$	Вероятность указанной температуры и более высокой, %						
			95	90	75	50	25	10	5

Апрель

0,6 | -6 | 5 | 5 | 4 | 3 | 0,6 | -2 | -3 | -4

Май

10 | 5 | 15 | 14 | 13 | 12 | 10 | 9 | 8 | 7

Средняя суточная температура воздуха в отдельные дни может значительно отличаться от средней месячной. За 80-летний период наблюдений средняя суточная температура в апреле изменялась от -20 до $+20^{\circ}\text{C}$, в мае — от -10 до 25°C . Однако крайние величины повторяются редко. Вероятность их не превышает 1 %.

Уже в первых числах апреля (3 апреля) происходит устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через -5°C , а в середине месяца (15 апреля) — через 0°C . В апреле средняя суточная амплитуда температуры равна $9-10^{\circ}\text{C}$, в мае $10-13^{\circ}\text{C}$ (вне зависимости от состояния неба). Величина амплитуды зависит от характера погоды (табл. 101).

Таблица 101

Средняя суточная амплитуда температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$)
при различном состоянии неба

Состояние неба	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ясно	9,8	10,5	12,4	12,1	14,8	14,4	13,1	13,6	14,3	12,5	9,3	9,2
Полуясно	9,6	8,6	9,1	8,7	12,1	11,7	10,9	10,3	10,1	8,0	8,3	9,3
Пасмурно	6,1	7,0	6,1	5,9	8,3	8,9	7,5	7,4	6,7	5,2	5,4	6,9

В ясные дни при смене теплого воздуха на холодный или, наоборот, в течение суток амплитуда температуры воздуха достигает 20°C . Такая большая амплитуда наблюдалась 20 и 21 апреля 1951 г.: ночью температура была отрицательной, а днем около 20°C . 3 мая 1951 г. суточные колебания превышали 20°C . Ночью температура воздуха была $0,6^{\circ}\text{C}$, а днем повысилась до $23,9^{\circ}\text{C}$.

В конце апреля (28 апреля) в Новосибирске происходит устойчивый переход температуры воздуха через 5°C .

Максимальная амплитуда температуры воздуха в апреле может достигать 62°C . В первой декаде апреля возможны морозные дни, а в конце третьей — жаркие. Так, 6 апреля 1927 г. ночью температура воздуха понизилась до $-31,2^{\circ}\text{C}$, а 27 апреля 1972 г. днем она повысилась до $30,7^{\circ}\text{C}$.

В апреле в среднем бывает 22 дня с ночными заморозками, из них 4—5 дней без дневных оттепелей. В мае наблюдается 6 дней с заморозками. Морозные дни в мае — явление сравнительно редкое. Интенсивность заморозков в первой декаде апреля достигает -8 , -10°C , во второй и третьей до -5°C . В мае интенсивность заморозков -1 , -3°C . В среднем заморозки весной прекращаются 15—20 мая, но в отдельные годы даты окончания заморозков значительно варьируют. Самое раннее прекращение заморозка весной наблюдалось 4 мая в 1928 г., самое позднее — 13 июня 1900 г. (табл. 102, рис. 44).

Таблица 102

Даты последнего заморозка различной вероятности

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

В воздухе

16 V	29 IV	2 V	8 V	16 V	23 V	28 V	31 V	15 VI
21 V	4 V	8 V	14 V	21 V	27 V	2 VI	5 VI	20 VI
26 V	10 V	14 V	19 V	26 V	1 VI	7 VI	10 VI	25 VI

На почве

31 V	14 V	18 V	24 V	31 V	6 VI	11 VI	14 VI	24 VI
6 VI	19 V	23 V	30 V	6 VI	11 VI	16 VI	18 VI	29 VI

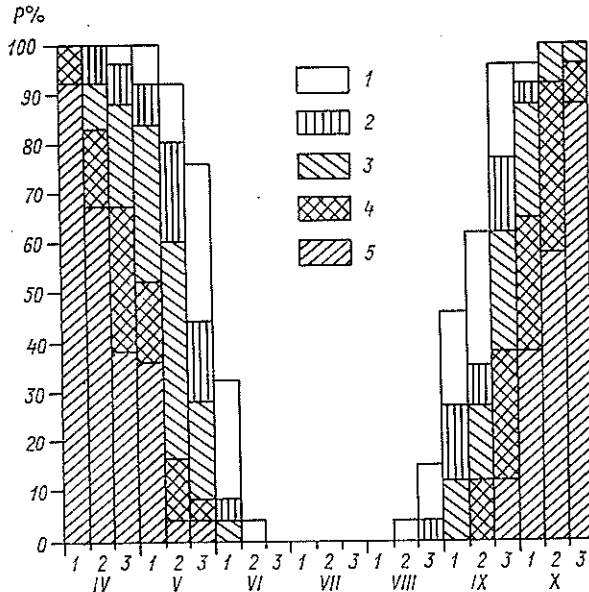


Рис. 44. Вероятность заморозков различной интенсивности по декадам.

1 — температура ниже 2°C , 2 — температура ниже 0°C ,
 3 — температура ниже -1°C , 4 — температура ниже -3°C , 5 — температура ниже -5°C .

В начале весны средняя месячная температура воздуха и поверхности почвы мало различаются, так как почва днем сильно нагревается, а ночью значительно охлаждается. В отдельные годы температура поверхности почвы в апреле в светлое время суток может достигать 44°C (1951 г.), в мае — 57°C (1953 г.),

а ночью понижаться в апреле до -33°C (1969 г.), в мае — до -11°C (1946 г.).

Заморозки на поверхности почвы прекращаются примерно на две недели позднее, чем в воздухе (табл. 102).

В первую половину весны разрушается устойчивый снежный покров, иногда разрушение может произойти значительно раньше. Так, в 1901 г. разрушение устойчивого снежного покрова и сход его произошли одновременно, 27 марта. В 1968 г. разрушение устойчивого снежного покрова было зарегистрировано еще раньше, 21 марта, но окончательный его сход — 4 апреля. Позднее разрушение устойчивого снежного покрова и одновременный сход наблюдались 30 апреля 1903, 1919 и 1937 гг.

После окончательного схода снежного покрова начинается постепенное оттаивание и прогревание почвы. В середине второй декады апреля почва на полях оттаивает до глубины 10 см, а к концу месяца — до 30 см. Полное оттаивание ее происходит в конце мая — начале июня, в зависимости от характера весны и обуславливающих ее процессов. В отдельные годы сроки полного оттаивания почвы значительно колеблются, от 2 мая до 18 июня.

Относительная влажность воздуха в апреле в среднем равна 70—75 %, в мае — 58—63 %.

Наибольший практический интерес представляет средняя относительная влажность воздуха в 13 ч (табл. 103), когда ее значения близки к минимуму, а испарение наиболее интенсивное. В апреле средняя месячная относительная влажность в 13 ч равна 56 %, в мае — 44 %. В годовом ходе наименьшие значения ее приходится на май. В отдельные годы колебания дневной относительной влажности довольно велики.

Таблица 103

Повторяемость средней относительной влажности воздуха различной величины в 13 ч

Месяц	Относительная влажность, %								
	10—19	20—29	30—39	40—49	50—59	60—69	70—79	80—89	90—100
IV	0,9	6,8	14,6	17,8	16,9	15,6	13,4	9,0	5,0
V	5,3	20,1	25,4	17,5	10,7	8,8	5,0	4,1	3,1

О засушливости весенних месяцев можно судить по числу дней с влажностью менее 30 %. Наибольшее число сухих дней в году отмечается в мае (около 9 дней). В апреле число таких дней также невелико (в среднем около 3). Число влажных дней с относительной влажностью больше 80 % составляет в апреле в среднем 4, в мае — 2. В отдельные годы отклонения от норм довольно значительны. Так, в апреле 1958 г. было 10 дней с относительной влажностью воздуха в 13 ч более 80 %, а в

1932 г. их не наблюдалось вообще. В мае 1965 г. сухих дней было 19, а в 1901, 1906, 1907 и 1909 гг. их не отмечено.

Большое число дней с влажностью 30% и менее в мае 1965 г. наблюдалось при преобладании антициклонической формы циркуляции в прогреваемом арктическом воздухе. Дни с относительной влажностью 30% и менее не наблюдались в апреле в 50% лет, в мае — в 24% лет.

Весной с общим повышением температуры воздуха возрастает недостаток насыщения, особенно в дневные часы. Количество выпадающих осадков в среднем составляет в апреле — 20 мм, в мае — 35 мм. В отдельные годы отклонения от средних весьма велики. Наибольшая месячная сумма осадков в апреле была 57 мм, наименьшая — 1 мм. Большой диапазон изменений месячных сумм осадков отмечается в мае — от 3 до 79 мм.

Значительный «недобор» осадков в весенние месяцы отмечен в 1895, 1915, 1916, 1919, 1920, 1932, 1948, 1951, 1963, 1965 гг. Весны с превышением месячной нормы осадков (положительные аномалии) были в 1897, 1924, 1928, 1941, 1949, 1957, 1967, 1975 гг.

Среднее число дней с осадками за месяц в апреле и мае составляет 11—13. В отдельные годы возможны значительные отклонения. Наибольшее число дней с осадками наблюдалось в апреле 1937 г. (16), наименьшее (2) — в 1932 г., в мае — соответственно 19 дней в 1957 г. и 6 дней в 1952 г.

В весенние месяцы преобладают дни с небольшими осадками (за сутки до 1,0 мм). Осадки 10 мм и более выпадают не ежегодно, а 20 мм и более — в среднем один раз в 25 лет.

Для характеристики суточной интенсивности осадков можно воспользоваться данными о суточном максимуме, который так же, как и количество и число дней с осадками, меняется от года к году в апреле — от 20 до 24 мм, в мае — от 8 до 32 мм. В апреле при среднем многолетнем суточном максимуме осадков, равном 7 мм, один раз в два года суточный максимум в среднем достигает 4 мм, один раз в пять лет — 10 мм, один раз в 100 лет — 23 мм. Наблюденный суточный максимум равен 24 мм (1 апреля 1948 г.).

Косвенным показателем дождливости служит и продолжительность осадков. В мае интенсивность осадков увеличивается, а продолжительность выпадения их уменьшается. Средняя продолжительность в дни с осадками в апреле составляет 8,8 ч, в мае — 4,9 ч. В отдельные годы продолжительность выпадения осадков значительно отличается от средней.

В апреле преобладают ветры южного и юго-западного направлений. В мае несколько увеличивается повторяемость северных и северо-восточных ветров. Скорость ветра в среднем за месяц на открытых местах в апреле составляет 4,4 м/с, в мае — 4,7 м/с, в защищенных местах она на 0,7—1,0 м/с меньше.

7.2. Лето

За начало лета принята средняя дата окончания заморозков и установления безморозного периода на поверхности почвы (3 июня). К этому моменту средняя суточная температура воздуха обычно повышается до 15°C . Переход средней суточной температуры воздуха в Новосибирске через 15°C происходит в среднем 6 июня. Концом лета считается средняя дата наступления первых заморозков на поверхности почвы (7 сентября) и переход средней суточной температуры воздуха через 10°C (15 сентября). Средняя продолжительность лета составляет 105 дней.

Сроки начала и конца летнего сезона зависят от условий атмосферной циркуляции и значительно варьируют от года к году. В Новосибирске самое раннее окончание заморозков на поверхности почвы имело место в середине мая 1945, 1953 и 1956 гг., средняя температура воздуха в эти годы уже в мае была $13\text{—}14^{\circ}\text{C}$, а в июне повышалась до $17\text{—}18^{\circ}\text{C}$. Самое позднее окончание заморозков отмечалось в третьей декаде июня 1933 и 1974 гг. Наступление первых заморозков на поверхности почвы зафиксировано в начале третьей декады августа 1937, 1945, 1951 гг., а самое позднее — в последних числах сентября и первых числах октября 1936, 1943, 1944 гг. Однако следует отметить, что раннее или позднее наступление и окончание лета еще не свидетельствует о том, что оно в целом было теплым или холодным. Отдельные месяцы могут быть более теплыми или более холодными по сравнению с нормой, но в целом лето может быть нормальным.

За лето радиационный баланс в среднем составляет 26 ккал/см^2 . В начале лета суммарная радиация достигает максимума.

Количество облачности по сравнению с весной несколько уменьшается, но повторяемость ясного и полужасного состояния неба остается высокой, поэтому летом, как и весной, много света. Число дней без солнца в среднем за летний месяц не превышает 1—2. В июне и июле самая высокая в году величина отношения наблюдавшегося солнечного сияния к возможному — 63 %.

→ Самым теплым летним месяцем является июль, средняя температура воздуха в городе 19°C . Это единственный месяц лета, когда в окрестностях Новосибирска в воздухе не наблюдается заморозков. В 16 % лет средняя температура июля оказывается ниже температуры двух других летних месяцев. Средняя месячная температура самого теплого июля ($23,1^{\circ}\text{C}$ в 1969 г.) выше температуры самого холодного июля ($15,3^{\circ}\text{C}$ в 1899 г.) на $7\text{—}8^{\circ}$. Средняя дневная температура воздуха в летние месяцы колеблется от 22 до 25°C ; ежегодно дневные температуры могут повышаться до $30\text{—}33^{\circ}\text{C}$, а в отдельные жаркие дни

достигать 38—40°C (рис. 45); средняя ночная температура ежегодно понижается до 10—13°C, а в отдельные прохладные ночи и до 5°C (в июне и августе), но высокая дневная температура воздуха, так же как и низкая ночная, наблюдается редко.

Изменчивость температуры воздуха в июле и августе меньше, чем в другие месяцы года. В июне средняя междусуточная изменчивость температуры воздуха составляет 2,4°, в июле — 1,8°, в августе — 1,9°. Наибольшая повторяемость (50—60%) междусуточной изменчивости температуры воздуха колеблется от —2 до 2°C, в редких случаях (с вероятностью менее 1%) она может достигать $\pm 12^\circ\text{C}$.

Для определения типов сезонов по характеру изменчивости температуры рассчитано ее среднее квадратическое отклонение (σ). Сезон относился к нормальному, когда температура отклонялась от средней многолетней не более чем на 1°. Такие сезоны в Новосибирске наблюдались в 74% лет (табл. 104). Сезоны с отклонениями средней температуры воздуха более чем на $\pm 2^\circ$ принимаются за теплые или холодные в зависимости от знака аномалии. Повторяемость теплых сезонов составляет 11%, холодных — 10%. Сезоны с аномалиями температуры воздуха, превышающей 2°C ($1,5\sigma$), относились к необычно теплым и к необычно холодным. Повторяемость их одинаковая и составляет 2,5% каждый.

Таблица 104

Вероятность (%) отклонений средней температуры воздуха от нормы

Тип сезона	$\Delta T^\circ\text{C}$	VI	VII	VIII	VI—VIII
Экстремально теплый	> 2	8	11	5	2,5
Теплый	1,0; 2,0	22	14	14	11
Нормальный	0,0; $\pm 0,9$	40	50	60	74
Холодный	-1,0; -2,0	16	12	11	10
Экстремально холодный	> -2	14	13	10	2,5

Экстремально холодные летние сезоны обуславливаются вторжением с Карского и Баренцева морей антициклонов по полярной или ультраполярной осям. По восточной периферии высотного гребня, направленного из Средней Азии на Новую Землю, происходит заток холодного воздуха.

При вторжении холодных арктических масс воздуха в первой декаде июня и в последней августа температура ночью опускается иногда до -2°C , в июле — до $+2^\circ\text{C}$. Повторяемость минимальной температуры 10—15°C в июне и августе составляет 45%, в июле — 55%.

Определенным образом развиваются синоптические процессы и при установлении теплого лета. В эти сезоны обычно на фоне господствующего в средней тропосфере западно-восточного



Рис. 45. Лето в Новосибирске. Пляж на Обском водохранилище. Фото В. П. Ткаченко.

переноса происходит перемещение активных циклонов по более северным районам континента. Через южные районы обычно перемещаются ложбины частных циклонов, которые способствуют формированию пониженного давления и обуславливают вынос теплого и сухого воздуха из Казахстана и Средней Азии.

По южным районам, напротив, чаще происходит перемещение антициклонических образований с Атлантики на западные и центральные районы Западной Сибири. Гребень азорского антициклона обычно располагается над Средиземным морем. У поверхности земли на центральные и восточные районы Западной Сибири смещаются частные антициклоны с Карского моря.

Самое теплое лето за весь период наблюдений было в 1965 г. На юго-восток Западной Сибири осуществлялся вынос тепла в основном из районов Средней Азии. Температура составила $22,0^{\circ}\text{C}$, что выше нормы на 3° . Следует заметить, что самым жарким за 80-летний период наблюдений в Новосибирске был июль 1969 г., когда средняя месячная температура воздуха достигла $23,1^{\circ}\text{C}$, т. е. более чем на 4° выше средней июльской.

Летом 1965 г. жаркая погода удерживалась с 31 мая по 4 августа с небольшими перерывами. Средняя суточная температура почти в течение всего июля была выше 20°C , количество жарких дней вдвое превысило норму. Июль 1965 г. оказался не только очень теплым, но и малооблачным, сухим. Осадков выпало менее 50 % месячной нормы.

Аномально холодным было лето 1972 г. Устойчивый циклон над Западной Сибирью, а также распространение глубокой ложбины, ось которой проходила между бассейнами Оби и Енисея, способствовали формированию над югом Сибири отрицательной аномалии температуры воздуха. Средняя температура летом этого года оказалась ниже нормы почти на 2° , все летние месяцы были прохладными и дождливыми, особенно июль и август. Средняя температура июля была ниже нормы на $3,1^{\circ}$. В этом месяце отмечено всего лишь пять дней с температурой воздуха, превышающей 20°C . Июль 1972 г. был облачным и влажным.

Несмотря на то что в летние месяцы температура воздуха более устойчива, чем в другие сезоны года, изменения ее значительны: в июне и августе она колеблется от 12 до 20°C , в июле — от 15 до 23°C (табл. 105).

В отдельные дни средняя суточная температура во все летние месяцы колеблется от 0 до 35°C , чаще всего повторяются дни с температурой 15 — 20°C (42% всех дней). Средняя дневная температура в июне и августе составляет $21,5$ — $22,5^{\circ}\text{C}$, в июле $24,0$ — $24,5^{\circ}\text{C}$. В жаркие дни температура воздуха повышается до 38 — 40°C (июнь 1957 г.), что чрезвычайно редко.

Заморозки в воздухе в июне наблюдаются в 15% лет; в среднем в десятилетие отмечается один-два заморозка. В десяти-

влажность претерпевает в течение суток. Низкая относительная влажность (менее 30%) чаще отмечается в июне, высокая (более 80%)—в августе. Сухих дней с относительной влажностью (менее 30%) в Новосибирске в среднем три. Среднее число влажных дней колеблется от 2 до 4.

Летние месяцы отличаются наибольшим количеством осадков. Всего за сезон в среднем выпадает около 50% годового количества осадков (см. табл. 46). Изменчивость их от года к году большая, чем изменчивость температуры воздуха, особенно она велика в летние месяцы. Значительные колебания месячных сумм осадков отмечаются в июне—от 7 мм (1955 г.) до 180 мм (1938 г.).

Большой «недобор» осадков, когда их количество за сезон составляло менее 50% нормы, наблюдался в 1899 и 1931 гг.

Среднее число дней с осадками за месяц в июне 14, в июле и августе по 16. В отдельные годы возможны заметные отклонения. Так, наибольшее число дней с осадками в июне 1938 г. было 23, наименьшее в 1955 г.—всего 4 дня. Аналогичные отклонения от среднего на 8—10 дней возможны и в другие месяцы лета.

Суточный максимум осадков, как и число дней с ними, может служить дополнительной характеристикой интенсивности осадков. В июне в Новосибирске суточный максимум изменяется от 2 до 95 мм, в июле и августе от 6 до 55 мм. Продолжительность выпадения осадков наименьшая в июле. Средняя продолжительность осадков в дождливые дни в июле составляет 3,1 ч, в июне и августе—около 4 ч. Наибольшая продолжительность в июне составила 8,6 ч, в июле—6,1 ч, а в августе—9 ч. За 80-летний период наблюдений самым дождливым было лето 1938 г., когда выпало 354 мм осадков при норме 194 мм.

7.3. Осень

К осени относится период от наступления заморозков на поверхности почвы (9 сентября) и перехода средней суточной температуры воздуха через 10°C (10 сентября) до образования устойчивого снежного покрова (1 ноября) и перехода средней суточной температуры воздуха через —5°C (2 ноября). Продолжительность сезона составляет в среднем 55 дней.

Осенью уменьшается приток солнечной радиации, поэтому и температура воздуха, по сравнению с летом, понижается в среднем на 6—8°. Величина радиационного баланса уменьшается и во второй половине октября, после появления снежного покрова, становится отрицательной. Изменение общего радиационного баланса над континентом вызывает изменение циркуляционных условий: происходит постепенный переход к циркуляции зимнего сезона. Осенью, так же как и весной, наблюдается

Таблица 105

Вероятность (%) средних месячных температур воздуха

Месяц	$\bar{t}$	$t_{\text{мин}}$	$t_{\text{макс}}$	Вероятность указанной температуры и более высокой, %				
				90	75	50	25	10
VI	17	13	21	15	16	17	18	19
VII	19	15	23	17	18	19	20	21
VIII	16	12	20	14	15	16	17	18

тилетие 1951—1960 гг. заморозки в июне не наблюдались, а в десятилетия 1891—1900 и 1961—1970 гг. их было отмечено по три в каждом.

Летом температура поверхности почвы выше температуры воздуха в среднем на 3—5°. Средняя месячная температура поверхности почвы составляет в июне—августе 20—22°C. В отдельные жаркие дни абсолютный максимум температуры поверхности почвы достигает в июне и июле 62—64°C, в августе—56—58°C. Абсолютный минимум на поверхности почвы в июне понижался до —6°C, в августе до —3°C, а в июле не опускался ниже 0°C за весь период наблюдений. Температура почвы с глубиной летом убывает. Примерно на глубине 15 см средняя месячная температура почвы совпадает с температурой воздуха. Максимум и минимум температуры почвы в суточном и годовом ходе несколько запаздывает по сравнению с максимумом и минимумом температуры воздуха.

Летом в городе преобладают юго-западные ветры, повторяемость их за сезон около 17%. Реже наблюдаются ветры восточные и юго-восточные. Средняя скорость за сезон составляет 2,5 м/с, что почти на 1 м/с меньше средней годовой. Наибольшую повторяемость в летние месяцы имеют слабые ветры, скорость которых не превышает 5 м/с (86—92%). Повторяемость сильных ветров (≥ 15 м/с) менее 1%. Число дней с сильным ветром за три летних месяца невелико и составляет всего лишь три дня. Это примерно 11% среднего годового числа дней с бурным ветром.

Относительная влажность воздуха в течение летнего сезона постепенно увеличивается от 66% в июне до 76% в августе. В дневные часы средняя месячная относительная влажность не превышает 50—59%. Наибольшая повторяемость ее приходится на градации от 40 до 60%. Большие изменения относительная

неустойчивая погода. Происходит формирование азиатского центра действия атмосферы. Средняя температура воздуха за осень составляет 6°C . В отдельные годы в зависимости от характера циркуляции средняя месячная температура может заметно отличаться от средней многолетней. Очень теплой была осень в 1923, 1925, 1932 гг., когда аномалия температуры оказалась более 2°C , очень холодной в 1901, 1909, 1912, 1933, 1961, 1968 гг.

Особенно теплым был сентябрь 1966 г., средняя температура его оказалась на $3,5^{\circ}\text{C}$ выше средней многолетней, а в октябре на 1° ниже нормы; в целом же за сезон этого года средняя температура воздуха была выше средней многолетней всего лишь на $1,2^{\circ}$. Очень холодным выдался сентябрь 1934 г. (ниже нормы на 4°).

В октябре за весь 80-летний период наблюдений положительные и отрицательные отклонения температуры воздуха более значительны, чем в сентябре. Так, в октябре 1923 г. средняя месячная температура была на $4,9^{\circ}$ выше, а в 1912 г.—на $5,9^{\circ}$ ниже многолетней нормы. Осень для этих лет является соответственно теплой или холодной, т. е. в 1923 г. средняя температура сезона была на 3° выше нормы, а в 1912 г.—на $3,7^{\circ}$ ниже.

Теплой и сухой была осень 1971 г. Этому способствовал западно-восточный перенос воздушных масс в средней тропосфере и формирование поля повышенного давления у поверхности земли над Западной Сибирью, лишь изредка происходило перемещение частных циклонов и ложбин с юга Урала на северо-восток. Осень наступила 19 сентября, на 10 дней позднее обычного. Температура воздуха в сентябре оказалась выше нормы на 1° , а в октябре—на $2,5^{\circ}$. В сентябре выдалось всего лишь три дня с дождем, осадков выпало менее 10%, а в октябре—около 50% месячной нормы.

Осень 1961 г., напротив, выдалась холодной. Погода была обусловлена смещением антициклона из района Обской губы на юг Западной Сибири, а также возникновением частных циклонов на периферии обширного холодного циклона над Таймырским полуостровом и перемещением их на южную часть Средней Сибири. Особенно холодным оказался октябрь, температура его на $5,3^{\circ}$ была ниже нормы. Осадков выпало больше нормы.

В отдельные годы в сентябре и октябре может выпасть осадков в 2—2,5 раза больше нормы, при этом осень чаще всего бывает холодной. В начале октября средняя суточная температура переходит через 5°C , а 20 октября отмечается устойчивый переход через 0°C . В октябре в среднем бывает 10 дней, когда температура ночью отрицательная, а днем положительная.

Температура поверхности почвы осенью понижается на 9 — 10°C и составляет в сентябре 11°C , а в октябре 1°C .

Количество осадков в осенние месяцы, по сравнению с летними, убывает (см. табл. 43). Общее число дней с осадками,

включая и дни со следами осадков, составляет 41. В сентябре выпадают в основном жидкие осадки, твердые (снег) и смешанные (снег с дождем) осадки выпадают не ежегодно. В октябре в среднем уменьшается число дней с дождем до 6, а число дней со снегом и смешанными осадками увеличивается до 10.

Осенью преобладают слабые осадки. Осадки более 5 мм за сутки выпадают редко, всего пять дней за сезон. Еще реже выпадают осадки более 10 мм. Продолжительность осадков осенью, по сравнению с летом, увеличивается вдвое.

Относительная влажность воздуха осенью повышается, вследствие этого увеличивается число пасмурных дней.

Первый снежный покров в среднем появляется 16 октября. В отдельные годы эта дата отклоняется от средней на 20—30 дней в ту и другую сторону. Самая ранняя дата появления снежного покрова отмечена 15 сентября 1907 г. Однако снег, выпавший в сентябре, чаще всего сходит.

Осенью, так же как и в другие сезоны года, преобладают юго-западные и южные ветры. Скорость ветра увеличивается до 2,8 м/с в сентябре и 3,9 м/с в октябре.

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

7.4. Зима

Погодные условия зимы в Западной Сибири обусловлены активизацией азиатского центра действия атмосферы, способствующего формированию отрицательной аномалии температуры воздуха. Наряду с этим довольно часто устанавливается зимой западно-восточный перенос воздуха, в связи с чем рассматриваемая территория находится под влиянием потока воздуха с Атлантики. С этим процессом связана большая часть зимних осадков.

Начало зимы совпадает со средней датой образования устойчивого снежного покрова (1 ноября) и перехода средней суточной температуры воздуха через -5°C в сторону понижения (2 ноября). Концом зимы считается дата разрушения устойчивого снежного покрова (10 апреля) и перехода средней суточной температуры через -5°C в сторону повышения (3 апреля). Продолжительность периода составляет в среднем 155—160 дней. В отдельные годы даты наступления и окончания зимы значительно отклоняются от средних. В конце второй декады октября средняя суточная температура воздуха в городе устойчиво переходит через 0°C и становится отрицательной, хотя дни с положительной температурой встречаются довольно часто. Этот период вторжений холодных воздушных масс и образования неустойчивого снежного покрова называют предзимьем. В

Таблица 106

Повторяемость (%) периодов предзимья различной продолжительности

Продолжительность, дней	0	1—5	6—10	11—20	21—30	31—40
Повторяемость, %	27	5	7	32	23	6

Новосибирске этот период составляет в среднем 15—20 дней (табл. 106). Самое продолжительное предзимье (38 дней) было в 1963 г. Нередки годы, когда предзимье отсутствует (1912, 1937, 1950, 1953 гг.).

Увеличение температурных контрастов и в связи с этим усиление циклонической деятельности зимой приводит к более резкой смене погоды по сравнению с теплым периодом. Ясная и морозная погода нередко сменяется теплой и пасмурной. От ноября к декабрю происходит значительное понижение температуры воздуха, достигающее 8°C . 16 ноября средняя месячная температура воздуха переходит через -10°C , 1 декабря — через -15°C (рис. 46).

Температура воздуха зимой в городе составляет в среднем -15°C . В отдельные годы в зависимости от особенностей атмосферной циркуляции средняя месячная температура значительно отклоняется от многолетней. Наибольшие колебания наблюдаются в центральные зимние месяцы: от $18,5^{\circ}\text{C}$ в декабре до $20,5^{\circ}\text{C}$ в феврале.

При частых и длительных вторжениях арктического воздуха возможны довольно суровые зимы. Например, зимой 1968-69 г. средняя температура воздуха составила -22°C , что на 7° ниже нормы. Особой суровостью отличались январь и февраль, средняя месячная температура которых была ниже нормы на $11-12^{\circ}$. В отдельные дни этого периода температура опускалась до -45°C . Суровой зиме 1968-69 г. предшествовала холодная осень. Средняя температура сентября и октября была также ниже нормы. В конце сентября выпал снег, но растаял. Устойчивый снежный покров установился 20 октября. Постепенно, нарастая к концу зимы, он достиг высоты 72 см. В эту зиму насчитывалось более 40 дней с температурой воздуха ниже -30°C , при этом в течение 10 дней температура воздуха не поднималась выше -40°C . Отрицательная аномалия температуры воздуха зимой 1968-69 г. связана с мощным вторжением арктического воздуха в антициклонах, перемещавшихся с Баренцева моря и севера ЕТС, а также смещением антициклонов на Западную Сибирь из районов Таймыра и нижнего Енисея и влиянием отрога азиатского антициклона на территорию юго-востока Западной Сибири.

В отдельные зимы возможна положительная аномалия температуры воздуха. Примером теплых являются зимы 1913-14, 1961-62 и 1964-65 гг. Для зимы 1964-65 г. характерно преобладание широтной циркуляции. Циклонические образования пере-



Рис. 46. Зима в Новосибирске. Парк «Бугринская роща». Фото В. П. Ткаченко.

мещались в Западную Сибирь из районов Исландии и Скандинавии. Отклонения средних месячных температур составляли 3—5°C. Почти весь ноябрь был теплым. В отдельные дни декабря и февраля средняя суточная температура была выше нормы на 10—15°C, а в январе превышала норму на 20°C. В течение всей зимы наблюдались оттепели, но температура воздуха при этом не повышалась более чем на 1,5°. Зима была многоснежной, к концу зимы высота снежного покрова почти вдвое превысила норму. Следует отметить, что оттепели для Новосибирской зимы нехарактерны. В среднем в декабре и феврале бывает по одной оттепели, а в январе — одна оттепель в 5—6 лет (табл. 107). Наибольшая непрерывная продолжительность оттепелей 1—2 дня. Значительно реже отмечаются оттепели продолжительностью 3—5 дней. В 5% случаев оттепель может продолжаться непрерывно в течение более пяти дней. Обычно максимальная температура при оттепелях не поднимается выше 2°C, но бывают случаи повышения температуры до 5—7°C. Сильная оттепель, наблюдавшаяся зимой 1939-40 г. и непрерывно продолжавшаяся три дня, сопровождалась повышением температуры до 5,3°C, зимой 1948-49 г. дневная температура во время оттепели достигала 6,6°C.

Таблица 107
Число дней *n* с оттепелью

Характеристика	XI	XII	I	II	III	<i>n</i> _{макс}	Год	$\bar{n}$ за зиму	<i>n</i> _{мин}	Год
$\bar{n}$	4,0	0,9	0,3	0,8	3,9	23	1940-41, 1964-65	1,9	1	1923-24
σ	3,6	1,3	0,7	1,3	3,3			2,0		

Относительная влажность воздуха зимой самая высокая, наибольшие ее значения приходится на ноябрь и декабрь (82%). В это время года наблюдается самая большая повторяемость пасмурного неба. В среднем осадки выпадают почти через день. Сумма осадков за зиму в Новосибирске составляет 95 мм. Во все зимние месяцы среднее количество осадков сравнительно небольшое, однако изменения их велики, особенно в декабре. Максимальная сумма за месяц может составлять 119 мм (1946 г.), а минимальная — 1 мм (1967 г.). Суточный максимум осадков не превышает 5 мм. Наибольшую повторяемость зимой имеют слабые (до 2 мм за сутки) осадки. На их долю приходится 65—75% общего числа дней с осадками. Зимние осадки имеют также и наибольшую в течение года непрерывную продолжительность. В декабре она составляет 282 ч. В этом месяце осадков выпадает на 45 мм больше, чем в ноябре, и на 20 мм больше, чем в январе. Непрерывная продолжительность осадков в

феврале на 70 мм меньше, чем в январе, а в марте на 25 мм меньше, чем в феврале. В среднем за зиму непрерывная продолжительность осадков составляет 12 ч.

В начале и конце зимы осадки выпадают в виде дождя и мокрого снега, что составляет 10—15% месячной суммы. С декабря по февраль осадки выпадают в основном в виде снега и составляют 90—95% их месячной суммы. В среднем за зиму наблюдается 87 дней с осадками, средняя их продолжительность за день с осадками около 12 ч. Значительные осадки более 5 мм за сутки выпадают довольно редко, всего три дня за зиму, а осадки более 10 мм вообще маловероятны.

В городе довольно устойчивый снежный покров. Во второй, а иногда и в первой декаде марта его высота достигает максимальной величины.

Средняя скорость ветра зимой в Новосибирске 3—5 м/с, но в отдельные дни, причем ежегодно, она может увеличиваться до 15—20 м/с. Преобладающее направление ветра юго-западное и южное.

Для зимы характерны все атмосферные явления, кроме грозы и града. Метели наблюдаются обычно при усилении ветра и связаны с хорошо развитой циклонической деятельностью и прохождением фронтов. В среднем за зиму в Новосибирске отмечается 47 дней с метелью. В отдельные годы возможны колебания от 10 до 15 дней.

При метелях преобладают ветры юго-западного направления. Наиболее часто метели наблюдаются при скорости ветра 6—9 м/с. Средняя их продолжительность за зиму составляет 400—420 ч, а в день с метелью — около 10 ч.

В каждом зимнем месяце отмечается по три дня с туманом, а в целом за зиму — 14 дней. При этом средняя продолжительность тумана составляет 85 ч; в центральные зимние месяцы продолжительность тумана 15—25 ч.

При чередовании оттепели и мороза наблюдается образование изморози и гололеда.

8. ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОГО КЛИМАТА

8.1. Мезо- и микроклиматические особенности города и его окрестностей

На формирование мезоклимата Новосибирска оказывали влияние (наряду с географическими факторами) антропогенные воздействия, и поэтому оно было неодинаковым на разных этапах развития города.

Истребление лесов на территории города заметно усилило континентальность климата, что сказалось прежде всего на температурном режиме. Весной лес и более поздний сход снежного покрова в нем задерживали прогрев почвы и воздуха. Летом температура воздуха и поверхности почвы также в лесу ниже. Вырубка леса привела к более быстрому и значительному прогреванию воздуха и почвы весной и летом, а осенью — к их интенсивному охлаждению. Несколько уменьшились осадки, увеличился сток воды, смыв почвы, ускорилось развитие оврагов. Их рост способствовал понижению уровня грунтовых вод, высушиванию грунта и почв. Мелкие речки стали пересыхать, а Обь очень сильно засоряться. Уничтожение почти на всей территории города травяного покрова привело к изменению теплообмена в почве, что в свою очередь отразилось и на температурном режиме приземного слоя воздуха. Это одна сторона антропогенного воздействия.

Другая, более существенная, связана с тем, что в городе атмосферный воздух загрязняется пылью и выбросами промышленных предприятий, энергетических объектов, автотранспорта. Наличие большого количества поверхностей высокой поглощательной способности по отношению к солнечной радиации привело и к изменению радиационного баланса городской подстилающей поверхности. Кроме того, в большом городе существенным становится искусственный нагрев воздуха различного рода тепловыделениями, что также влияет на структуру составляющих теплового и радиационного баланса.

В последние годы все больше внимания уделяется исследованию энергетического (радиационного и теплового) баланса деятельного слоя городского ландшафта, как важнейшего физи-

ческого фактора формирования метеорологического режима города. Для крупных городов, расположенных в умеренной зоне, изменения метеорологического режима под влиянием города сводятся к следующему [103]:

а) снижению интенсивности прямой солнечной радиации в среднем на 10—25%, а зимой—до 50% (в основном в нижнем приземном слое воздуха от 50 до 500 м);

б) уменьшению альбедо поверхностей и целых участков городской застройки по сравнению с естественными ландшафтами летом в среднем на 10%, зимой—на 30—40%;

в) снижению радиационного баланса на 10—20%;

г) снижению расхода тепла на испарение, которое в условиях города составляет около 25% испарения в естественных условиях;

д) увеличению температуры воздуха на 1—4°C по сравнению с температурой воздуха окрестностей (это превышение сохраняется до высот 100—200 м).

Среди факторов формирования мезо- и микроклимата современного Новосибирска главными являются загрязнение атмосферы, искусственный нагрев ее городскими тепловыделениями, застройка и благоустройство территории.

На формирование радиационного и термического режимов большое влияние оказывает орография. По этому признаку выделяются: Ключ-Камышинское плато, овраги и выработанные карьеры, пойменные участки Оби, Ини, Тулы и других рек, микроклимат которых формируется не столько под влиянием рельефа, сколько под влиянием акватории упомянутых рек.

На Ключ-Камышинском плато преимущественно в бассейне Плющихи) преобладают склоны южных экспозиций с уклонами более 11° (20%)¹. Участки с уклонами от 6 (10%) до 11° (20%) имеются в различных частях города, но преимущественно на правом берегу р. Ини, в долинах Каменки, Зырянки, Второй Ельцовки и занимают площадь 1647 га (что составляет около 4% городской территории). Почти вся остальная правобережная часть характеризуется крутизной склонов от 3 до 6°. На левобережье преобладают уклоны до 3°, хотя значительными являются участки крутизной от 3 до 6° (рис. 47).

Рельеф, имеющий уклоны более 11° (20%), в пределах городской черты занимает площадь 998 га, что составляет около 2%; участки, занятые оврагами, составляют 3000 га (около 6% территории), а площадь отработанных карьеров равна 260 га (0,5%). Пойменные площадки не превышают 900 га (1,8% всей территории).

Наибольшее влияние на метеорологический режим оказывает рельеф с уклонами более 10° (17,6%). Так, средняя суточная сумма прямой солнечной радиации на южном склоне крутиз-

¹ Крутизна склонов, выраженная в %.

ной 10° может возрастать в два с лишним раза по сравнению с аналогичным показателем на горизонтальной поверхности (табл. 108). Приход тепла на южном склоне той же крутизны

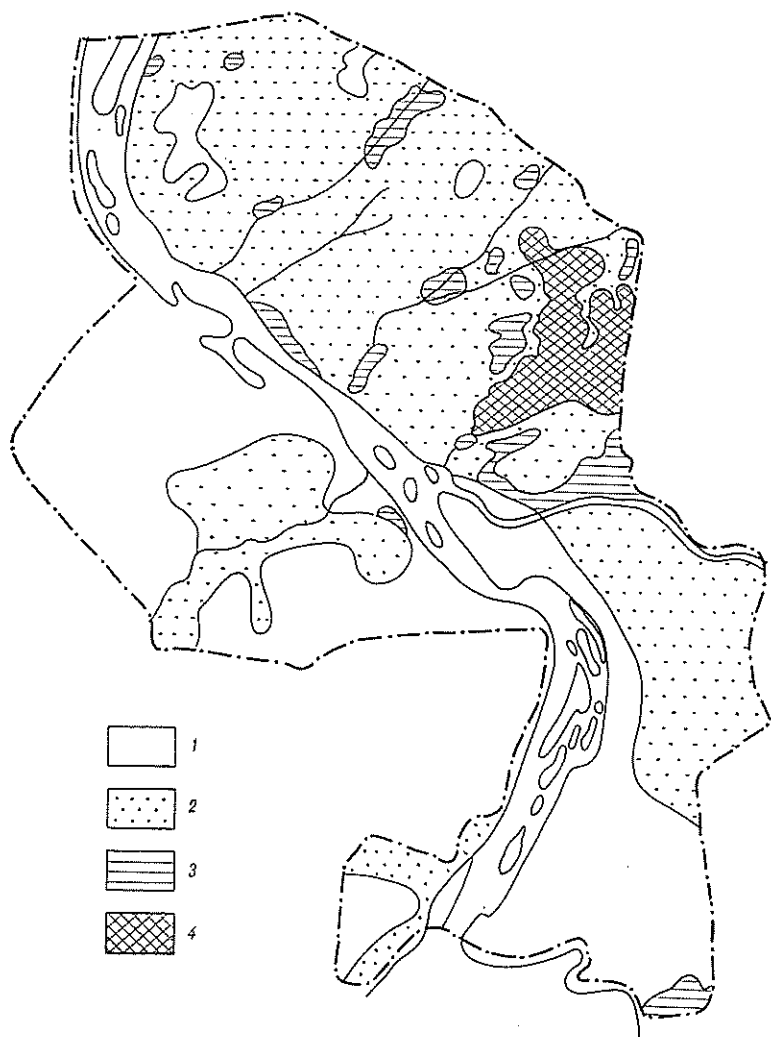


Рис. 47. Рельеф территории Новосибирска.

1 — уклон до 4% ($< 6^\circ$), 2 — уклон от 4 до 10% (6°), 3 — уклон от 10 до 20% (11°), 4 — уклон более 20% (более 11°).

на 15% больше, чем на северном, что находит отражение в изменении даты схода снежного покрова (табл. 109). Разность дневных температур на склонах той же крутизны (в зависимо-

Таблица 108

Отношение средних суточных сумм прямой радиации на склонах крутизной 10° (17,6%) к суммам на горизонтальную поверхность [71]

Месяц	Склон		Месяц	Склон	
	северный	южный		северный	южный
I	0,23	2,01	VII	0,91	1,03
II	0,50	1,47	VIII	0,89	1,10
III	0,70	1,28	IX	0,77	1,18
IV	0,83	1,13	X	0,61	1,40
V	0,89	1,05	XI	0,31	1,65
VI	0,92	1,01	XII	0,15	2,25

сти от экспозиции) достигает весной 3°, осенью 4—5°, а на склонах крутизной 20° (36,4%) — соответственно 5—7 и 9—11°. В окрестностях Новосибирска изменение вегетационного периода может достигать на северных склонах крутизной 10° — 9 дней, крутизной 20° — 18 дней, а на южных склонах соответственно 6 и 12 дней.

Коэффициент изменения скорости ветра на пересеченной местности по сравнению с открытым ровным местом составляет 0,7—1,7 [51]. Так как перепады относительных высот рельефа в городе не превышают 50 м, то изменение скорости ветра на возвышенных наветренных склонах составит не более 30—40% по сравнению с ровным открытым местом.

В оврагах и выработанных карьерах наблюдается сток холодного воздуха, что вызывает понижение ночных температур в долинах и некоторое ее повышение на прилегающих к ним частях водоразделов в районе выхода оврагов или устья рек. Дно оврагов остается относительно теплым за счет хорошего оттока холодного воздуха.

Большую роль в формировании мезо- и микроклимата играет растительный покров парков и скверов. Площадь собственно городских парков составляет от 9,5 (Центральный район) до 166 га (Бугринская роща), а парков, являющихся частью лесных массивов, — от 10 (Первомайский) до 140 га (Заельцовский).

Зеленые насаждения в городской черте занимают 42% территории, а на застроенной части города — 45% ее площади. Известно, что мезо- и микроклиматическое влияние водоемов во многом сходно с влиянием зеленых насаждений, особенно летом. Общая территория поверхности зеленых насаждений и водоемов составляет примерно 50%.

Влияние растительности и водоемов сказывается на изменении таких метеорологических элементов, как температура и влажность воздуха, а также на ветровом режиме и снегозаписах. Известно, что увеличение площади зеленого массива от 0,5 до 200 га приводит к увеличению разностей: для температуры воздуха — от 1,5 до 6,5°, для относительной влажности —

от 2 до 13%. Наибольшие значения разностей наблюдаются в больших зеленых массивах, где в летние жаркие дни температура воздуха понижается на 4—8°. Однако даже большие по площади зеленые массивы оказывают слабое теплорегулирующее влияние на прилегающие территории застройки: в 10 м от зеленых массивов температура воздуха снижается на 2—3°, в 70 м — лишь на 1—1,5° [103].

В условиях умеренного климата для достижения оптимального эффекта достаточно озеленить 50—60% территории застройки; большее озеленение не приводит к существенному изменению термического режима городской застройки.

Теплорегулирующая роль рек летом проявляется на территории, свободной от застройки, на расстоянии до 100 м (снижение до 2°). Застройка прибрежных участков уменьшает это воздействие, а их озеленение (в виде одноярусных продуваемых посадок) — увеличивает. Влияние реки на ветровой режим выражается в усилении ветра на наветренных (до 20%) и ослаблении на подветренных (до 30%) берегах [103].

Совокупность Обского водохранилища и сохраненных лесных массивов объясняет тот факт, что основные метеорологические показатели по Академгородку

Таблица 109

Суммы прямой солнечной радиации [ккал/(см²·мес)] на склонах крутизной 10 (17,6%) и 20° (36,4%) и возможное изменение в датах схода снежного покрова

Температура воздуха, °C	Сумма прямой солнечной радиации				Дата перехода средней суточной температуры воздуха выше через		Изменение даты схода снежного покрова				Средняя температура схода снежного покрова на ровном месте, °C		
	северный склон		южный склон		0°С	10°С	северный склон		южный склон				
												равное место	
	20°	10°	10°	20°									
От 0 до 10	4,5	5,3	6,0	6,5	7,0	15 IV	9 V	22 IV	18 IV	13 IV	8 IV	3 IV	1,6
Выше 10	23,1	26,2	29,0	30,5	32,0	—	—	—	—	—	—	—	—

мало отличаются от аналогичных на загородной метеостанции (летом холоднее на $0,5-1^{\circ}$, зимой теплее на $1,5-2^{\circ}$).

Большое влияние на формирование мезо- и микроклиматических особенностей оказывают застройка и благоустройство. Часть городской территории занята малоэтажной деревянной застройкой с низким уровнем благоустройства, другая часть — многоэтажной каменной с относительно высоким уровнем благоустройства.

Территория, занятая жилым фондом с высоким уровнем озеленения и благоустройства, составляет не менее 20% всей городской зоны, на улицы, дороги и площади приходится не менее 17%, а одноэтажная застройка с низким уровнем благоустройства занимает 30—35% территории. Зеленые насаждения в пределах застройки составляют по площади всего около 7%, поэтому на мезо- и микроклимате больше сказывается влияние зеленых массивов, находящихся в пределах всей городской черты, чем зеленых посадок внутри квартальной застройки.

Искусственные покрытия подстилающей поверхности в городе прогреваются сильнее, чем почва под естественным покровом. Например, красные кирпичные стены и темные асфальтовые поверхности нагреваются до $50-60^{\circ}\text{C}$. Значительному нагреву способствует и малая затрата тепла на испарение, которая в самом городе уменьшается примерно на 20% по сравнению с пригородом. Поэтому температура воздуха в городе выше, чем в окрестностях. Так, температура воздуха в застройке Ленинского, Центрального и Железнодорожного районов летом на $2-3,5^{\circ}$, а зимой на $3-6,5^{\circ}$ выше, чем на метеостанциях, расположенных за пределами города. В последующие годы возможно дальнейшее «потепление» городского климата, что предопределяют: повышение плотности застройки и дальнейшее благоустройство города, изменение характера и высоты застройки, продолжающаяся замена природных поверхностей на искусственные — асфальт и камень, рост энергопотребления. Одно лишь увеличение плотности застройки на 10% повышает среднюю температуру воздуха на $0,2-0,3^{\circ}$ [32]. Согласно генеральному плану развития Новосибирска, средняя плотность жилого фонда должна вырасти как минимум вдвое, а по отдельным, особенно старым районам, еще больше.

Рост энергопотребления повышает температуру воздуха в городе быстрее, чем это происходит за счет вековых колебаний климата [35]. Следовательно, положительная аномалия температуры воздуха антропогенного происхождения будет продолжать увеличиваться.

Большое значение в формировании радиационного режима Новосибирска имеет загрязненность атмосферы. К выбросам промышленных и коммунальных котелен летом присоединяется почвенная пыль с больших территорий малоэтажной, почти неблагоустроенной застройки. В Новосибирске суммарные потери

прямой солнечной радиации за счет сажи и пыли составляют в феврале 22—35%, в июле 20—25%. Утром и вечером потери больше, чем днем, и достигают 35%, что существенно отражается на радиационном и тепловом балансах застроенной территории (рис. 48).



Рис. 48. Средние годовые потери интегрального потока (%) прямой солнечной радиации за счет пылевого фактора.

1 — потери за счет пыли, 2 — потери за счет сажи, 3 — суммарные потери, 4 — городская черта.

Таблица 110

Разница средних суточных температур воздуха при различных типах погоды
(Учебная ГМС — ст. Огурцово)

Тип погоды	Температура, °С			
	I	IV	VII	X
Т — Я	4,8	3,0	1,1	4,2
Т — ПЯ	4,7	—0,1	5,0	0,8
Т — П	8,7	—0,9	0,7	1,6
СВ — Я	3,4	1,2	1,2	0,9
СВ — ПЯ	1,6	7,4	0,8	0,6
СВ — П	4,8	—0,1	0,6	1,3
УВ — Я	—4,6	—1,6	0,3	—
УВ — ПЯ	3,0	1,3	2,7	—0,8
УВ — П	—0,2	0,6	1,1	0,6

Примечание. Т — тихо, Я — ясно, ПЯ — полужасно, П — пасмурно, СВ — сильный ветер, УВ — умеренный ветер.

Городской воздух суше, чем в окрестностях города (летом по относительной влажности на 5—15%).

Для оценки мезоклимата Новосибирска был проведен цикл специальных наблюдений при различных типах погоды в теплый период года (май—сентябрь) (рис. 49, табл. 110). Выявленные мезо- и микроклиматические различия объясняются особенностями подстилающей поверхности. Это относится к участкам, имеющим достаточно крупные зеленые массивы и находящимся вблизи водоемов, а также различающимся орографией, застройкой и благоустройством. Наибольшие различия имеют место между левобережной и правобережной частями города, между собственно городом и Академгородком, между центральными районами и жилыми массивами, расположенными на окраинах, на озелененных территориях и т. д. В городе теплее, чем в пригороде, и это особенно проявляется в ясную погоду.

Различие в температуре воздуха между левобережной и правобережной частями города днем составляет 1—1,5°. При этом более теплым является левобережье, что объясняется, во-первых, генетическими факторами (левобережье — южная лесостепь, правобережье — зона сосновых боров и смешанных лесов) и, во-вторых, сильным антропогенным влиянием (мощная промышленная зона, плотная застройка при малом озеленении и т. д.).

В пределах города на плотно застроенных территориях имеется несколько очагов тепла на открытых площадках. Температурные различия с загородной станцией достигают 4°. Они имеют определенную зависимость от суточного и сезонного температурного хода. При температуре 10—15°С на метеостанции в ранние утренние часы эти различия составляют в среднем 0,3—0,5°, а днем не превышают 2°. При температуре 15—20°С они

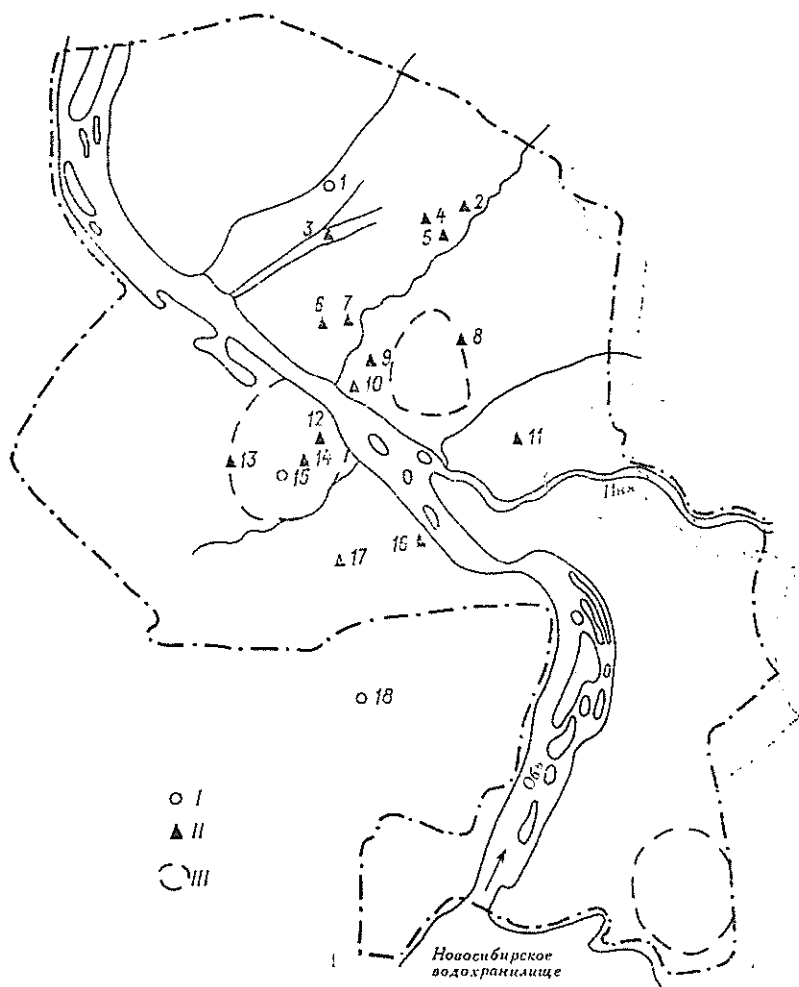


Рис. 49. Схема метеорологических станций и пунктов наблюдений на территории Новосибирска.

1 — филиал метеоцентра, 2 — опергруппа метеоцентра, 3 — площадь им. Калинина, 4 — дом культуры им. Чкалова, 5 — дом одежды, 6 — цирк, 7 — площадь им. Ленина, 8 — сад Мичуринцев, 9 — библиотека, 10 — берег р. Оби, 11 — пединститут, 12 — бровка, 13 — площадь им. Сталиславского, 14 — башня, 15 — ГПУ-7, 16 — Бугры, 17 — площадь им. Кирова, 18 — Огурцово; I — постоянные метеостанции, II — пункты мезоклиматических наблюдений, III — районы микроклиматических наблюдений.

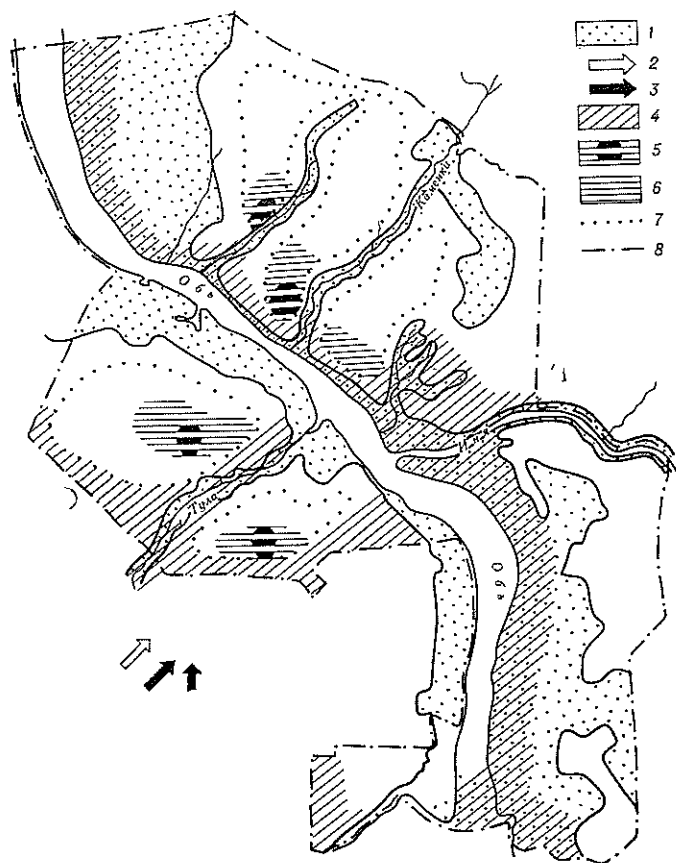


Рис. 50. Термические и ветровые особенности территории Новосибирска (качественная мезо- и микроклиматическая оценка).

1 — существующие зеленые насаждения, лесные массивы и долины рек Оби, Иртыша и их притоков; 2, 3 — направление преобладающих снегопереноса и зимних ветров, 4 — зоны возможного усиления ветра и наибольших скоростей, 5, 6 — наблюдаемые и предполагаемые летние очаги тепла, 7 — зоны наименьшего влияния акваторий и зеленых насаждений, 8 — городская черта.

уменьшаются, составляя $0,2-0,3^{\circ}\text{C}$ (максимум 1°). При возрастании фоновых температур от 20 до 25°C различия вновь увеличиваются и достигают $0,5-2,5^{\circ}$. Наконец, при температурах более 25°C на загородной метеостанции различие составляет $0,3-2^{\circ}$. Таким образом, наибольшие различия в температуре атмосферного воздуха между городом и пригородом наблюдались при температурах $10-15$ и $20-25^{\circ}\text{C}$. Кстати, эти данные подтверждают сделанный ранее вывод о том, что максимальный микроклиматический эффект различных мелиоративных и градостроительных мероприятий достигается при температурах воздуха порядка $20-25^{\circ}\text{C}$, повторяемость которых в летний период днем является преобладающей [60, 64, 65].

С высотой температура воздуха в отдельные дни имеет, как правило, инверсионное распределение (температура с высотой возрастает).

Неоднороден в городе и ветровой режим: увеличивается порывистость ветра, в застроенных и хорошо озелененных местах понижается его скорость (в зависимости от типа застройки в 1,5—3 раза и более), а на открытых участках и в более высоких слоях атмосферы возрастает.

При малых скоростях ветра на опорной метеостанции (менее 1 м/с) в городе отмечается увеличение скорости на 0,4—1,4 м/с, а в отдельных случаях — даже на 3 м/с. Это объясняется температурными различиями, которые предопределяют местные токи воздуха («городские бризы»). При скоростях ветра за городом 1—3 м/с на относительно защищенных участках наблюдается уменьшение, а в открытых местах — возрастание скоростей в среднем на 0,5—2 м/с (максимально на 3 м/с). Это же отмечается при скоростях ветра более 3 м/с на опорной метеостанции с той лишь разницей, что снижение и повышение скоростей ветра было несколько большим (соответственно до 5 и 3 м/с). При возрастании скоростей ветра за городом их снижение на городской территории более значительно, чем повышение.

До высоты 40 м наблюдается возрастание скорости ветра, хотя и незначительное, а к высоте 90 м она возрастала уже в 1,5—2 раза по отношению к ветру на высоте 40 м.

Мезоклиматические особенности территории, расположенной в залесенной местности, определяются выравнивающим действием леса.

Все это позволяет ожидать значительное изменение структуры теплового и радиационного баланса застроенных территорий (потери интегрального потока солнечной радиации могут достигать зимой 22—35%), постоянно увеличивающуюся положительную аномалию температуры воздуха в плотно застроенных районах города (летом до 4°C, зимой до 6,5°C), снижение скорости ветра (в три раза и более), относительной влажности воздуха (летом на 5—15%) (рис. 50).

Повторяемость различных типов погоды в городе и пригороде для отдельных месяцев каждого сезона приведена в табл. 51 приложения.

8.2. Микроклиматические особенности различных типов застройки

Жилая застройка современного города — это прежде всего каменная застройка с большими участками асфальтобетонных и других покрытий высокой поглощательной способности. В застроенных частях крупного города отмечаются такие существен-

ные микроклиматические изменения, аналог которым можно найти в других более южных климатических зонах.

Степень микроклиматического влияния застройки зависит от ее типа, уровня благоустройства и озеленения, а также местоположения в плане города. Объекты натуральных микроклиматических наблюдений в застройке собственно Новосибирска и Академгородка располагались на территории города относительно равномерно, охватывая его характерные районы.

Наблюдения проводились с 1965 по 1975 г. зимой и летом в основных типах застройки — периметральной, полупериметральной и строчной с различным уровнем озеленения, причем зеленые насаждения в Академгородке представляли собой естественные лесные массивы, включенные в застройку (рис. 51).

Для санитарно-гигиенической оценки микроклиматических условий использовались специальные критерии [36, 37, 64]. Кроме того, верхней границей зоны комфорта считалась температура зачерненного шара, равная 39°C , и температура поверхности, равная 46°C .

Значения суммарной солнечной радиации в застройке с малым озеленением и на загородной метеостанции (Огурцово) равны, а в застройке с высоким уровнем озеленения — значительно ниже.

В ясные дни суммарная солнечная радиация в центре дворов с малым озеленением достигала $0,6\text{—}1,5$ кал/(см²·мин), а в застройке с высоким уровнем озеленения Академгородка была равна $0,3\text{—}0,4$ кал/(см²·мин). Увеличивается она обычно у стен юго-восточной экспозиции в полуденные часы. Среди зеленых насаждений на хорошо затененных участках в течение всего дня суммарная солнечная радиация была в 12—15 раз ниже, чем на открытых участках. Количество солнечной радиации, поступающей в застройку с одним и тем же уровнем озеленения, практически совпадает.

Неблагоприятные условия летом создаются при интенсивной прямой солнечной радиации [1 кал/(см²·мин) и более]. Температура воздуха в городской застройке летом, как правило, выше, чем за городом. Однако в строчной застройке с большим количеством зеленых насаждений в отдельные дни она бывает ниже (на $0,4\text{—}1,0^{\circ}$).

Имеются различия и в распределении температуры воздуха между отдельными точками в пределах одного типа застройки. При низком уровне озеленения они проявляются более определенно, чем при высоком. В периметральной и полупериметральной застройках температурные различия между отдельными участками двора более существенны, чем в строчной. Летом эти различия между центром и другими участками в застройке с малым озеленением достигают $1,5\text{—}2,5^{\circ}$, а при высоком уровне озеленения — только $0,7\text{—}1,5^{\circ}$. Зимой, наоборот, в застройке с

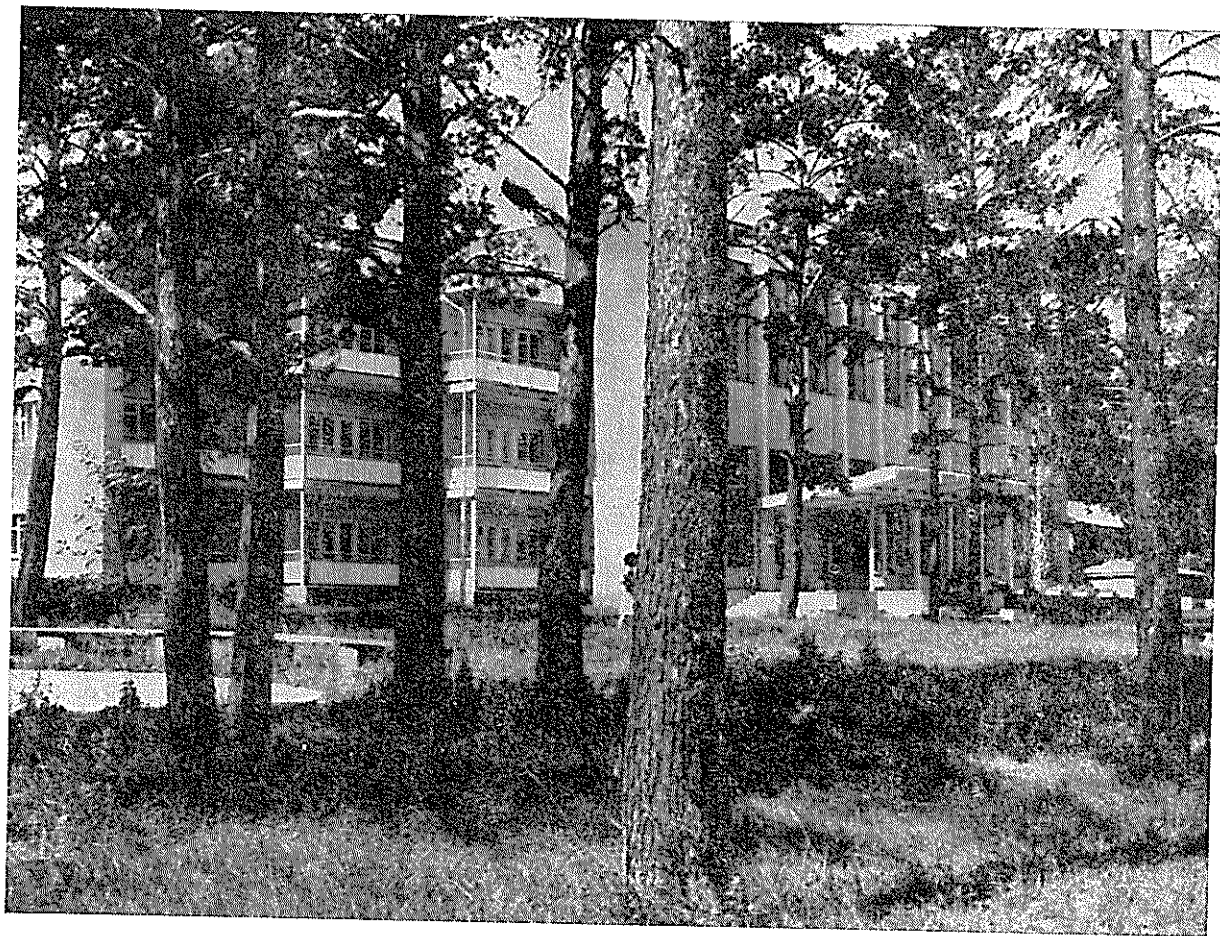


Рис. 51. Застройка Академгородка. Фото В. П. Ткаченко.

большим количеством зеленых насаждений из-за застоя холодного воздуха разница составляет 1,5—5°, а при малом озеленении или без него — лишь 1—2°.

На хорошо озелененных и затененных участках в ясные дни температура воздуха обычно снижается (по сравнению с открытой площадкой) летом на 2,5—4°, зимой на 3—7,5°. При солнечной погоде над асфальтом она выше, чем над газоном, на 4—5°. Температурные различия над газонами зависят от их состояния и могут различаться на 2,5—3°.

Наиболее низкая температура воздуха во всех типах застройки оказывается у стен северо-западной и северо-восточной экспозиций, а самая высокая — у стен, ориентированных на юг. Температурные разности между ними увеличиваются в ясные дни зимой при понижении температуры воздуха до -30°C, а летом по мере повышения температуры до +30°C и составляют 1,5—3,5°C, и только в строчной застройке с высокой степенью сомкнутости крон деревьев летом они не превышают 0,5°.

Летом над асфальтовым покрытием температура воздуха у стен южной экспозиции на 1—4° выше, чем у северной. Такие же различия отмечаются и у стен западной и восточной экспозиций. Изменение температуры поверхностей аналогично изменению температуры воздуха. Температура 46°C и выше отмечается только в городской периметральной застройке с хорошим озеленением и составляет на стене юго-западной экспозиции 12%, на асфальте около нее — 25%, а на стене юго-восточной экспозиции и на асфальте около нее уменьшается в два раза; на оголенной почве в центре двора — 14%, а у частично затеняемой скамейки — 2%. Повторяемость дискомфортной температуры крыши беседки в полупериметральной застройке с малым озеленением Академгородка составляет 10%, а в застройке с высоким уровнем озеленения только 6%.

Значительная разница в температуре поверхностей имеется на точках одной и той же подстилающей поверхности, но с различной степенью инсоляции. Максимальных значений она достигает в ясные дни летом при температуре воздуха 25—30°C, зимой — при усилении морозов до -25°C и ниже. В застройке с малым количеством зеленых насаждений температура асфальтовых покрытий и стен летом превышает температуру таких же затененных поверхностей на 4—18°. В застройке с высоким уровнем озеленения эти различия меньше (не превышают 8°).

Температура асфальтовой дорожки выше, чем на соседнем газоне и затененном покрытии на 4—11°; у стен северо-западной и северо-восточной экспозиции эти различия меньше, чем у южной.

Зимой при температуре воздуха -15°C и выше существенных различий между температурой различно экспонированных стен не отмечается. При прояснении и усилении морозов различия увеличиваются и в полупериметральной застройке дости-

гают 6—11°, в строчной из-за большего воздухообмена эти различия в два раза меньше. Температура поверхности стен выше температуры воздуха на 3—5,5°. Особенно большие различия (до 12—18°) отмечаются в ясные солнечные дни (радиационные оттепели поверхности объекта).

Повторяемость температур стен —25°C и ниже в Академгородке зимой составляет:

— в полупериметральной застройке с малым озеленением при юго-западной экспозиции 17%, а при северо-западной — 24%;

— в полупериметральной застройке с зелеными насаждениями при юго-западной экспозиции 64%, при юго-восточной — 43%, а при северо-западной — 93%.

Относительная влажность воздуха в застройке с малым количеством зеленых насаждений ниже, чем на метеостанции, на 10—15%, а в застройке с высоким уровнем озеленения она выше на такую же величину. В застройке собственно города эти различия выражены сильнее, чем в Академгородке.

Во всех типах застройки изменчивость направлений ветра велика, но тем не менее в большинстве случаев в каждой точке можно выделить преобладающие направления, характерные для них. Господствующее на метеостанции Огурцово направление наибольшую повторяемость имеет только в строчном типе застройки.

Скорость ветра в застройке почти всегда ниже, чем на метеостанции за пределами города. Для каждой точки характерно и определенное постоянство скорости ветра, сохраняющееся дольше при больших скоростях. Так, повышенная скорость ветра наблюдается в центре дворов, в узких разрывах между зданиями, а также у стен домов, расположенных по направлению господствующих ветров. У стен зданий и среди древесно-кустарниковых посадок скорость ветра по сравнению с открытым местом меньше в 1,5—2 раза.

Различия в скорости ветра в застройке четко проявляются при низком уровне озеленения, а при высоком сглаживаются и составляют всего 0,2—0,4 м/с. В полупериметральной и периметральной застройках скорость ветра в 1,5—2 раза меньше, чем в строчной.

Определены и некоторые особенности летнего микроклимата у зданий в зависимости от экспозиции их фасадов. Наибольшие значения показателей микроклимата отмечаются на восточной, юго-восточной, южной, юго-западной и западной экспозициях фасадов, при которых последние продолжительное время облучаются солнцем. Неблагоприятный микроклимат складывается у юго-восточного, южного, юго-западного и западного фасадов зданий. При этих экспозициях имеют место максимальные значения температуры воздуха и поверхностей. Существенные различия наблюдаются на точках, расположенных у различно экспонированных фасадов (север — юг, юго-восток —

северо-запад и т. д.). Несколько меньше эти различия у фасадов с примерно равной продолжительностью инсоляции (юго-запад — юго-восток и восток — запад); тем не менее они достигают по температуре воздуха $2,5^{\circ}$, по температуре поверхностей 12° . Величина этих показателей у восточных и юго-восточных фасадов выше, чем у стен западной и юго-западной экспозиций. По мере изменения условий инсоляции примерно в 14—15 ч наблюдается их равенство; а позднее показатели, наоборот, выше у юго-западных и западных фасадов. В дни, когда солнечная радиация до и после полудня была одинаковой, максимальные значения температуры воздуха и поверхностей отмечаются как раз у юго-западной и западной стен, где средняя температура воздуха здесь также выше.

В самом городе различия метеоэлементов более резко проявляются между строчной застройкой с зелеными насаждениями и без них, чем между периметральной застройкой с различным уровнем озеленения (см. табл. 52 приложения).

Микроклиматическая оценка типов жилой застройки позволила установить, что в самом Новосибирске летом наилучшей является строчная застройка, а зимой — периметральная; в Академгородке — летом предпочтительнее полупериметральная с высоким уровнем озеленения и строчная с малым озеленением, а зимой — полупериметральная с малым озеленением. Наиболее приемлемым типом застройки будет полупериметральная с рациональным озеленением [62, 64].

При температуре воздуха менее 20°C на метеостанции в городе наблюдается в основном такая же температура. При температуре на метеостанции $20\text{—}25^{\circ}\text{C}$ в периметральной и полупериметральной застройке с высоким уровнем озеленения повторяемость температур градации $25\text{—}30^{\circ}\text{C}$ составила 87—100%. Когда же на метеостанции наблюдались температуры воздуха $25\text{—}30^{\circ}\text{C}$, в застройке с высоким уровнем озеленения Академгородка было холоднее на $1\text{—}2^{\circ}$, а в остальных типах застройки отмечались такие же температуры. Если на метеостанции температура была более 30°C , то только в девятиэтажной строчной застройке было холоднее из-за повышенной скорости.

Зимой при температуре воздуха на метеостанции выше -10°C и ниже -25°C в застройке фиксировались идентичные условия. При температуре воздуха от -15 до -25°C в застройке Академгородка было теплее, а в городе — холоднее.

Более значимо различие между типами жилой застройки и метеостанцией по скорости ветра. Летом при скорости ветра на метеостанции менее 1 м/с в застройке Академгородка отмечались в основном такие же скорости, за исключением девятиэтажной строчной. При более высоких скоростях на метеостанции (1—4 м/с) существенное уменьшение этого показателя отмечалось в застройке с высоким уровнем озеленения.

Скорость ветра выше в застройке собственно города, чем Академгородка. При ветре до 2 м/с на метеостанции в застройке центральной части города она выше, при 2—4 м/с—скорость ветра в застройке ниже, за исключением строчной без зеленых насаждений. При ветре более 4 м/с на метеостанции во всех типах застройки Академгородка и города наблюдалось ее резкое снижение.

Зимой в распределении скоростей ветра в застройке Академгородка отмечаются в основном те же закономерности, что и летом. В городе при ветре более 1 м/с на метеостанции существенное уменьшение наблюдается в периметральной застройке.

Зимой при температуре воздуха на метеостанции ниже -30°C и средней скорости ветра более 1,5 м/с в застройке различных типов отмечались значительно лучшие условия, за исключением строчной без озеленения. При температуре воздуха на метеостанции ниже -25°C и скорости ветра более 2 м/с повторяемость таких же условий в полупериметральной застройке с высоким уровнем озеленения составила 25%, в строчной застройке Академгородка — 50%, а в строчной города — около 100%; в остальных застройках было теплее, чем на метеостанции.

Следует особо выделить «выравнивающую» роль леса, окружающего застройку.

Наряду с микроклиматическими наблюдениями на высоте 150 см (уровень взрослого человека) проведены замеры температуры и влажности воздуха на высоте 50 см (уровень детей), что позволяет в какой-то мере характеризовать микроклимат приземного воздушного слоя. Ход метеозаказов на этих двух уровнях подобен. Для высоты 50 см характерны повышенные средние экстремальные температуры. Средняя температура воздуха на 0,5—1,5° выше, чем на высоте 150 см, кроме строчной застройки с озеленением (температура воздуха на 6—7° ниже).

Различия в температуре воздуха между отдельными точками с различной подстилающей поверхностью выражены резче, чем на высоте 150 см. Разность температур между опорной станцией и остальными точками достигает 2—5°. Температура воздуха на хорошо озелененных и затененных участках снижается максимально на 3,5—5°. Относительная влажность воздуха на 10—15% ниже, чем на высоте 150 см. Расчетные эффективные температуры превышают оптимальную на 1,5—9°.

Большую роль в повышении дискомфорта играют подстилающая поверхность и степень открытости участка воздействию солнечной радиации. Тепловое излучение подстилающих поверхностей в период наблюдений достигает 0,35—0,40 кал/(см²·мин), что дает дополнительную тепловую нагрузку на организм ребенка, которая по эффективной температуре составляет 2—5° на газоне и 7—12° на асфальте. Во все сроки суток

и в течение всего периода наблюдений преобладают температуры воздуха более 25°C , что является дискомфортным для детей. Во всех случаях опорные точки находились на детских площадках, которые подвергались инсоляции в течение всего дня. Средняя температура воздуха здесь равнялась $26\text{--}28^{\circ}\text{C}$, а максимум зарегистрирован в 14 ч ($36,3^{\circ}$).

Таким образом, повторяемость неблагоприятных условий на высоте 50 см значительно возрастает. Наибольшая дискомфортность отмечается с 12 до 17 ч. Она создается в основном интенсивной солнечной радиацией и тепловым излучением сильно нагретых горизонтальных и вертикальных поверхностей.

Микроклиматическая оценка различных типов жилой застройки показала, что на уровне 50 см условия перегрева встречаются чаще, так как тепловое излучение резко возрастает при приближении к сильно нагретым поверхностям, а скорость движения воздуха заметно уменьшается, существенно ухудшая проветриваемость. Зимой микроклимат на уровне 50 см смягчается за счет значительного снижения скоростей ветра.

Теоретические исследования и натурные наблюдения (микроклиматические, снегомерные и др.) позволили установить микроклиматический эффект различных типов застройки, ветро- и снегозащитные, а также микроклиматические свойства различных градостроительно-мелиоративных мероприятий и устройств [60, 64].

Ветро- и снегозащита застроенных территорий может быть обеспечена комплексным путем — сочетанием соответствующих приемов застройки и зеленых насаждений, при этом ветро- и снегозащитную роль в основном должны играть специальные зеленые посадки.

При архитектурно-планировочной организации территорий и определении нормы требуемых защитных лесных полос следует исходить из величин ветрозащитной зоны и длины разгона метели, которая для Западной Сибири равна 200—300 м. Наиболее эффективны для ветро- и снегозащиты лесные полосы шириной 12—15 м (просветность 40—50%) с интервалом между ними в 30—40 м.

Ветрозащитное действие ажурных и продуваемых посадок проявляется на расстоянии 3—5 их высот до полосы и 10—15 высот за ней. При прохождении ветрового потока через 2—3 полосы первоначальная скорость снижается до минимальных пределов (на 50—80%). Наибольшее снижение скорости ветра за любой лесной полосой достигается при 10—12 рядах посадок в ней. Дальнейшее увеличение числа рядов не дает ощутимого эффекта.

Установлена микроклиматическая эффективность мелиоративных мероприятий в холодное полугодие, выраженная в качественных и количественных показателях отдельно по ветро- и снегозащите (см. табл. 53, 54 приложения).

Таблица 111

Микроклиматические данные на точках у различно экспонированных фасадов зданий

Показатели	Точки у фасадов, имеющих экспозицию							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Температура воздуха, °С								
средняя	25,4	25,6	26,6	27,0	27,2	27,2	27,5	25,8
максимальная	27,3	29,9	34,2	32,6	35,8	32,6	36,0	30,9
Относительная влажность, %	29—61	25—58	19—82	26—68	27—77	31—70	25—78	22—65
Преобладающие направления и средняя скорость ветра, м/с	В, З (75%)	Ю, З (60%)	Ю (50%)	Ю, ЮВ (50%)	СВ (45%)	ЮЗ (64%)	Ю (50%)	СВ (75%)
на точке у здания	1,5	2,0	1,9	0,4	1,6	0,6	1,6	1,7
в центре двора	ЮЗ (25%) 2,2	СВ (43%) 1,5	ЮВ (40%) 1,8	СВ (43%) 1,5	ЮВ (40%) 1,8	СВ (43%) 1,5	ЮВ (40%) 1,8	СВ (43%) 1,5
Температура поверхностей (в числителе — средняя, в знаменателе — максимальная), °С								
стен	29,4 32,0 30,0	32,5 42,0 33,5	32,8 42,0 36,5	40,0 47,0 40,0	36,0 44,0 37,6	39,0 47,0 40,0	34,3 48,0 37,0	30,7 43,0 32,4
асфальта	33,0 28,8	41,0	47,0 31,1	52,0	48,0 34,6	50,0	48,0 34,0	41,0 29,0
газона	33,0	—	41,0	—	45,0	—	44,0	36,0
Средняя температура воздуха за период наблюдений, °С								
в центре двора	26,4	27,2	27,5	27,2	27,5	27,2	27,5	27,2
на метеостанции	25,2	25,6	26,9	25,6	26,9	25,6	26,9	25,6

Ветрозащитное действие различных застроек зависит от их аэродинамических качеств. За зданием, поставленным поперек ветрового потока, на расстоянии, примерно равном четырем его высотам, образуется зона вихрей и обратных токов, скорость которых может достигать 40% первоначальной, а в центре замкнутых дворов образуются мощные вихревые течения со скоростями, равными 40—50% скорости для открытого места. Фактически при скоростях ветра более 8 м/с ветрозащитная роль этих приемов сводится к минимуму. Микроклиматические особенности термического режима различно ориентированных фасадов, определенные на основе натурных наблюдений, приведены в табл. 111, 112.

Таблица 112

Различия по некоторым микроклиматическим показателям на точках, расположенных у фасадов зданий

Экспозиция точек	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С		
		стены	асфальта	газона
С — Ю	4,0	3,0—10,0	5,0—12,0	4,0—8,0
З — В	1,5—2,5	4,0—12,0	4,0—11,0	4,0—10,0
ЮВ — СЗ	1,5—3,0	4,0—19,0	4,0—18,0	—
ЮЗ — СВ	1,5—3,0	10,0—20,0	4,0—15,0	4,0—8,0
ЮВ — СВ	1,5—3,0	5,0—12,0	5,0—15,0	—
ЮЗ — СЗ	1,5—3,0	4,0—14,0	5,0—15,0	—
ЮЗ — ЮВ	2,0	3,0—7,0	3,0—8,0	—
Ю — З	0,0	2,0—10,0	1,0—12,0	1,0—11,0
Ю — В	2,0	1,0—11,0	1,0—11,0	2,0—11,0

Максимальный микроклиматический эффект от озеленения, фонтанов, искусственного полива и других мелиоративных средств наблюдается при температуре воздуха 25—30°С, относительной влажности 35—60%, скорости ветра 1—3 м/с и интенсивной солнечной радиации [порядка 1,2 кал/(см²·мин)]. В Новосибирске наибольшая повторяемость приходится на солнечные и ветреные дни [64, 65].

Микроклиматическая эффективность мелиоративных мероприятий в слое воздуха на высоте 50 см будет гораздо большей, чем на высоте 150 см; здесь увеличивается повторяемость условий, при которых отмечается максимальный микроклиматический эффект мероприятий и устройств, особенно затенения различных покрытий кронами деревьев и кустарников.

8.3. Краткая характеристика оценки растительности городской и пригородной зоны

В настоящее время городское строительство приняло небывалый размах, поэтому быстрому росту жилищного строительства должны соответствовать и темпы роста зеленого строительства. В связи с этим возникает проблема сохранения существующих зеленых массивов и создания новых, отвечающих требованиям современного города.

Новосибирск и его окрестности получают много солнечного света. Однако термические условия на широте Новосибирска изменчивы. Поздние весенние и ранние осенние заморозки в значительной мере сокращают вегетационный период. Энергия солнечной радиации является главным источником не только тепла, но и основным показателем потенциальной продуктивности климата. Известно, что предел плодородия любого участка земли определяется не только количеством внесенных удобрений и наличием влаги, но прежде всего количеством световой энергии, которую посылает солнце на единицу поверхности. Наибольший практический интерес для целей зеленого строительства представляют данные по радиационному балансу деятельного слоя. Период с положительным радиационным балансом в городе составляет восемь месяцев (см. табл. 15). Переход в радиационном балансе от отрицательных значений к положительным в среднем происходит весной во второй декаде марта, а от положительных значений к отрицательным — осенью, в третьей декаде октября.

Смена знака положительного радиационного баланса на отрицательный осенью означает прекращение вегетации растительности. Наибольшие суммы радиационного баланса приходятся на май, июнь и июль. Эти месяцы вегетационного периода характеризуются и максимумом числа ясных дней (8—12) и суммарного прихода солнечной радиации (14,2—15,3 ккал/см²).

Согласно современным представлениям, растительный покров в процессе фотосинтеза поглощает не весь спектр солнечной радиации, а только физиологически активную его часть, находящуюся в интервале длин волн 0,38—0,71 мкм. Эту область спектра называют фотосинтетически активной радиацией (ФАР). Следовательно, темпы развития растительности и величина возможного урожая будут ограничиваться ресурсами тепла приходящей за вегетационный период фотосинтетически активной радиацией и коэффициентом полезного использования.

В табл. 113 приведены средние многолетние данные приходов энергии ФАР по месяцам, в целом за год, а также за период с устойчивой температурой выше 0, 5, 10, 15°C и за безморозный период.

В годовом ходе максимум месячных сумм ФАР на горизонтальную поверхность приходится на июнь и июль, минимум —

Таблица 113

Средние месячные и годовая суммы энергии ФАР (ккал/см²) за период с различной устойчивой температурой и за безморозный период

ФАР	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя	1,00	2,02	4,20	5,36	6,81	7,35	7,47	5,74	3,84	1,98	1,01	0,68	47,46
Период с температу- рой, °С													
выше 0				2,99	6,81	7,35	7,47	5,74	3,84	1,42			35,62
" 5				0,58	6,81	7,35	7,47	5,74	3,84	0,23			32,02
" 10					3,50	7,35	7,47	5,74	1,88				25,94
" 15						5,90	7,47	4,06					17,43
За безморозный период					2,63	7,35	7,47	5,74	2,14				25,33

на декабрь. Наилучшие условия для развития растительности по световым, а также по тепловым условиям складываются в течение мая—августа.

Пригородную зону Новосибирска следует рассматривать как территорию, обладающую большим биологическим потенциалом для культур с коротким вегетационным периодом. Изменение ресурсов тепла в течение года обусловлено сезонной ритмичностью солнечной радиации. Особенностью термического режима района является сравнительно короткий безморозный период (см. табл. 27). Общепринятым показателем условий произрастания и развития сельскохозяйственных культур является сумма температур за период, в течение которого растения вегетируют.

Сумма температур выше 0°C характеризует период возможной вегетации естественной травянистой и древесно-кустарниковой растительности. Поэтому суммы средних суточных температур выше 0 , 5 , 10 , 15°C и число дней с температурой, превышающей эти пределы, хотя и ориентировочно, можно использовать для характеристики теплообеспеченности вегетационного периода для менее, более и особенно теплолюбивых культур (см. табл. 23, 24 приложения).

Наиболее опасными для теплолюбивых культур, как весной, так и осенью, являются заморозки интенсивностью 0 , -3°C и ниже (см. табл. 28).

Дату перехода температуры через 0°C с 5%-ной обеспеченностью принимают за начало эксплуатации пленочных теплиц с обогревом для выращивания теплолюбивых культур, а при переходе температуры через 5°C с 80%-ной обеспеченностью—без обогрева для выращивания цветочной рассады, холодостойких и овощных культур, а также сева холодостойких декоративных культур и столовых корнеплодов (морковь, свекла) в открытый грунт. Даты перехода температуры воздуха через 10°C весной характеризуют начало сева теплолюбивых культур. Переход температуры воздуха через 0°C осенью означает прекращение всех полевых работ.

При разведении и акклиматизации декоративных древесных и плодовых пород, а также при выращивании овощных культур важное значение приобретают данные о климате почвы.

Оттаивание почвы на глубину 10 см в среднем многолетнем происходит 14 апреля, на 30 см— 22 апреля; в ранние весны эти даты соответственно сдвигаются на 3 и 13 апреля, а в поздние—на 25 апреля и 5 мая (см. табл. 33 приложения). В период оттаивания почва находится в текучем и липком состоянии, препятствующем проведению полевых работ. Даты наступления мягкопластичного состояния почвы значительно варьируют по годам (см. табл. 34 приложения). Переход температуры воздуха через 5°C весной осуществляется почти одновременно с просыханием почвы до мягкопластичного состояния (табл. 114). Про-

гревание почвы до 10°C на глубину 5 см в среднем происходит в первой пятидневке мая, на глубину 10 см — 19 мая; наиболее ранняя и наиболее поздняя даты отмечаются соответственно 9 мая и 6 июня.

Таблица 114

Даты перехода почвы в мягкопластичное состояние весной ранее указанных дат различной обеспеченности на различных глубинах

Глубина, см	Средняя дата	Обеспеченность, %						
		5	10	25	50	75	90	95
0—2	27 IV	17 IV	19 IV	22 IV	27 IV	5 V	12 V	16 V
10—12	29 IV	18 IV	20 IV	23 IV	29 IV	5 V	12 V	17 V

В начальный период жизни растений (от прорастания до появления всходов) решающее значение имеет температура почвы, а не воздуха. Влияние почвенных термических условий сказывается не только в данный период, но и в период вегетации; они определяют во многом длину вегетационного периода, рост и продуктивность растений. Пониженные температуры почвы (ниже 10°C) замедляют появление всходов; корни растут медленно, они слабее ветвятся, сильно утолщаются, приобретают более светлую окраску и более рыхлое строение.

Учитывая важность данного агроклиматического показателя для Новосибирска, определен переход средней суточной температуры почвы через 0, 5, 10, 15 и 20°C на различных глубинах от 5 до 320 см (см. табл. 35 приложения).

Наиболее благоприятные условия для роста корневых систем создаются в слое 0—40 см. Однако следует отметить, что уже на глубине 40 см температура 20°C и выше наблюдается не во все годы, а на глубине 80 см она не наблюдается вообще.

Температура почвы на глубине ниже 80 см находится около нижней границы оптимального роста корневой системы (для большинства сельскохозяйственных культур нижним пределом роста корневых систем является температура 10°C). На глубине 320 см температура почвы только в октябре достигает $8,2^{\circ}\text{C}$. В период активной вегетации растений (май—август) она находится в пределах $3,1$ — $6,8^{\circ}\text{C}$.

К основным неблагоприятным погодным условиям, при которых повреждаются плодово-ягодные насаждения, относятся: продолжительные морозы в течение 30 дней и более за период с минимальной температурой воздуха от -30 до -47°C , сильные морозы при малоснежье, поздние весенние заморозки, летние засухи.

Показателем суровости холодного периода года является средний из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха и почвы на глубине 20 см. Для Новосибирска и его ок-

рестностей он составляет -33°C . Критические температуры, при которых наступает повреждение плодовых почек яблони и вишни, равны $-35\ldots-40^{\circ}\text{C}$, а сливы $-25\ldots-30^{\circ}\text{C}$. Вероятность зим с такими температурами воздуха достигает 50—70%.

Для оценки перезимовки корневой системы плодовых культур исследована температура почвы на глубине 20 см (по данным ст. Огурцово за последние 20 лет). В осенний период корни яблони повреждаются при температуре почвы -6 , -8°C , а зимой — при температуре -12 , -15°C . Вероятность критических температур для корневой системы плодовых культур в окрестностях Новосибирска значительная. Так, в осенний период указанные температуры наблюдаются в 5—11% лет, а в зимний — в 5—20% лет (табл. 115).

Таблица 115

Повторяемость (%) лет с критическими температурами для корневой системы плодовых культур

Месяц	$-6,0$ A	$-6,1\ldots-7,0$	$-7,1\ldots-8,0$	$-8,1\ldots-9,0$	$-9,1\ldots-10,0$	$-10,1\ldots-11,0$	$-11,1\ldots-12,0$	$-12,1\ldots-13,0$	$-13,1\ldots-14,0$	$-14,1\ldots-15,0$	$-15,1\ldots-16,0$	$-16,0$ B
XI	63	11	11	5	5	5	0	0	0	0	0	0
XII	5	5	5	20	10	15	20	5	5	5	5	5
I	0	5	0	10	5	10	20	10	5	10	15	10
II	5	0	5	0	10	15	15	10	15	0	5	20
III	0	10	10	15	10	10	20	5	0	0	10	10
IV	85	5	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0

Период вегетации плодово-ягодных культур начинается с момента перехода температуры воздуха через 5°C . Набухание почек у плодово-ягодных культур происходит в конце апреля—начале мая, цветение в конце мая — начале июня.

Созревание плодов смородины происходит во второй декаде июля, малины — в третьей декаде. Летние сорта яблони созревают в третьей декаде августа, зимние — в середине сентября.

Неблагоприятный фактор в весенний период — заморозки. Наиболее чувствительны к заморозкам цветы, повреждающиеся при температуре -2°C , и завязи — при температуре -1°C . Однако вероятность повреждения цветущих садов заморозками не превышает 20%. Наиболее морозоопасны дно и нижние части склонов широких извилистых долин, менее морозоопасны вершины холмов, верхние и средние части крутых высоких склонов, долины больших рек.

В период цветения и созревания плодов отрицательное влияние оказывают сильные ветры и суховеи. Суховеи наблюдаются в течение всего периода вегетации, но наибольшее число дней с ними приходится на май, июнь и июль.

9. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТА

В санитарно-гигиеническом аспекте представляют интерес не только основные метеозлементы, но и их сочетания, определяющие дискомфортность внешней среды, главным критерием которой является оптимальное психофизиологическое состояние человека.

В соответствии с климатическим районированием территории СССР для строительства [85] Новосибирск находится в I климатическом районе, где природно-климатические факторы, определяющие общность типологических требований к зданиям и сооружениям, характеризуются суровой и длительной зимой, большими объемами снегопереноса, большой продолжительностью отопительного периода, низкими средними температурами воздуха.

Согласно районированию территории нашей страны для типизации жилищ, произведенному ЦНИИЭП жилища [92], город входит в 5-й район (Средняя полоса), характеризуемый холодным, прохладным и комфортным классами погоды, в подрайон 5б с повторяемостью комфортной и теплой погоды, равной 17—32 %, и в III светоклиматический пояс.

По климатическому районированию Крайнего Севера СССР [32], Новосибирск расположен в зоне Б, характеризуемой по воздействию низких температур, ветра и осадков на человека и здания как промежуточной между районами с исключительно неблагоприятными условиями для жизни населения (зона А) и районами Центра и Урала, более благоприятными и заселенными. Комплексное охлаждающее воздействие метеофакторов на тело человека здесь составляет 120—150% показателя для Москвы.

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

Физиолого-гигиеническая характеристика климата разных районов страны [29] позволила разработать санитарно-климатическое районирование СССР, в соответствии с которым Новосибирск относится ко второму типу климата, определяемому

наличием всех трех классов холодных погод, комфортной погоды, теплых и даже жарких погод.

По обобщенному районированию территории страны по природно-климатическим условиям жизни населения [33], Новосибирск находится в зоне обычной трудности (III зона), в подзоне III 3б — Западно-Сибирский лесостепной и степной районы с холодной зимой и теплым летом; повторяемость благоприятных погод для жизни населения составляет 50—60% за год.

Зимняя дискомфортность климата находит отражение в данных по заболеваемости населения Западной Сибири. Заболеваемость, связанная с климатическими условиями (гипотермии и местные холодовые травмы), составляет 118—203% аналогичных данных центрального района Европейской части РСФСР [71].

Санитарно-гигиеническая роль солнечной радиации в жизнедеятельности человека общеизвестна. Наиболее эффективна и ценна ультрафиолетовая часть спектра. Знание этого фактора позволяет правильно нормировать и обеспечивать архитектурно-градостроительными средствами инсоляцию отдельных зданий и территорий, а также разработать мероприятия по рациональному использованию ресурсов светового климата, в том числе и ультрафиолетового, для гелиотерапии и других медицинских целей.

Наибольшей интенсивности, как уже отмечалось выше, прямая и суммарная радиации достигают в летние месяцы при ясном небе — 1,21 и 1,19 кал/(см²·мин), а при обычных средних условиях погоды — соответственно 0,64 и 0,87 кал/(см²·мин). Такая напряженность солнечной радиации при положительных температурах воздуха создает дополнительную нагрузку на терморегуляторный аппарат облучаемого солнцем человека, воспринимаемую им как повышение температуры воздуха на 5—6° (рис. 52) [58, 60].

Континентальность климата способствует тому, что по числу ясных дней и солнечному сиянию, а также по количеству солнечной радиации район Новосибирска превосходит ЕТС на тех же широтах и вполне сопоставим с ее районами, расположенными южнее. Наибольшие различия отмечаются зимой, когда радиационный режим Новосибирска имеет преимущество по всем основным актинометрическим показателям [63].

Для Новосибирска характерно такое годовое распределение солнечного сияния и солнечной радиации, при котором инсоляционный режим зимой считается благоприятным в санитарно-гигиеническом отношении. С октября по март, когда согласно действующим нормам [61] инсоляция в жилых помещениях и на жилых территориях не требуется, продолжительность солнечного сияния равна 543 ч, или 26% годового (см. табл. 13). В этот же период повторяемость непрерывной продолжительности солнечного сияния более 4 ч (условие обеспечения тре-

буемой дозы) достигает 65%. Астрофизические условия зимней инсоляции (продолжительность светового дня, высота солнца и т. п.) также являются удовлетворительными.

Распределение солнечного сияния в течение дня примерно одинаковое (46% в первой половине дня и 54% во второй), на близполуденные 4 ч приходится за год 784 ч солнечного сияния, или 39% годового. С сентября по январь среднее число дней с продолжительностью сияния $\leq 5,0$ ч является наибольшим; в феврале—марте преобладают дни с продолжительностью солнечного сияния от 5 до 10 ч, а с апреля по август — от 10 до 15 ч.

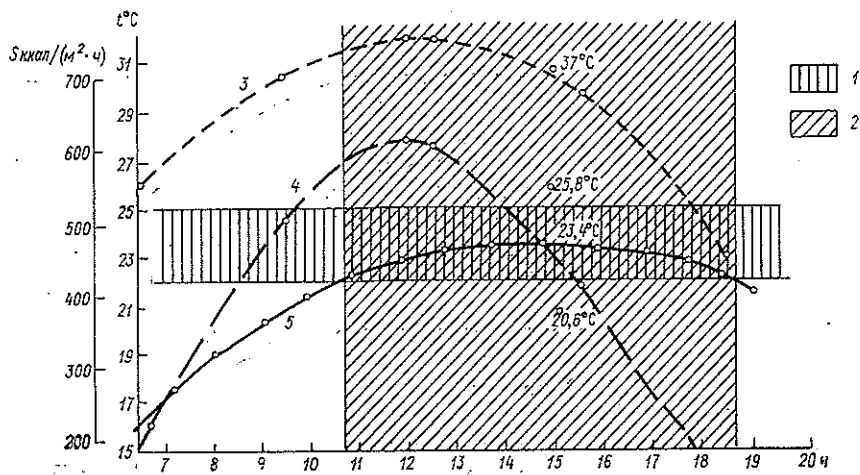


Рис. 52. Суточный ход температуры воздуха и солнечной радиации в июле. 1 — зона комфортной температуры, 2 — период наибольшего нагрева воздуха (открытый участок), 3 — прямая солнечная радиация на перпендикулярную поверхность, 4 — прямая солнечная радиация на горизонтальную поверхность, 5 — температура воздуха.

Инсоляционный режим Новосибирска является в целом благоприятным, однако в летние месяцы интенсивная солнечная радиация и тепловое излучение сильно нагретых поверхностей в городе нередко приводят к существенному перегреву внешней среды. Минимальной нормой инсоляции следует считать требования санитарных норм и правил [82].

Согласно районированию НИИ строительной физики [32, 86], город находится в III светоклиматическом поясе, характеризуемом за весь светлый период средней рассеянной и суммарной освещенностью, равной соответственно 12 и 24 клк; светоклиматический коэффициент равен 1, а продолжительность естественного освещения при критической освещенности 2500 лк составляет 3900 ч, при 5000 лк — 3200 ч, при 7500 лк — 2800 ч и при 10 000 лк — 2500 ч.

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

Основное влияние на организм человека в холодный период года оказывают температура воздуха и скорость ветра. В качестве количественных критериев их санитарно-гигиенической оценки могут быть приняты определенные сочетания температуры и скорости ветра, рекомендуемые разными авторами [22, 60]. Комплексные физиолого-гигиенические и микроклиматические исследования, проведенные в Новосибирске, позволили установить, что зимой дискомфортность отмечается: при температуре воздуха -10°C и скорости ветра 3 м/с и более, при -15°C и 2 м/с и более, при -20°C и 1 м/с и более и, наконец, при 25°C без ветра. Кроме того, при любых температурах предельно допустимой является скорость ветра 5—6 м/с на уровне человека [27, 103].

В крупных населенных пунктах Сибири, в частности в Новосибирске, следует считать дискомфортным и менее жесткие сочетания температуры воздуха и скорости ветра, так как современная одежда сибиряка по своим теплоизоляционным качествам часто не соответствует погодным условиям, что усиливает неблагоприятные воздействия.

При оценке натуральных микроклиматических наблюдений использовался метод приведенных температур кожи лица, учитывающий совместное воздействие низких температур воздуха и скорости ветра [94].

Нормативы режима труда на открытом воздухе в холодное время года определяют число дней, когда по метеорологическим условиям работы прекращаются или предоставляется перерыв для обогрева. Нерабочим считается день с фактической или условной (определяемой по П. И. Арнольди [5]) температурой воздуха ниже -45°C или день с отрицательной температурой при скорости ветра более 15 м/с; днем с перерывом для обогрева — день с фактической или условной температурой воздуха от -30 до -45°C .

В теплое полугодие при перегревных условиях большую роль играет ветер как охлаждающий и аэрационный фактор. Для нормального ветроохлаждения летом требуется ветровой поток небольших скоростей (до 2 м/с на уровне человека); скорость ветра, равная 2 м/с, достаточна и с точки зрения проветривания территории [103].

В соответствии с этими критериями в Новосибирске проведена специальная обработка метеорологических данных, которая позволила выявить дискомфортность зимних условий как по повторяемости определенных сочетаний температуры воздуха и скорости ветра, так и по повторяемости недопустимых

скоростей ветра за три самых холодных месяца (декабрь — февраль)¹ и в очень холодную зиму 1968-69 г. (табл. 116).

Таблица 116

Температурный и ветровой режим в наиболее холодную и наиболее теплую зимы

Месяц	$\bar{t}^{\circ}\text{C}$	Δt	$T_{\text{макс}}$	$T_{\text{мин}}$	Σ	$\bar{v}$ м/с	Δv	$v_{\text{макс}}$	n	τ ч
Холодная зима 1968-69 г.										
XI	-15,2	-6,3	1,7	-37,7	-455,4	6,0	-1,9	16	20	238
XII	-24,0	-7,3	0,6	-45,7	-743,1	4,6	-0,6	14	18	169
I	-30,7	-11,8	-15,5	-46,2	-952,8	4,0	-0,3	10	5	33
II	-28,2	-11,0	-3,6	-46,3	-788,7	4,2	-0,7	16	10	131
III	-14,7	-4,1	-0,2	-32,8	-454,4	4,4	1,8	18	12	80
XI—III	-22,2	-8,1	1,7	-46,3	-3394,4	4,6	-0,3	18	65	651
Теплая зима 1964-65 г.										
XI	-3,8	5,1	5,5	-22,0	-130,1	3,5	0,6	7	6	64
XII	-10,9	5,8	-0,3	-26,3	-337,6	2,8	1,2	7	8	61
I	-16,3	2,6	-2,5	-38,9	-506,3	2,2	1,5	9	8	69
II	-14,1	3,1	0,1	-33,3	-395,6	2,3	1,2	7	2	17
III	-4,5	6,1	4,5	-15,4	-139,8	2,0	2,2	9	2	14
XI—III	-9,9	4,5	5,5	-38,9	-1509,4	2,6	1,3	9	26	225

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

Зимой повторяемость неблагоприятных сочетаний значительна (28 и 32%): утром за счет низких отрицательных температур (-25°C и ниже), днем из-за интенсивной ветровой деятельности (скорость ветра 5 м/с и более). Дискомфортность за три самых холодных месяца самой холодной зимы определяется низкими температурами атмосферного воздуха и значительными скоростями ветра во все сроки наблюдений.

Для установления продолжительности дискомфорта в течение суток проведена оценка погодных условий в самый холодный месяц года [60, 81]. В наиболее холодный январь (средняя месячная температура ниже многолетней) дискомфортные условия наблюдаются в 58% случаев, причем при очень низких отрицательных температурах они достигают 26—39%, а их продолжительность колеблется в среднем от 7 до 13 ч. В относительно нормальный месяц (средняя месячная температура равна многолетней) повторяемость дискомфортных условий увеличивается до 65%; в то же время их продолжительность снижается на 2—5 ч. В относительно теплый январь (средняя

¹ Для санитарно-гигиенических целей достаточно оценивать состояние элементов погоды и их комплексов в 13 ч, так как они по величине интегрального воздействия на человека являются средними для светлой части суток.

месячная температура выше многолетней) повторяемость дискомфортных условий возрастает еще больше и достигает 81% при продолжительности дискомфорта в течение 3—15 ч. Необходимо отметить, что максимальная непрерывная продолжительность дискомфортных условий за счет деятельности ветра равна в холодный январь 9 дням, нормальный — 6, а в теплый — 14 дням.

На открытом воздухе в холодное время года количество нерабочих дней в Новосибирске составляет 4, а дней с перерывом для обогрева — 20; с учетом скорости ветра более 15 м/с за зимний период (ноябрь—март) число нерабочих дней в городе увеличивается до 17 [79]. Число дней с возможным обморожением лица также составляет 17 [94]. Жесткость погоды, рассчитанная по формуле Бодмана по средним месячным данным, во все зимние месяцы превышает критическую величину (3 балла [73]). Сравнительные показатели жесткости погоды приведены в табл. 117.

Таблица 117
Жесткость погоды (баллы)

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

Значительные осадки зимой и интенсивная ветрометелевая деятельность определяют большие снеготаносы, усугубляющие дискомфортность внешней среды. Снегомерные съемки, проведенные в городе, показали, что снеготаноски на улицах, проездах и в застройке кварталов, расположенных у больших снеготаносных бассейнов, в плотном валу могут достигнуть высоты 4—5 м.

Сильные ветры и снегопады являются причиной частых метелей. В результате развитой метелевой деятельности в районе Новосибирска снеготаносимость достигает 400 м³/пог. м [52, 60, 62]. Известно, что при снеготаносках, равных 150—200 м³/пог. м, требуются специальные мероприятия по снегозащите, которые, как правило, должны проводиться в едином комплексе с ветрозащитой.

Ветровой режим и снеготаносимость в районе Новосибирска в санитарно-гигиеническом отношении характеризуются как неблагоприятные; их учет необходим в планировке и застройке города и прилегающих к нему территорий.

С медицинской точки зрения наибольшее значение имеют данные о повторяемости и продолжительности той или иной температуры или ее сочетаний с солнечной радиацией, влаж-

ностью воздуха и скоростью его движения, суточные амплитуды, междусуточная изменчивость и другие показатели.

В соответствии с характеристикой классов погоды момента, разработанной В. И. Русановым [79], погода определяется как мягкая при фактической или условной температуре от 0 до -5°C , умеренно суровая при $-6\ldots-15^{\circ}\text{C}$, суровая при $-16\ldots-29^{\circ}\text{C}$, очень суровая при $-30\ldots-45^{\circ}\text{C}$, крайне суровая ниже -45°C .

В. И. Русанов, характеризуя классы погоды момента для теплого времени года в Западной Сибири, отмечает преобладающее теплоощущение: для класса I — жарко и сухо, для класса II — тепло, для класса III — комфортно, для класса IV — жарко и влажно.

При определении летней дискомфортности имелось в виду, что теплоизоляция одежды соответствует погодным условиям. Однако из-за частой смены погодных условий и резких колебаний суточных температур воздуха люди одеваются теплее, чем нужно, ориентируясь не на самый жаркий, но сравнительно короткий период дня, а на погоду прохладных утренних и вечерних часов. В действительности дискомфортность наступает при более низких температурах, что в свою очередь удлиняет неблагоприятный период дня и года [70]. Это позволяет считать дискомфортными (перегретыми) условиями дни уже при температуре $+20^{\circ}\text{C}$, влажности 20% и более, ветре более 1,5 м/с и интенсивной радиации [порядка 1 кал/(см²·мин)], а класс III погоды момента по преобладающему теплоощущению перевести из зоны комфорта, по крайней мере, в зону тепла.

Используя эти показатели как количественный критерий, можно установить, что даже по средней месячной температуре воздуха умеренно суровая погода в Новосибирске отмечается в ноябре и марте, суровая — в декабре — феврале, а мягкая — только в апреле. Средние месячные условные температуры воздуха, учитывающие совместное действие температуры и ветра, характеризуются с ноября по март как суровые, а в апреле — как умеренно суровые.

По режиму минимальных температур крайне суровые условия погоды могут встретиться в ноябре—феврале; очень суровые — в марте, апреле; суровые — в мае, октябре; умеренно суровые — в сентябре; мягкие — в июне и августе (см. табл. 53 приложения).

В формировании микроклиматических условий, особенно летом, большая роль принадлежит радиационному и ветровому факторам. Так, в наиболее теплый июль (средняя месячная температура выше многолетней) дискомфортность на облучаемой солнцем территории возрастает по сравнению с находящейся в тени на 38%, в нормальный месяц (средняя месячная температура равна многолетней) — на 50%, а в относительно холодный (средняя месячная температура ниже многолетней) —

на 87%. Если не учитывать влияние ветра (при наличии специальных ветрозащитных устройств), то дискомфортность на облучаемой солнцем территории увеличится на 11—16 дней.

Перегрев следует ожидать тогда, когда температура воздуха и напряженность радиации достигают своих максимальных значений, при этом важен не вообще максимум, а максимум, равный или более комфортной температуры, который в июле наблюдается с 11 до 18 ч, достигая своих наибольших значений в 14—16 ч. Солнечная радиация на горизонтальную поверхность в это же время превышает 400—600 ккал/(м²·ч).

Как показали натурные наблюдения, особенно большой перегрев отмечается с 11 до 16 ч.

Средняя междусуточная изменчивость температуры воздуха за год характеризуется как переходная, в июле—августе — индифферентная, в сентябре—ноябре и марте—июне — как переходная, а в декабре—феврале — как чувствительная [58, 79, 103]. Повторяемость междусуточной изменчивости, более или равной $\pm 6^{\circ}\text{C}$ (чувствительная и раздражающая), за три самых холодных месяца составляет 28%, а за три самых теплых — всего 4%. Ее повторяемость более или равной $\pm 4^{\circ}\text{C}$ (переходная и главным образом чувствительная) за те же периоды достигает соответственно 45 и 13%. Не только повторяемость, но и наибольшие из средних величин междусуточной изменчивости температуры воздуха отмечаются зимой.

Согласно районированию территории СССР по междусуточной изменчивости температурного режима [32], город находится в III районе (значительно изменчивый — повторяемость резкой междусуточной изменчивости зимой составляет 20—30% дней в месяц).

Для Новосибирска характерны большие суточные колебания температуры воздуха. Так, средние их амплитуды изменяются с июля по апрель от 7,7 (октябрь) до 11,4 $^{\circ}\text{C}$ (июль) и определяются как ощутимые, а в мае и июне они превышают 12 $^{\circ}\text{C}$ и характеризуются как резкие. Максимальные суточные изменения температуры воздуха равны 21,3 $^{\circ}\text{C}$ в апреле и —30,3 $^{\circ}\text{C}$ в январе и также определяются как резкие [58, 79, 103].

Повторяемость ощущаемых и главным образом резких суточных амплитуд температуры воздуха (10 $^{\circ}\text{C}$ и более) за три самых холодных месяца составляет 40%, а за три самых теплых — 69%. Характерно, что самые высокие суточные амплитуды отмечаются в летний и переходные периоды года, когда человек наименее защищен от воздействия факторов внешней среды.

Наибольшие значения средней суточной амплитуды имеют место при ясном небе, причем разница амплитуд при ясном и пасмурном небе достигает 7,6 $^{\circ}\text{C}$.

Большая суточная и междусуточная изменчивость температуры воздуха при переохлаждении и перегреве создает значи-

тельную дополнительную нагрузку на терморегуляторный аппарат организма человека. Это должно компенсироваться нормированием микроклимата как различных помещений (в первую очередь — жилищ), так и застроенных территорий.

Суточную и междусуточную изменчивость температуры воздуха следует рассматривать как составной элемент изменчивости погоды вообще. Изменчивость погоды в районе Новосибирска составляет в январе 44, апреле — 37, июле — 36 и в октябре — 40% [79]. Влажность воздуха играет существенную роль в формировании благоприятного для человека микроклимата, особенно летом. В соответствии с районированием территории СССР по повторяемости душных погод [32], Новосибирск находится в III районе, где их повторяемость в июле составляет 30—50%. Значительную часть года наружный воздух по показателям влажности характеризуется как сухой, умеренно сухой и умеренно влажный, что является благоприятным, особенно для летних перегревных условий [79, 93].

Значительные атмосферные осадки, преимущественно в теплый период, могут создать дискомфортные условия. Число дождливых дней (с осадками 1 мм и более) в Новосибирске в период с апреля по октябрь превышает 60; из них половина приходится на три самых теплых месяца (июнь — август), составляя 35% всех дней, т. е. практически каждый из трех дней дождливый, а средняя продолжительность выпадения осадков в день с осадками достигает 3—4 ч.

Определенное санитарно-гигиеническое значение имеют такие атмосферные явления, как туман, гроза и град. Туман, как правило, усугубляет загрязненность атмосферного воздуха; гроза и град делают среду дискомфортной, а иногда и опасной. В Новосибирске по повторяемости и продолжительности наиболее существенными следует считать грозы, учет которых необходим при решении градостроительных задач.

Оценка суровости погоды зимой приведена в табл. 55 приложения.

10. ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ВОЗДУХА В ГОРОДЕ

Вопросу исследования загрязнения воздушного бассейна уделяется в последние годы все большее внимание. Проблема обеспечения чистоты атмосферы уже вышла за пределы научных изысканий. Она приобрела важное социальное и государственное значение.

Для борьбы с загрязнением атмосферы используется широкий комплекс мероприятий, среди которых большую роль играют совершенствование технологии производственных процессов и двигателей, герметизация оборудования, являющегося источником вредных веществ, очистка дымовых и вентиляционных газов, разработка более эффективных способов сжигания топлива, используемого промышленностью и транспортом, замена твердого и жидкого топлива природным газом, создание новых типов автомобильных двигателей.

Значительные возможности заключены в рациональном решении градостроительных задач, включая строительство объездных дорог, расширение улиц, создание подземных переходов, озеленение, более широкое использование электротранспорта [12].

Наиболее интенсивное загрязнение воздуха отмечается в крупных промышленных центрах. Городской воздух наиболее загрязнен в областях с неблагоприятными метеорологическими условиями. Активные атмосферные процессы, вызывающие интенсивное турбулентное перемешивание в приграничном слое воздуха, сопровождаемые усилением ветра и осадками, способствуют рассеиванию промышленных выбросов. Малоинтенсивные процессы, наоборот, способствуют накоплению промышленных выбросов в нижнем слое атмосферы и потенциально обеспечивают рост концентраций вредных веществ в атмосфере города. Очевидно, и решение вопросов о нормировании вредных выбросов непосредственно зависит от учета рассеивания их в атмосфере.

Новосибирск — крупный промышленный центр. Здесь имеются предприятия строительных материалов, черной и цветной металлургии, машиностроительной, химической, легкой и пищевой промышленности, тепловые электростанции, отопительные

котельни. Большая часть мелких котелен не имеет очистных устройств. Промышленные предприятия рассредоточены по всей территории города целыми комплексами по обе стороны Оби. Максимальная высота труб предприятий от 80 до 120 м. Лишь небольшое количество предприятий оснащено газопылеулавливающими установками.

Большой вклад в загрязненность атмосферы города вносит транспорт. В городе имеется несколько крупных автохозяйств. Число машин всех видов увеличивается с каждым годом.

Все основные транспортные магистрали Новосибирска очень перегружены. Проезжая часть улиц асфальтирована не полностью, что создает в летний сухой период года дополнительный источник пыли, которую поднимает в воздух каждая машина.

Зеленые насаждения находятся внутри городской застройки и занимают небольшую площадь, всего около 20 км². Лесные массивы расположены за городом на расстоянии 4—6 км от его окраин.

Таким образом, в атмосферу города от предприятий, отопительных систем и транспорта поступают зола, сернистый газ, окись углерода, окислы азота, свинцовые соединения, пары бензина. Помимо этого в атмосферу города поступают специфические вещества, входящие в состав технологических выбросов.

Наблюдения за распространением вредных выбросов промышленности и транспорта по территории Новосибирска силами Госкомгидромета были начаты в 1966 г. Отбор проб воздуха регулярно проводится на постоянных точках в различных районах города. Пункты наблюдения расположены таким образом, чтобы наиболее полно отражать состояние атмосферы каждого района, влияние на нее конкретных промышленных комплексов. Кроме того, периодически проводятся маршрутные наблюдения на наиболее оживленных магистралях, в жилых микрорайонах, определяются концентрации под факелами промышленных предприятий. Наблюдения за распространением вредных примесей по вертикали ведутся с помощью вертолетов.

Как известно [100], на изменение состояния загрязнения воздуха непосредственное влияние оказывают метеорологические факторы, подстилающая поверхность, планировка города и характер размещения жилых и промышленных объектов.

В процессе анализа фактического поля концентраций загрязняющих веществ на территории Новосибирска и хода метеорологических параметров получена некоторая зависимость. Так, при ослаблении ветра до больших высот быстро возрастают концентрации сажи, а содержание окиси углерода (относительно легкого газа) вначале уменьшается, так как накопление ее происходит на некоторой высоте, а увеличивается только в том случае, если малоинтенсивный процесс сохраняется длительное время. Максимальные значения отмечаются, когда после застойно-

го процесса происходит усиление ветра на высотах, и нисходящими движениями воздуха окись углерода опускается к земле.

Установлено, что формирование длительного общего задымления атмосферы в условиях Сибири наиболее вероятно в устойчивом малоградиентном барическом поле при слабых ветрах у земли и пограничном слое (до 1,5 км), при устойчивых приземных инверсиях. Число длительных периодов (не менее суток), когда задымление в Новосибирске отмечалось непрерывно и одновременно на двух-трех станциях, за 10 лет (1956—1965 гг.) составило 166, из которых 42 приходятся на случаи, когда задымление длилось более трех суток. Общая продолжительность задымления составила в сумме за десятилетие 613 суток. Особенно часто длительное задымление наблюдается зимой и весной. В северной и восточной частях города оно бывает чаще при преобладающих юго-западных ветрах порядка 1—7 м/с. В южной части города оно почти равновероятно как при северных, так и при южных ветрах. Особенно большая вероятность задымления Кировского района при безветрии и при слабых ветрах до 3 м/с (табл. 118).

Таблица 118

Повторяемость (%) задымленности районов города в зависимости от направления и скорости ветра

Район	Направление					Скорости, м/с			
	С, СВ	В, ЮВ	Ю, ЮЗ	З, СЗ	Штиль	1—3	4—7	8—11	12
Заельцовский	7	18	71	4	13	36	38	11	2
Дзержинский	7	10	73	10	8	45	39	7	1
Кировский	26	25	30	19	31	54	14	1	0

Наиболее часто высокие концентрации окиси углерода отмечались в тех случаях, когда перенос воздушной массы направлен со стороны транспортных магистралей.

Повышение концентраций окислов азота наблюдалось на многих пунктах при переносе воздушных масс в город с юга и юго-востока.

Повышенные концентрации пыли чаще отмечаются в Заельцовском районе при северных, юго-восточных, юго-западных ветрах, в Дзержинском районе — при юго-восточных ветрах. Повышенные концентрации пыли по всей территории города отмечались в мае 1974 г., когда степень запыленности воздуха, переместившегося из районов Казахстана, усилилась за счет большого количества частичек местной пыли, поднятой сильным ветром.

За отопительный сезон — с сентября 1975 г. по апрель 1976 г. — содержание сажи значительно повысилось при штилях, когда наибольший вклад в загрязненность любого района го-

рода сажей вносят предприятия и местные котельные при отсутствии оттока загрязненного воздуха. Поэтому район Телецентра, от которого котельные значительно удалены, оказался наиболее чистым.

На всех основных улицах города наибольшие концентрации вредных выбросов обнаруживаются при слабом ветре (до 4 м/с) и штиле как у земли, так и на высотах до 1500 м. На магистралях, направленных с юга на север, наибольшие концентрации ингредиентов встречаются при южных, юго-западных ветрах; на улицах, направленных с юго-запада на северо-восток, — при ветрах восточной четверти; на улицах, направленных с северо-запада на юго-восток, — при юго-восточных и северных ветрах.

Выше упоминалось о том, что в пределах города довольно много оврагов, где зачастую скапливаются токсичные выбросы предприятий и транспорта. Специальные серии заборов проб позволили установить, что в оврагах, имеющих сравнительно закрытую котловинную форму, при слабых ветрах на дне обнаруживаются концентрации пыли и окислов азота примерно в 1,5 раза выше, чем на верхних его точках. Сажа и сернистый газ дают почти одинаковые результаты на верхнем и нижнем уровнях. Чем глубже овраг и круче его склоны, тем более вероятно скопление в нем пыли, сажи, окислов азота. Более пологая и открытая форма оврага обеспечивает лучшее проветривание. Наблюдения подтвердили это положение. Участки оврагов, направленные с юго-запада на северо-восток и с юга на север, проветриваются лучше с точки зрения очищения атмосферы и более пригодны для размещения зон отдыха, вольеров для животных и т. д. Хуже проветриваются участки оврагов, направленные с запада на восток и с северо-запада на юго-восток.

Влияние метеорологических условий на загрязнение воздуха проявляется в суточном и годовом ходе концентраций вредных веществ.

Наиболее четко прослеживаются суточные изменения концентраций сажи, для которой характерен ход с ярко выраженными максимумами в утренние и вечерние часы. Это объясняется тем, что ночью радиационное выхолаживание способствует формированию приземных инверсий, сохраняющихся до восхода солнца. Рассеяние выбросов при таких инверсиях ослаблено большой устойчивостью атмосферы. В утренние часы с началом рабочего дня выбросы многих промышленных предприятий и котельных, как правило, увеличиваются, что также способствует росту концентраций сажи. Зимой максимум концентраций сажи приходится на 10 ч, а летом — на 7 ч местного времени. В послеполуденные часы, с усилением ветра и развитием турбулентного перемешивания, загрязнение воздуха сажей снижается до минимума. В вечерние часы вновь наблюдается некоторый рост концентраций сажи, достигающий максимума к 21 ч.

Содержание в воздухе окислов азота и окиси углерода мало меняется в течение суток как в теплый, так и в холодный периоды года. Это вызвано тем, что важным источником примесей является автотранспорт, создающий выбросы почти на уровне земли. Содержание пыли в холодный период года от срока к сроку не изменяется; летом достаточно определенно проявляется рост концентраций во второй половине дня за счет суточного хода скорости ветра.

Содержание сероводорода и сернистого газа, видимо, мало связано с ходом метеозаэлементов в течение суток и в значительной мере зависит от изменения объема промышленных выбросов.

Годовой ход концентрации сажи выражен достаточно определенно. В холодный период года наблюдается выход лаживание приземного слоя воздуха и образование мощных задерживающих слоев в пограничном слое, что способствует накоплению сажи. Увеличение концентраций сажи зимой обусловлено переходом промышленных предприятий на зимний режим работы и началом отопительного сезона, в том числе и индивидуального сектора застройки, отапливаемого углем.

Как показали вертолетные наблюдения, при высоких концентрациях газовых ингредиентов у земли на отдельных высотах обнаруживаются вторичные максимумы. Скачкообразное возрастание концентраций газовых ингредиентов обнаруживается на высотах у нижней границы или внутри слоя инверсии. Максимальные концентрации их на высоте 100, 300, 600 м наблюдаются при средней скорости ветра до 4 м/с, резкое усиление ветра с высотой приводит к уменьшению концентраций. Большая скорость ветра в нижних слоях и уменьшение ее с высотой приводит к тому, что на верхних уровнях концентрации вредных газовых веществ могут возрастать по сравнению с нижними.

Наибольшее содержание пыли на всех уровнях (100, 300, 600, 900 м) наблюдается при средней скорости ветра 6—7 м/с. Видимо, именно такая средняя скорость ветра создает наилучший режим для накопления пыли в пограничном слое. При слабых ветрах (до 5 м/с) высокие концентрации пыли обнаруживаются на уровне 100 и 300 м.

При скорости ветра меньше 5 м/с основная масса пыли удерживается ниже 600 м. Это подтверждается записями наблюдателей, которые отмечали особое ухудшение видимости при полете на высоте 200—400 м в дни, когда средняя скорость ветра была равна 3—5 м/с.

Характер загрязнения 900-метрового слоя атмосферы непрерывно изменяется под влиянием метеорологических процессов, которые способствуют либо накоплению промышленных выбросов на отдельных уровнях и во всем слое, либо их рассеиванию. При этом условия загрязненности воздуха у поверхности земли неразрывно связаны с состоянием всего слоя.

Чем сильнее ветер, тем быстрее и полнее происходит очищение городского воздуха. Напротив, при безветрии над городом появляется плотная пелена дыма и пыльной мглы. Эта пелена ослабляет солнечную радиацию днем и еще больше препятствует земному излучению ночью.

В течение последних лет охране внешней среды со стороны руководителей промышленных предприятий Новосибирска стало уделяться больше внимания, и это не могло не сказаться на состоянии атмосферы города, — содержание многих вредных веществ в нижнем слое воздуха стало снижаться. Снижение концентраций выбросов предприятиями в периоды опасных метеорологических условий способствовало в последние годы понижению максимальных значений концентраций почти всех наблюдаемых ингредиентов.

Усилия контролирующих организаций, промышленных и транспортных предприятий в области охраны атмосферы, проявленные в течение последних лет, дали положительные результаты. Однако проблема охраны окружающей среды все еще остается актуальной и требует к себе в дальнейшем неослабного внимания.

11. ОБ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА НОВОСИБИРСКА

Характерной чертой климата умеренных широт и, в частности, Новосибирска, является частая смена погодных условий. Действительно, погода в Новосибирске очень непостоянна, она резко меняется не только в течение дня и изо дня в день, но и от месяца к месяцу, из года в год. Отклонения температуры воздуха, осадков и других метеорологических элементов от средних многолетних за отдельные годы имеют значительную величину. Однако это не дает оснований говорить об изменении климата. Наоборот, если бы в Новосибирске погода с какого-то определенного времени вдруг стала ровной, устойчивой изо дня в день и из месяца в месяц, если бы один год был похож на другой в течение долгого времени, тогда с полным правом можно было бы сказать, что климат города изменился.

Об изменении климата можно говорить в том случае, если отклонения от средних многолетних норм носят закономерный характер, т. е. когда происходит постоянное увеличение или уменьшение значения того или иного метеорологического элемента в течение ряда лет.

Фактически установить происходящие на земле изменения климата по данным метеорологических наблюдений очень сложно, для этого необходимо располагать достаточно большим периодом наблюдений, порядка исторической эпохи. Заключение о характере климата отдельных эпох можно сделать только на основании летописных источников, археологических раскопок и т. д. Анализ имеющихся рядов метеорологических наблюдений дает основание говорить лишь о колебаниях климата.

Для изучения изменения климата рассматриваются длительные ряды наблюдений по важнейшим метеорологическим элементам и в первую очередь по температуре воздуха и атмосферным осадкам. Ход этих элементов в их сочетании дает возможность хорошо представить характер изменения климата. Особенно важны ряды наблюдений по температуре, так как они являются наиболее надежными и длительными. Осадки сами по себе представляют не меньший интерес, но периоды однородных наблюдений над ними ограничены.

Происходящие из года в год колебания температуры и количества осадков (как и других метеорологических элементов) велики и на первый взгляд малозаконмерны, поэтому для ис-

следования изменений климата пользуются специальными методами. Одним из наиболее распространенных и простых является метод скользящего осреднения.

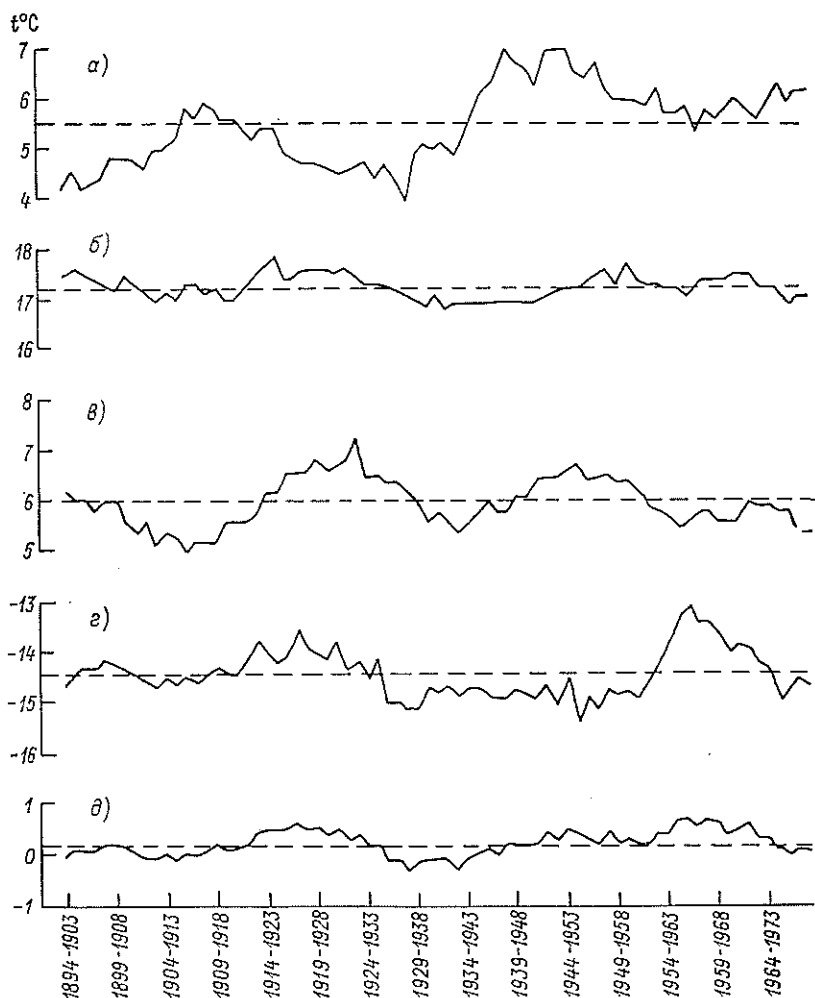


Рис. 53. Вековой ход средней температуры воздуха.
а — весна, б — лето, в — осень, г — зима, д — год.

На рис. 53 изображен вековой ход средней температуры воздуха по сезонам и за год за 80-летний период наблюдений для Новосибирска. Во все сезоны года температура испытывала значительные колебания. Годовой ход температуры воздуха по сравнению с сезонным более сглажен, однако чередование теплых и холодных периодов не совсем равномерное.

Достаточно хорошо проявляется тенденция к понижению температуры с начала наблюдений по 1903 г. В этот период средняя годовая температура была ниже средней многолетней на 0,3—0,5°. С 1903 г. началось небольшое повышение температуры, хотя средняя годовая температура оставалась все еще немного ниже нормы. Наиболее интенсивное потепление началось с десятилетия 1906—1915 гг., в этот период температура повысилась на 0,7°. С 1923 по 1932 г. вновь произошло небольшое понижение (на 0,3—0,5°), а с 1934 г. и по настоящее время температура повышается. Средние годовые температуры в этот период выше средней многолетней на 1° (в десятилетие 1956—1965 гг.).

Наиболее холодными были 1969 г. со средней годовой температурой $-2,0^{\circ}\text{C}$ и 1912 г. с температурой $-1,5^{\circ}\text{C}$. В 1969 г. особенно холодной была зима, а в 1912 г. — лето.

Годовая температура в среднем за последние 10 лет удерживается выше многолетней нормы. Вообще потепление, начавшееся в конце 20-х годов (с десятилетия 1927—1936 гг.), еще не закончилось, в некоторые месяцы температура сравнительно высока. Так, в апреле, ноябре и декабре температура на 1,5—2,5° выше средней многолетней. Кривая хода температуры для зимних месяцев повторяет ее годовой ход, но теплые и холодные периоды зимой выражены резче. В конце 30-х и в 40-е годы наблюдается противоположный ход.

В зимний период с 1923 по 1933 г. очень хорошо прослеживается понижение температуры, средняя температура в этот период на 1,5° ниже средней многолетней нормы. До 1951 г. она продолжала оставаться немного ниже нормы, с 1951 по 1956 г. резко возрастала, а затем опять резко понижалась. Самым теплым в Новосибирске за весь период непрерывных наблюдений было десятилетие 1956—1965 гг. Наибольшие отклонения наблюдались в зимние месяцы (табл. 119). Декабрь, январь, февраль и март были теплыми. Особенно теплыми были зимы 1913-14, 1961-62, 1964-65, 1975-76 гг.

Таблица 119

Средние отклонения температуры воздуха от многолетней нормы за десятилетие 1956—1965 гг.

Месяц . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\Delta^{\circ}\text{C}$. . .	2,3	2,3	1,3	0,5	1,4	0,4	0,8	0,2	0,3	0,4	1,0	2,4	1,1

Тридцатые годы характеризуются понижением температуры по сравнению с двадцатыми, что обусловлено холодными зимами 1930-31 и 1932-33 гг. Кроме того, большое влияние на понижение температуры в этот период оказали холодные январь и февраль 1931 и 1933 гг., январь 1938 г. и декабрь 1936 и 1939 гг.

Если весь 80-летний период метеорологических наблюдений разделить примерно пополам, то окажется, что аномально хо-

лодные зимние месяцы встречаются реже. Например, в первую половину этого периода (1894—1940 гг.) было шесть январей с отрицательными отклонениями температуры от нормы на 6° и более, а в течение 1940—1975 гг. был лишь один такой январь. Повторяемость теплых зимних месяцев, когда отклонение от средней температуры и многолетней нормы составляло 5° и более, примерно одинакова.

Для весны ход температуры аналогичен ее годовому ходу, однако весной изменения температуры более значительны. Начиная с десятилетия 1930—1939 гг., температура почти все время удерживается выше средней многолетней. Самыми холодными были весны в десятилетия 1898—1907 гг. (в первом периоде понижения температуры) и 1925—1934 гг. (в следующем периоде понижения) со средней температурой $4,3^{\circ}\text{C}$, самыми теплыми — весны 30—40-х годов и особенно в десятилетие 1948—1957 гг., когда средняя температура оказалась почти на $2,0^{\circ}$ выше средней многолетней.

Лето на протяжении большей части периода наблюдений отличалось сравнительно ровным ходом температуры, которая была близка к средней многолетней норме, равной $17,4^{\circ}\text{C}$. На этом фоне четко выделялась одна теплая волна с 1916 по 1936 г. Самым теплым в этот период было десятилетие 1927—1936 гг. с температурой на $1,3^{\circ}$ выше средней многолетней нормы. Однако за весь период наблюдений самая высокая температура $23,1^{\circ}\text{C}$ (на $4,7^{\circ}$ выше средней многолетней) была зафиксирована в июле 1969 г., а в целом за лето — в 1965 г., когда температура была на $2,5^{\circ}$ выше средней многолетней.

Вообще теплые летние месяцы в 30-е годы встречались чаще, чем во все другие десятилетия. Осадки в этот период распределялись неравномерно, в среднем их выпало за три летних месяца 187 мм, это в пределах средней многолетней нормы, равной 194 мм. В отдельные годы и месяцы количество осадков сильно менялось. Например, в июне 1938 г. выпало 180 мм осадков, почти в три раза больше месячной нормы, и столько же, сколько выпадает в среднем за все три летних месяца. Июнь 1931 г., как и все летние месяцы этого года, был сухой (осадков выпало всего лишь 20 мм, а за все лето этого года — 46 мм).

Изменение летней температуры показывает, что средние десятилетние температуры удерживаются около средней многолетней нормы, отдельные «холодные годы» всегда возможны и при общем, довольно высоком, уровне температуры.

Ряд летних сезонов был весьма прохладным и влажным. Все месяцы с мая по сентябрь были холодными (1903, 1938, 1946, 1947, 1960, 1971 гг.). Только за летний сезон в эти годы осадков выпало 200% и более годовой нормы. Осень, как и весна, отличается большими колебаниями температуры. Выделяется теплый период в 20—30, 50—60-е годы, когда температура отдельных десятилетий (1918—1927, 1956—1965 гг.) составила $7,4^{\circ}\text{C}$.

В период понижения наиболее холодными были десятилетия с температурой 5,1°С (1903—1912 и 1909—1918 гг.).

Отличительной особенностью всех сезонов последних лет является не систематическое отклонение месячных температур в одну сторону от средней многолетней нормы, а наличие резких отклонений с противоположными знаками. Смена их наступает неожиданно. Так, в 1969 г. после суровой зимы и холодной весны наступила жаркая погода, июнь и особенно июль были очень жаркими. Совершенно иная картина наблюдалась в 1938 г., когда после исключительно теплого апреля (температура была выше нормы на 5°) наступило продолжительное ненастье до конца лета, в том году и осень была холодной.

Значительно отличались между собой зимы 1967-68 и 1968-69 гг. (табл. 120).

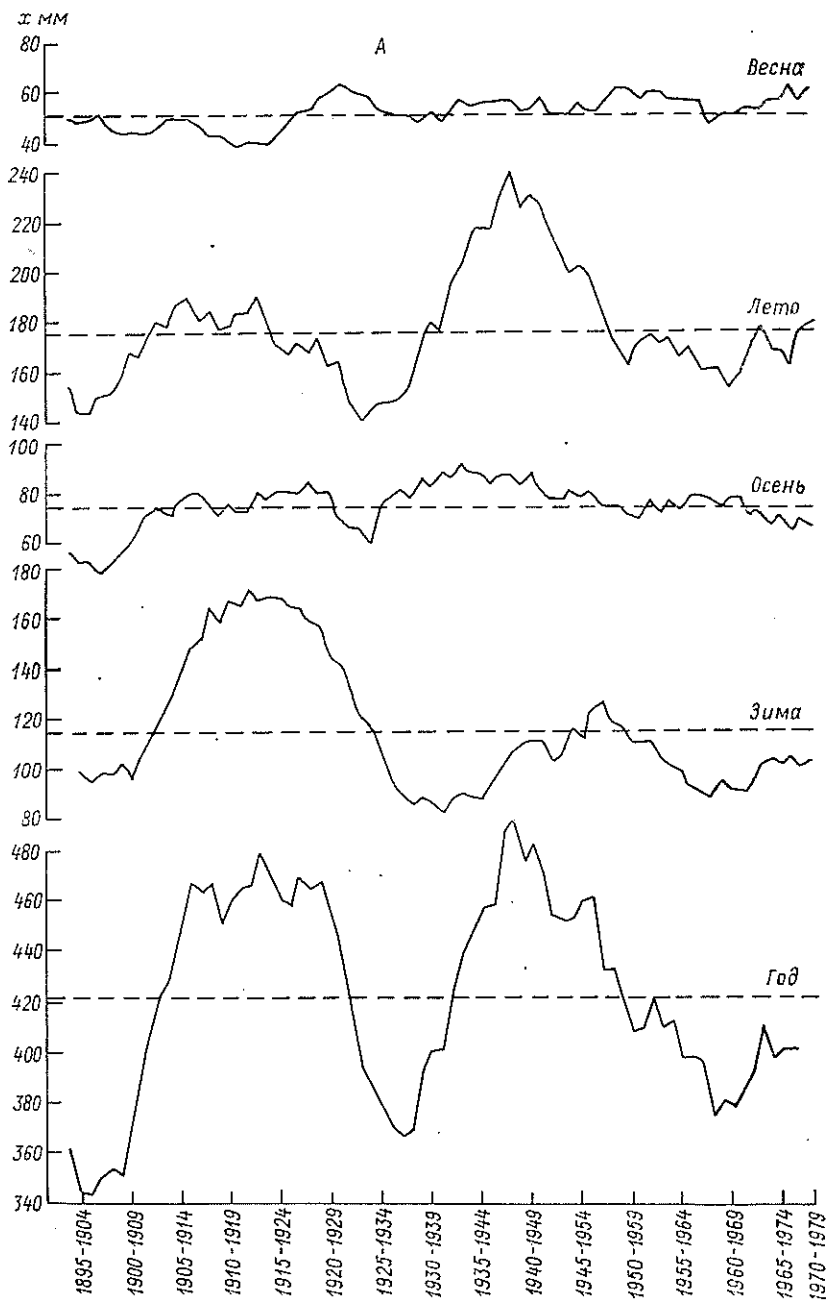
Таблица 120

Отклонение температуры воздуха от средней многолетней

Зима	XI	XII	I	II	III
1967-68	-0,4	5,3	2,0	1,9	7,5
1968-69	-5,6	-7,2	-11,3	-10,7	-3,4

Годовое количество осадков, так же как и температура воздуха, испытывает значительные колебания, амплитуда изменения составляет 510 мм. За период с 1895 по 1902 г. количество осадков за год было ниже нормы в среднем на 60 мм. В 1899 г. наблюдался абсолютный годовой минимум количества осадков (206 мм). С 1903 по 1921 г. осадков выпало в основном больше нормы (исключение составляют 1904, 1905, 1916 и 1918 гг.), в этот период они превышали норму в среднем на 40 мм. На графике годового хода количества осадков (рис. 54) наблюдается почти непрерывный рост их с 1895 г., который замедляется со второй половины десятилетия 1919—1928 гг. В период с 1922 г. по десятилетие 1931—1940 гг. осадков выпадало меньше нормы в среднем на 35 мм. Начавшийся в 1928 г. рост количества осадков продолжался до десятилетия 1938—1947 гг., в 1946 г. наблюдался абсолютный годовой максимум осадков (713 мм). С 1938 г. по десятилетие 1958—1967 гг. достаточно хорошо проявляется тенденция к уменьшению количества осадков. В первую половину периода при постепенном уменьшении годовое количество осадков продолжает удерживаться выше нормы. Начиная с десятилетия 1949—1958 гг. и по настоящее время осадков выпадает меньше нормы в среднем на 40—50 мм.

Характер изменения среднего количества осадков по десятилетиям как для холодного, так и для теплого периодов в большинстве своем аналогичен годовому. Так, например, значи-



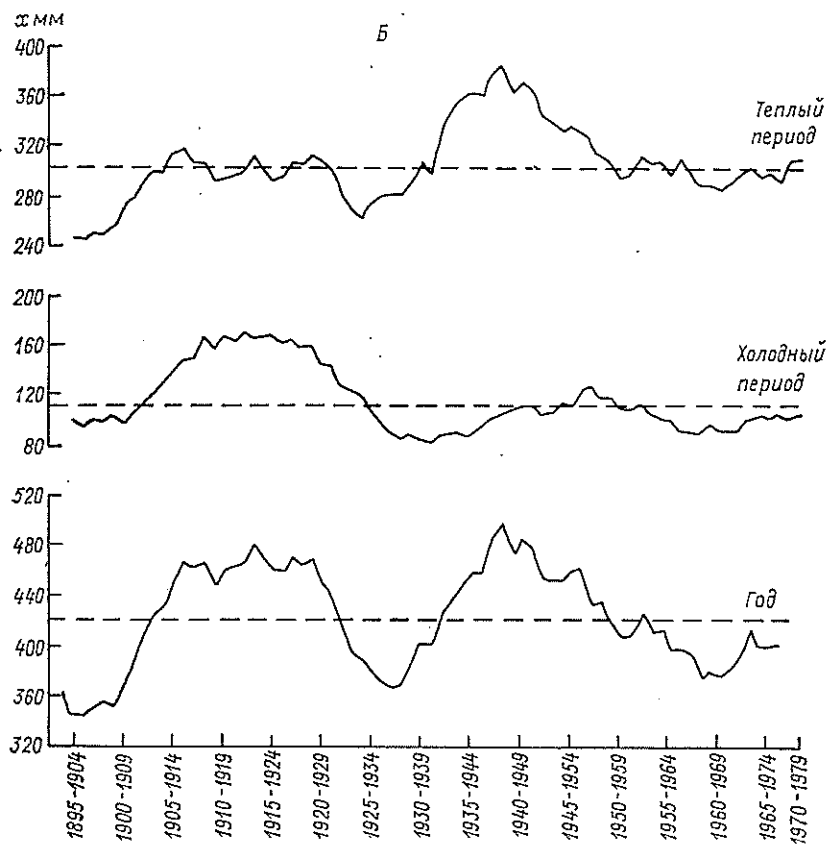


Рис. 54. Вековой ход осадков.

А — по сезонам, Б — за период.

тельное превышение нормы годового количества осадков за период с 1903 по десятилетие 1921—1930 гг. объясняется в основном увеличением осадков холодного периода. Недобор осадков с 1922 г. по десятилетие 1931—1940 гг. и с 1949 г. по настоящее время происходит за счет малого количества осадков как в теплый, так и в холодный периоды.

При сопоставлении графиков годового хода температуры воздуха и количества осадков (рис. 53, 54) по скользящим десятилетиям можно уловить определенную связь между этими элементами. Так, периодам потепления соответствуют периоды пониженного количества осадков, а периодам похолоданий — увеличение их годовых сумм. Причины изменения климата многообразны и сложны. Поэтому и в настоящее время интерес к этой проблеме не ослабевает.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Новосибирской области. — Л.: Гидрометеоздат, 1971. — 154 с.
2. Анапольская Л. Е. Режим скоростей ветра Западной Сибири и Казахстана. — Труды ГГО, 1958, вып. 85, с. 81—101.
3. Анисимова Т. Н. Некоторые особенности суточного хода скорости ветра. — Труды НИИАК, 1966, вып. 37, с. 39—46.
4. Анисимова Т. Н. Расчет характеристик непрерывной продолжительности ветра. — Труды НИИАК, 1966, вып. 37, с. 47—61.
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. Бабкин А. В. Формирование экстремально теплых и холодных осенних месяцев в Западной Сибири и Северном Казахстане. — Труды ЦИП, 1966, вып. 147, с. 138—154.
7. Бартенова О. Д. и др. Режим естественной освещенности на территории СССР/О. Д. Бартенова, Е. Н. Полякова, Н. П. Русин. — Л.: Гидрометеоздат, 1971. — 238 с.
8. Бёер В. Техническая метеорология. Пер. с нем. — Л.: Гидрометеоздат, 1966. — 292 с.
9. Берлянд М. Е., Берлянд Т. Г. Определение эффективного излучения с учетом влияния облачности. — Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1952, № 1, с. 64—78.
10. Берлянд М. Е. и др. Климат города и проблема изменения глобального климата/М. Е. Берлянд, М. И. Будыко, К. Я. Кондратьев. — Метеорология и гидрология, 1973, № 1, с. 3—14.
11. Берлянд М. Е., Кондратьев К. Я. Города и климат планеты. — Л.: Гидрометеоздат, 1972. — 39 с.
12. Берлянд М. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. — Л.: Гидрометеоздат, 1975. — 112 с.
13. Берлянд Т. Г., Ефимова Н. А. Месячные карты суммарной радиации и радиационного баланса территории Советского Союза. — Труды ГГО, 1955, вып. 50 (112), с. 48—82.
14. Бик И. И. Снег в период теплой погоды. — Природа, 1959, № 6, с. 113.
15. Бордовская Л. И., Цибульский А. Е. Повторяемость и скорость смещения циклонов и антициклонов над Западной Сибирью. — Вопросы географии Сибири (Томский гос. ун-т), 1976, вып. 9, с. 22—30.
16. Борисенко М. М., Заварина М. В. Особенности ветрового режима в нижнем слое атмосферы над городом. — Труды ГГО, 1971, вып. 283, с. 12—21.
17. Борисова Е. И. Синоптические условия экстремально холодных и экстремально теплых синоптических сезонов зимы на ЕТС. — Труды ЦИП, 1949, вып. 11(38), с. 135—162.
18. Будыко М. И. Изменения климата — Метеорология и гидрология, 1967, № 11, с. 18—27.

19. Будыко М. И. Изменения климата. — Л.: Гидрометеониздат, 1974. — 280 с.
20. Бургсдорф В. В., Муратова Н. С. Гололедные нагрузки воздушных линий электропередачи в СССР. — Труды ВНИИЭ, 1960, т. 1, вып. 10, с. 7—39.
21. Гербург-Гейбович А. А., Ильин Т. М. Климат—город—человек. — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1974, № 4, с. 48—54.
22. Гигиенические вопросы планировки населенных мест строительства жилых и общественных зданий. Научный обзор. Под ред. Г. И. Сидоренко. — М., 1970. — 120 с.
23. Гольцберг И. А. Микроклимат СССР. — Л.: Гидрометеониздат, 1967. — 286 с.
24. Григорьев А. А., Будыко М. И. Классификация климатов СССР. — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1959, № 3, с. 3—19.
25. Заварина М. В. Строительная климатология. — Л.: Гидрометеониздат, 1976. — 312 с.
26. Заварина М. В. Метод определения максимальных скоростей ветра различной повторяемости на высотах пограничного слоя. — Информационное письмо ГУГМС. М., Гидрометеониздат, 1969, № 17, с. 30—34.
27. Ицкова А. И. К обоснованию гигиенических нормативов ветро-защитных мероприятий. — Гигиена и санитария, 1956, № 9, с. 11—18.
28. Кандрор И. С. и др. Физиологические принципы санитарно-гигиенического районирования территории СССР/И. С. Кандрор, Д. М. Демина, Е. М. Ратнер. — М.: Медицина, 1974. — 176 с.
29. Кац А. Л. и др. Формирование крупных аномалий температуры воздуха на территории СССР в зимние месяцы/А. Л. Кац, Г. И. Морской, В. Г. Семенов. — Труды ЦИП, 1957, вып. 49, с. 3—181.
30. Кириллова Т. В. Сравнительная оценка различных методов определения эффективного излучения у поверхности земли. — Труды ГГО, 1951, вып. 27, с. 8—42.
31. Климат города Горького. Под ред. Т. В. Покровской. — Л.: Гидрометеониздат, 1968. — 210 с.
32. Климат и город. Материалы конференции «Климат, город, человек». — М., 1974. — 152 с.
33. Климат и человек. Вопросы географии. Сб. 89. — М.: Мысль, 1972. — 218 с.
34. Климат Минска. Под ред. М. А. Гольберга. — Минск: Вышэйшая школа, 1976. — 288 с.
35. Климат Москвы. Под ред. А. А. Дмитриева, Н. П. Бессонова. — Л.: Гидрометеониздат, 1969. — 324 с.
36. Ковалева Т. Е. и др. Исследование микроклимата жилой застройки и квартир в летний период в г. Новосибирске/Т. Е. Ковалева, В. М. Пивкин, Л. Я. Школлер. — Труды НИИАК (Новосибирский филиал), 1967, вып. 48, с. 91—96.
37. Ковалева Т. Е. и др. Микроклиматическая оценка различных типов жилой застройки в условиях г. Новосибирска/Т. Е. Ковалева, В. М. Пивкин, Л. Я. Школлер. — Изв. вузов. Строительство и архитектура, 1969, вып. 3, с. 56—61.
38. Коженкова З. П. Циркуляционные условия формирования климата Западной Сибири. — В кн.: 150 лет метеорологической обсерватории Казанского университета. Казань, 1963, с. 85—94.
39. Котлов Ф. В. Изменения природных условий территории Москвы под влиянием деятельности человека и их инженерно-геологическое значение. — М., Изд-во АН СССР, 1962. — 263 с.
40. Кошинский С. Д. и др. Профили статистик распределения скоростей ветра в пограничном слое атмосферы в районе Новосибирска/С. Д. Кошинский, Л. М. Коханова, Л. И. Курыгина. — Труды ЗСРНИГМИ, 1976, вып. 24, с. 55—64.
41. Кошинский С. Д., Курыгина Л. И. Режим ветров по направле-

ниям в пограничном слое на юго-востоке Западной Сибири. — Труды ЗСРНИГМИ, 1976, вып. 24, с. 65—72.

42. Кошинский С. Д., Рудова Л. С. Расчет скоростей ветра малой вероятности по распределению их суточных максимумов и в порывах. — Труды ЗСРНИГМИ, 1976, вып. 25, с. 62—71.

43. Кратцер П. А. Климат города. Пер. с нем. — М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1958. — 240 с.

44. Лебедев А. Н. Климатические закономерности и номограммы. — Л.: Гидрометеониздат, 1971. — 12 с.

45. Лебединский А. Б., Осокина В. Г. Некоторые особенности инверсий температуры воздуха на юго-востоке Западной Сибири. — Труды ЗСРНИГМИ, 1975, вып. 16, с. 108—109.

46. Лиопо Т. Н., Циценко Г. В. Климатические условия и тепловое состояние человека. — Л.: Гидрометеониздат, 1971. — 151 с.

47. Логвинов К. Т. и др. Опасные явления погоды на Украине. /К. Т. Логвинов, В. Н. Бабиченко, М. Ю. Кулаковская. — Л.: Гидрометеониздат, 1972. — 236 с. (Труды УкрНИГМИ. Вып. 110).

48. Мезенцев В. С., Карпацевич И. В. Увлажненность Западно-Сибирской равнины. — Л.: Гидрометеониздат, 1969. — 168 с.

49. Мельник Д. Н. Вопросы проектирования снегозащиты на железных дорогах. — Вестник ВНИИЖТА, 1962, № 1, с. 18—23.

50. Методические указания по производству микроклиматических обследований в период изысканий. — Л.: Гидрометеониздат, 1971. — 270 с.

51. Микроклимат СССР. Под ред. И. А. Гольцберг. — Л.: Гидрометеониздат, 1967. — 286 с.

52. Михель В. М. и др. Переносы снега при метелях и снегопадах на территории СССР /В. М. Михель, А. В. Руднева, В. И. Липовская. — Л.: Гидрометеониздат, 1969. — 203 с.

53. Морозова Э. М. О влиянии рельефа на режим сильных ветров юго-востока Западной Сибири. — Труды ЗСРНИГМИ, 1976, вып. 25, с. 78—87.

54. Мухенберг В. В. Альbedo поверхности суши земного шара. — Труды ГГО, 1967, вып. 193, с. 24—37.

55. Некоторые характеристики метеорологических и аэросиноптических условий задымления в г. Новосибирске /Л. И. Введенская, Т. Г. Володкевич, И. П. Леонтович, И. А. Шевчук. — Труды Новосибирского филиала НИИАК, вып. 48, с. 177—182.

56. Орлова В. В. Климат СССР. Вып. 4. Западная Сибирь. — Л.: Гидрометеониздат, 1962. — 320 с.

57. Оценка природных ресурсов Новосибирской области. — Новосибирск, СО Наука, 1972. — 242 с.

58. Очерки по климатологии курортов. Под ред. Е. М. Байбаковой, Г. Н. Невраевой. — М., 1963. — 256 с.

59. Петрова Н. И. Климат как один из факторов оврагообразования г. Новосибирска. — В кн.: География Западной Сибири. Новосибирск, 1965, с. 157—165.

60. Пивкин В. М. Архитектурно-планировочная организация застройки в условиях Сибири. — М., ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1967. — 98 с.

61. Пивкин В. М. К вопросу о нормировании инсоляции жилой застройки. — Гигиена и санитария, 1968, № 10, с. 87—90.

62. 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.

63. Пивкин В. М. Ориентация жилых зданий в условиях средней полосы Сибири. — М., ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1968. — 73 с.

64. Пивкин В. М., Школлер Л. Я. Вопросы регулирования микро-

- климата в жилой застройке городов Сибири с использованием зеленых насаждений. Пособие для проектировщиков. — Новосибирск, 1970. — 32 с.
65. Пивкин В. М., Школлер Л. Я. Микроклиматический эффект различных мелноративных мероприятий в городской застройке. — В кн.: Планировка и застройка городов. Киев, 1970, вып. 5, с. 29—32.
66. Пивоварова З. И. Радиационный баланс деятельной поверхности и методика его обработки. — Труды ГГО, 1956, вып. 61 (123), с. 22—70.
67. Пивоварова З. И. Характеристика радиационного режима на территории СССР применительно к запросам строительства. — Л.: Гидрометеоздат, 1973. — 128 с. (Труды ГГО. Вып. 321).
68. Покровская Т. В., Бычкова А. Т. Климат Ленинграда и его окрестностей. — Л.: Гидрометеоздат, 1967. — 200 с.
69. Помус М. И. Западная Сибирь. — В кн.: Географические проблемы крупных районов СССР. М., 1964, с. 328—372.
70. Природно-климатическое районирование и проблемы градостроительства. Доклады к конференции «Климат, город, человек». — М.: Гидрометеоздат, 1974. — 163 с.
71. Проблемы биоклиматологии и климатофизиологии. Материалы симпозиума «Климатофизиологические проблемы Сибири и Дальнего Востока». — Новосибирск, 1970. — 333 с.
72. Прокопьева И. П. К прогнозу южных циклонов, перемещающихся на территорию Западной Сибири. — Труды НРГМЦ, 1969, вып. 2, с. 69—72.
73. Пулькис В. А. К вопросу гигиенической оценки природных условий при планировке населенных пунктов. — Омск, 1963. — 311 с. (Труды Омского медицинского ин-та им. Калинина. Вып. 48).
74. Радиационный режим территории СССР/Е. П. Барашкова, В. Л. Гаевский, Л. Н. Дьяченко и др. — Л.: Гидрометеоздат, 1961. — 528 с.
75. Ремизов Н. А. Учебник медицинской метеорологии и климатологии. М.; Л., 1934. 236 с.
76. Рихтер Г. Д. Западная Сибирь. — М.: Изд-во АН СССР, 1963. — 488 с.
77. Рубинштейн Е. С., Полозова Л. Г. Современное изменение климата. — Л.: Гидрометеоздат, 1966. — 268 с.
78. Руднева А. В. Гололед и обледенение проводов на территории СССР. — Л.: Гидрометеоздат, 1961. — 169 с.
79. Русанов В. И. Климатический атлас Западной Сибири для медицинских целей. — Томск, 1971. — 71 с.
80. Рутковская Н. В. Типы предзимий на юго-востоке Западно-Сибирской низменности и их климатическая и погодно-синоптическая характеристика. — В кн.: Гляциология Алтая, 1964, вып. 3, с. 244—252.
81. Санитарно-гигиенические основы градостроительства в Новосибирской области/А. А. Добринский, В. М. Пивкин и др. — Новосибирск: СО Наука, 1974. — 120 с.
82. Санитарные нормы и правила обеспечения инсоляцией жилых и общественных зданий и территории жилой застройки городов и других населенных пунктов, № 1180—74. — М., 1974.
83. Ситникова Т. С. Условия выхода южных циклонов на районы Западной Сибири. — Труды НРГМЦ, 1967, вып. 1 (15), с. 81—89.
84. Справочник по климату СССР. Вып. 20, ч. 1—5. — Л.: Гидрометеоздат, 1965—1970.
85. Строительные нормы и правила. Ч. 2, разд. А, гл. 6. Строительная климатология и геофизика. — М.: Госстройиздат, 1973. — 320 с.
86. Строительные нормы и правила. Ч. 2, разд. А, гл. 8. Естественное освещение. Нормы проектирования. — М.: Госстройиздат, 1973. — 22 с.
87. Тепловой режим зданий и учет климата в строительстве. Тезисы научно-технической конференции. — Владивосток, 1975. — 244 с.
88. Торбина З. В. О прогнозе летних осадков в Новосибирске. — Труды ЗСРНИГМИ, 1975, вып. 15, с. 102—113.

89. Трифонова Л. И. Оценка комплексного воздействия температуры воздуха и скорости ветра на тепловой режим зданий на юго-востоке Западной Сибири. — Труды ЗСРНИГМИ, 1973, вып. 12, с. 73—82.

90. Труды VI совещания-семинара по обмену опытом строительства в суровых климатических условиях. — Красноярск, 1970, вып. 2, т. 3. — 175 с.

91. Тулякова Л. Ф. Гигиенические вопросы планировки и застройки жилых кварталов в различных климатических районах СССР. — В кн.: Отчет НИИ гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана. М., 1962. 120 с.

92. Указания по климатическому районированию для типологии жилища с учетом светового климата и специфики горных районов с картой районирования. — М., ЦНИИЭП жилища, 1971. — 24 с.

93. Ушверидзе Г. А., Кавказидзе Р. П. Основные принципы медикоклиматической классификации горных климатов. — Труды института курортологии и физиотерапии, 1967, т. 27, с. 17—21.

94. Хайруллин К. Ш. Методика оценки зимних погодных условий, дискомфортных для человека. — Труды ГГО, 1973, вып. 303, с. 104—114.

95. Храмцова И. Г. К вопросу о значительных похолоданиях на юго-востоке Западной Сибири. — Труды ЗСРНИГМИ, 1972, вып. 6, с. 110—119.

96. Храмцова И. Г. Метеорологические особенности похолоданий на юго-востоке Западной Сибири. — Труды ЗСРНИГМИ, 1972, вып. 7, с. 93—99.

97. Храмцова И. Г. Метеорологические условия в свободной атмосфере при значительных похолоданиях на юго-востоке Западной Сибири. — Труды ЗСРНИГМИ, 1975, вып. 15, с. 12—20.

98. Цвид А. А. Комплексный учет климата в строительстве на Дальнем Востоке. — Благовещенск—Владивосток, 1967. — 232 с.

99. Шевчук И. А. и др. Из опыта прогнозирования загрязненности атмосферы в Новосибирске/И. А. Шевчук, Л. И. Введенская, Р. Л. Лаврентьева. — Труды ЗСРНИГМИ, 1977, вып. 27, с. 125—129.

100. Шевчук И. А., Введенская Л. И. Численные характеристики метеорологических условий, сопутствующих периодам высокого загрязнения атмосферы в Западной Сибири. Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы в Западной Сибири. Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы. — Сб. докладов на Международном симпозиуме в Ленинграде. Июль 1968 г. Л., Гидрометеониздат, 1971, с. 352—356.

101. Шелейховский Г. В. Естественные санитарно-гигиенические факторы планировки. — В кн.: Планировка и социалистическая реконструкция городов. М.: Л., вып. 2, 1934, с. 48.

102. Шелейховский Г. В. Микроклимат южных городов. — М.: Изд-во АМН СССР, 1948, с. 119.

103. Чернавская М. М. Формирование радиационного и теплового режима городов (обзор). — М., ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1975. 27 с.

104. Ягудин Р. А. О синоптических и аэросиноптических условиях ночных гроз. — Труды ЗСРНИГМИ, 1975, вып. 15, с. 113—120.

105. Ягудин Р. А. О прогнозе шквалов в районе Новосибирска. — Труды НРГМЦ, 1969, вып. 2, с. 101—105.

106. Яркова В. М. Ветры чрезвычайной силы на юге Западной Сибири и Алтайского края. — Третья научно-техническая конференция. Тезисы докладов. Новосибирск, 1966, с. 25—28.

107. Яркова В. М. Синоптические условия и прогноз сильных ветров в районе Новосибирска. — Труды ЗСРНИГМИ, 1969, вып. 3, с. 71—79.

108. Яркова В. М. Метеорологические условия сильного ветра в районе аэропорта Толмачево. — Труды НРГМЦ, 1969, вып. 2, с. 96—100.

ПРИЛОЖЕНИЕ
ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ
2. Особенности атмосферной циркуляции

Таблица 1
Средняя и максимальная скорость ветра (м/с)

Сезон	$\bar{v}$	$\pm \Delta \bar{v}_{\text{макс}}$	$+\Delta v_{\text{макс}}$	$-\Delta v_{\text{макс}}$	$v_{\text{макс}}$	$v_{\text{макс}}$ расчетная
Зима	4,4	0,8	2,1	1,9	20	26
Весна	4,1	0,5	1,4	1,1	18	24
Лето	3,1	0,3	0,9	0,5	18	19
Осень	4,8	0,5	1,3	1,2	18	23
Год	4,1	0,6	1,6	1,3	20	26

Таблица 2
Средняя и наибольшая непрерывная продолжительность τ (ч)
различных скоростей ветра

Скорость ветра, м/с	Весна		Лето		Осень		Зима	
	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$
≤ 2	6,9	35	8,4	46	6,4	33	4,1	106
≤ 4	9,8	35	12,5	46	9,3	33	7,6	106
≤ 5	8,1	17	6,1	13	7,1	19	7,9	31
≤ 8	2,8	17	2,2	11	1,9	17	3,1	31
≤ 12	1,7	5	2,0	8	0,6	13	2,0	9
≤ 16	0,5	1	0,7	1	0,0	0	1,4	3

Таблица 3
Расчетные скорости ветра (м/с) различной обеспеченности

Характеристика	Скорости ветра возможные один раз в			
	1 год	5 лет	10 лет	20 лет
Сезон				
зима	20	23	24	26
весна	19	22	23	24
лето	15	17	18	19
осень	18	21	22	23
Направление				
С, СВ	10	14	15	17
В, ЮВ	12	15	16	18
Ю, ЮЗ	16	19	21	22
З, СЗ	12	16	18	20
Скорость				
максимальная	20	21	23	24
порывы	26	27	30	31

Таблица 4

Средняя скорость ветра (м/с) по направлениям на различных высотах

Месяц	Высота, м	$\overline{v}$	ЮЗ	СЗ	СВ	ЮВ
I	100	7.0	9.2	5.3	6.0	7.5
	200	8.8	11.5	7.2	6.8	9.6
	500	9.8	13.8	9.4	8.1	8.1
	900	10.2	14.4	10.9	7.8	7.8
IV	100	7.2	8.5	6.6	6.8	6.7
	200	8.8	10.9	8.3	8.0	7.9
	500	9.3	12.1	9.4	8.1	7.6
	900	9.0	12.5	9.4	7.6	6.7
VII	100	5.6	5.9	4.9	6.2	5.4
	200	6.7	6.7	5.9	7.3	7.0
	500	7.0	7.7	5.9	7.2	7.3
	900	6.9	7.5	6.1	6.9	7.0
X	100	6.7	8.8	5.9	5.4	6.7
	200	8.2	11.3	7.0	6.2	8.2
	500	9.0	13.2	8.8	6.3	7.5
	900	8.8	12.9	9.5	6.5	6.5
Год	100	6.7	8.1	5.7	6.1	6.6
	200	8.2	10.1	7.1	7.1	8.2
	500	8.9	11.4	8.4	7.4	7.6
	900	8.8	11.8	9.0	7.2	7.0

Таблица 5

Средняя температура и скорость ветра по срокам на высотах
(в числителе — январь, в знаменателе — июль)

Время, ч	Телемачта					Аэрологическая станция				
	Высота, м									
	8	24	40	90	180	14	100	200	300	500

Температура воздуха (°C)

0	-19.8	-19.6	-19.7	-19.5	-18.8					
	15.9	16.3	16.5	16.3	16.9					
3	-20.4	-19.9	-20.0	-20.0	-18.7	-20.1	-19.7	-19.0	-18.5	-17.0
	16.4	16.5	16.6	16.3	17.2	15.1	15.8	16.7	16.8	16.3
6	-19.7	-19.8	-19.8	-19.6	-18.0					
	20.7	20.2	20.1	19.4	19.0					
9	-17.5	-17.9	-18.2	-18.3	-17.0	-19.0	-19.0	-18.6	-18.3	-16.8
	23.6	23.1	23.0	21.6	22.5	22.2	21.1	20.2	19.2	17.3
12	-17.0	-17.2	-17.6	-17.9	-17.0					
	24.0	23.9	24.4	22.8	23.4					
15	-18.3	-18.1	-18.3	-18.3	-17.4	-18.0	-17.8	-17.7	-17.8	-16.9
	23.5	23.8	23.3	22.6	22.7	23.6	22.8	21.7	20.6	18.9
18	-19.1	-18.7	-18.8	-18.8	-17.7					
	19.7	20.2	20.2	19.7	20.3					
21	-19.3	-19.1	-19.2	-19.1	-18.4	-19.1	-18.8	-18.4	-18.0	-16.6
	17.7	18.1	18.3	18.1	18.6	19.8	18.3	18.6	18.5	17.5

Таблица 7

Повторяемость (%) скоростей ветра по градациям в нижнем 200-метровом слое (телемачта)

Высота, м	Нижний предел скорости ветра, м/с									
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27
8	61,0	32,5	5,9	0,56	0,04					
90	18,5	37,5	27,0	12,7	3,3	0,87	0,13			
180	15,0	29,0	25,0	17,5	8,5	3,5	1,0	0,42	0,06	0,02

Таблица 8

Повторяемость (%) скоростей ветра по градациям на высотах пограничного слоя (аэрологическая станция)

Высота, м	Нижний предел скорости ветра, м/с											
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	34
Земля (флюгер)	53,3	31,7	11,2	3,0	0,6	0,2						
100	14,4	31,3	28,1	17,2	6,4	2,1	0,4	0,1				
200	9,7	22,8	24,5	20,4	12,4	6,2	2,5	1,1	0,3	0,07	—	0,03

3. Радиационный режим

Таблица 9

Продолжительность солнечного сияния (сумма за месяц в часах) для стен разной ориентации

Ориентация стен	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
С	0	0	0	7	33	92	87	19	0,4	0	0	0
В	27	48	78	101	128	151	152	119	80	46	24	18
Ю	66	109	167	201	225	210	219	226	169	100	57	46
З	39	60	89	107	130	151	154	126	89	54	33	27

Таблица 10

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

Ориентация стен	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
С	—	—	—	8	18	40	40	14	1	—	—	—
В	22	35	43	48	51	58	58	51	42	28	19	16
Ю	28	40	46	60	71	90	71	68	48	30	23	21
З	32	44	49	51	52	58	58	54	46	33	26	24

Время, ч	Телемачта					Аэрологическая станция				
	Высота, м									
	8	24	40	90	180	14	100	200	300	500

Скорость ветра (м/с)

0	3,1	3,7	4,7	6,1	7,2					
	2,0	2,5	3,3	4,4	5,4					
3	2,9	3,6	4,5	5,9	7,4	3,2	6,9	9,1	10,5	11,3
	2,0	2,4	3,0	4,1	5,4	1,9	5,1	6,3	6,7	6,5
6	3,0	3,7	4,6	6,0	7,6					
	2,3	2,7	3,3	4,0	4,7					
9	3,1	3,9	4,7	6,0	6,8	3,5	7,1	9,4	10,8	11,4
	2,7	3,3	2,9	4,6	5,4	2,9	5,1	5,7	6,1	5,9
12	3,2	4,0	4,8	5,9	6,7					
	2,9	3,4	4,2	4,9	5,7					
15	3,6	4,0	4,9	6,4	7,2	3,4	7,5	9,6	10,9	11,1
	2,5	3,1	3,8	4,5	5,5	2,7	5,3	5,8	6,4	6,2
18	3,2	3,9	5,0	6,5	7,8					
	1,9	2,5	3,3	4,3	5,4					
21	3,0	3,8	4,8	6,4	7,5	3,2	6,9	9,2	10,8	11,3
	1,9	2,6	3,5	4,6	6,0	2,2	5,6	7,1	7,4	7,4

Таблица 6

Повторяемость (%) скоростей ветра по грациям на разных высотах

Период обобщения	Высота, м	Градации скорости, м/с								12	σ
		0—4	5—9	10—14	15—19	20—24	25—29	30—34	>34		
Теплое полугодие	100	35,7	52,8	10,4	1,0	0,05				6,4	3,38
	200	26,6	48,9	19,6	4,2	0,7				7,5	4,38
	500	26,0	46,2	18,4	7,3	1,6	0,4	0,07		8,2	4,87
	900	24,2	46,7	21,3	6,2	1,3	0,3	0,02		8,2	4,62
Холодное полугодие	100	26,2	51,0	19,6	2,9	0,3				7,5	3,89
	200	18,2	39,8	28,6	10,9	2,1	0,4	0,01	0,01	9,5	3,95
	500	16,2	34,5	26,5	14,6	6,6	1,6	0,01	0,1	10,7	6,05
	900	14,5	34,6	27,8	15,1	6,0	1,8	0,2	0,05	11,0	6,0
Год	100	31,2	51,6	15,7	2,1	0,2		0,01		7,0	3,73
	200	22,0	43,6	24,7	8,0	1,5	0,2	0,03	0,01	7,7	4,9
	500	20,2	39,2	23,6	11,4	4,4	1,1	0,1	0,03	9,8	5,7
	900	18,6	39,8	25,0	11,2	4,0	1,2	0,2	0,02	9,8	5,6

Таблица 13

Прямая и суммарная солнечная радиация [ккал/(ч·м²)] на вертикальную поверхность ($\varphi = 54,9^\circ$)¹

Ориентация поверхности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Прямая радиация												
С	0	0	0	2	10	9	11	3	0	0	0	0
СВ	0	2	9	17	35	43	34	21	11	1	0	0
В	9	18	38	42	64	67	59	48	40	13	7	4
ЮВ	38	49	71	63	74	66	63	63	67	31	24	20
Ю	52	67	87	66	62	51	51	60	76	41	32	28
Суммарная радиация												
С	15	34	58	53	68	72	74	54	36	21	18	12
СВ	17	36	67	68	94	106	95	72	47	23	18	12
В	27	52	95	93	123	129	121	99	77	35	25	15
ЮВ	55	83	129	114	133	128	123	114	103	52	42	32
Ю	70	101	145	117	121	113	113	111	112	62	50	40

¹ По З. И. Пивоваровой.

Таблица 14

Средние квадратические отклонения (σ)
месячных и годовых сумм радиации

Месяц	Q (самолписцы)	S' (самолписцы)	B (суточные наблюдения)	B (по самолписцу)
I	0,17	0,17	0,24	0,32
II	0,35	0,36	0,22	0,20
III	0,50	0,58	0,58	0,78
IV	1,02	1,06	0,71	0,92
V	1,33	1,38	0,75	0,98
VI	0,90	0,91	0,51	0,69
VII	1,50	1,73	0,63	0,96
VIII	1,08	1,29	0,64	0,78
IX	0,95	1,04	0,47	0,37
X	0,46	0,50	0,26	0,28
XI	0,25	0,20	0,28	0,28
XII	0,10	0,14	0,20	0,26
Год	4,63	3,88	2,42	3,26

Примечание. Q — суммарная радиация, S' — прямая радиация на горизонтальную поверхность, B — радиационный баланс.

Таблица 11

Возможная дневная продолжительность солнечного сияния (ч мин) на 15-е число каждого месяца
для стен разной ориентации в зависимости от широты места ($\varphi = 54,9^\circ$)¹

Ориентация стен	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ю	7 44	9 44	11 44	11 06	10 12	9 36	9 54	10 42	11 42	10 36	8 26	7 14
С	—	—	—	2 58	5 52	7 44	6 58	4 24	1 06	—	—	—
В, З	3 52	4 52	5 52	7 02	8 02	8 40	8 26	7 33	6 24	5 18	4 13	3 37

¹ По З. И. Пивоваровой.

Таблица 12

Возможная месячная продолжительность (ч) солнечного сияния
для стен разной ориентации в зависимости от широты места ($\varphi = 54,9^\circ$)¹

Ориентация стен	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ю	240	273	364	333	316	288	307	332	351	329	253	224
С	—	—	—	89	182	232	216	136	33	—	—	—
В, З	120	136	182	211	249	260	261	234	192	164	127	112

¹ По З. И. Пивоваровой.

Таблица 20

Повторяемость (%) числа дней с минимальной температурой воздуха в различных пределах

Температура, °C													
от	до	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-54,9	-50,0	0,1										0,1	
-49,9	-45,0	0,3	0,3									0,3	0,1
-44,9	-40,0	2,4	1,8									0,9	3,5
-39,9	-35,5	7,1	5,4	0,6								0,9	6,8
-34,9	-30,0	14,0	16,2	4,3								3,6	8,7
-29,9	-25,0	19,0	18,6	7,0								7,0	13,9
-24,9	-20,0	22,6	20,6	16,0	0,7							10,6	21,3
-19,9	-15,0	18,4	19,0	25,5	5,6							15,7	18,4
-14,9	-10,0	10,8	14,2	21,3	7,6						0,9	3,0	16,1
-9,9	-5,0	5,0	3,1	17,5	17,0	1,2					14,0	24,0	9,7
-4,9	0,0	0,3	0,8	7,2	40,3	16,8	0,4		0,1	0,4	41,5	16,3	1,6
0,1	4,9			0,6	25,3	36,1	7,7	0,1	6,3	35,7	34,3	1,5	
5,0	9,9				3,5	30,0	35,3	13,6	32,6	42,5	6,0	0,1	
10,0	14,9					12,6	42,5	54,0	45,7	11,0	0,3		
15,0	19,9					0,3	13,7	31,3	15,0	0,4			
20,0	24,9						0,4	1,0					

Таблица 21

Повторяемость (%) числа дней с максимальной температурой воздуха в различных пределах

Температура, °C													
от	до	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<	-40,0												0,2
-39,9	-35,0	0,1	0,4										1,3
-34,9	-30,0	1,9	0,7										3,5
-29,9	-25,0	5,5	4,6	0,1								0,1	4,8
-24,9	-20,0	13,2	10,7	1,6								1,7	8,4
-19,9	-15,0	23,5	17,1	5,5								3,0	15,5
-14,9	-10,0	23,9	23,6	11,9	0,3							7,3	22,6
-9,9	-5,0	21,6	23,6	26,3	3,3							1,0	24,2
-4,9	0,0	9,0	16,0	33,2	11,3	0,2						13,7	21,3
0,1	4,9	1,3	3,6	19,7	29,1	2,9				2,0		28,1	3,9
5,0	9,9		0,4	1,6	27,0	12,9	0,3		0,3	11,7		29,4	20,7
10,0	14,9			0,1	15,7	24,8	5,0	0,6	7,1	28,3		19,4	3,7
15,0	19,9				10,3	24,8	21,0	13,5	25,2	35,0	10,0		
20,0	24,9				2,7	20,0	36,0	36,8	40,0	17,0	2,2		
25,0	29,9				0,3	12,6	29,7	38,7	23,2	5,3			
30,0	34,9					1,9	7,7	9,4	4,2	0,7			
35,0	39,9						0,3	1,0	0,1				

Таблица 22

Даты наступления средних суточных температур воздуха выше и ниже определенных пределов различной обеспеченности

Температура, °C	Средняя дата	Вероятность указанных и более ранних дат, %							Самая ранняя	Самая поздняя
		5	10	25	50	75	90	95		
Выше 0	15 IV	3 IV	7 IV	10 IV	15 IV	20 IV	23 IV	27 IV		5 V
Ниже 0	20 X	8 X	12 X	15 X	20 X	25 X	28 X	1 XI	26 IX	
Выше 5	28 IV	16 IV	18 IV	23 IV	28 IV	3 V	6 V	10 V		23 V
Ниже 5	4 X	24 IX	26 IX	1 X	4 X	7 X	12 X	14 X	9 IX	
Выше 10	15 V	5 V	7 V	10 V	15 V	18 V	22 V	25 V		30 V
Ниже 10	15 IX	5 IX	7 IX	10 IX	15 IX	18 IX	20 IX	23 IX	31 VIII	
Выше 15	6 VI	25 V	27 V	1 VI	6 VI	9 VI	16 VI	19 VI		26 VI
Ниже 15	23 VIII	8 VIII	13 VIII	18 VIII	23 VIII	28 VIII	30 VIII	2 IX	3 VIII	

Таблица 23

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

Температура, °C	τ	Вероятность указанной или большей продолжительности, %						
		95	90	75	50	25	10	5
Выше 0	187	174	177	182	187	193	199	203
" 5	158	143	146	151	158	164	171	174
" 10	122	107	110	115	122	128	135	138
" 15	77	57	63	71	77	85	93	98

Таблица 24

Суммы положительных средних суточных температур воздуха за период с температурой выше 0, 5, 10, 15°C

Температура, °C	IV			V			VI			VII			VIII			IX			X		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Выше 0		1	29	95	192	326	469	630	807	994	1184	1391	1568	1730	1890	2013	2113	2181	2236	2251	
" 5				59	156	290	433	594	771	958	1148	1355	1532	1694	1854	1977	2077	2155	2183		
" 10					42	176	319	480	657	844	1034	1241	1418	1580	1740	1863	1926				
" 15							30	191	368	555	745	952	1129	1291	1352						

Таблица 25
Суммы температур воздуха (°C) различной вероятности

Средняя сумма температур, °C	Вероятность сумм температур выше заданного предела %						
	95	90	75	50	25	10	5
Выше 0°C							
2200	1990	2030	2100	2200	2280	2380	2460
2300	2090	2130	2200	2300	2380	2480	2560
Выше 5°C							
2100	1850	1900	2000	2100	2200	2350	2550
2200	1950	2000	2100	2200	2300	2450	2650
Выше 10°C							
1900	1600	1700	1800	1900	2000	2150	2250
2000	1700	1800	1900	2000	2100	2250	2350
Выше 15°C							
1300	900	1000	1170	1300	1430	1600	1700
1400	1000	1100	1270	1400	1530	1700	1800

Таблица 26
Даты перехода температуры воздуха через + 8°C весной и осенью
(отопительный сезон) и продолжительность τ (дни)
этого периода различной вероятности

	Средняя дата	Вероятность, %							Самая ранняя дата	Самая поздняя дата
		95	90	75	50	25	10	5		
Дата начала	28 IX	12 X	9 X	3 X	27 IX	22 IX	18 IX	15 IX	11 IX	1974
Дата конца	13 V	25 IV	30 IV	7 V	14 V	20 V	25 V	27 V	19 IV	1967
τ	227	206	209	217	227	237	244	248		30 V 1929
$t_{\text{макс}}$	250									
$t_{\text{мин}}$	197									

Таблица 27
Средняя суточная амплитуда A температуры воздуха при различном
состоянии неба и вне зависимости от состояния неба
(по нижней облачности)

Месяц	Состояние неба			Вне зависимости от состояния неба	$A_{\text{макс}}$	$A_{\text{мин}}$
	ясно	полужасно	пасмурно			
I	9,8	9,6	6,1	9,3	30,3	1,1
II	10,5	8,6	7,0	10,0	23,9	2,3
III	12,4	9,1	6,1	10,5	22,8	1,5
IV	12,1	8,7	5,9	9,9	21,3	1,2
V	14,8	12,1	8,3	12,8	24,4	2,1
VI	14,4	11,7	8,9	12,6	21,6	4,1
VII	13,1	10,9	7,5	11,4	22,5	3,2
VIII	13,6	10,3	7,4	11,0	22,3	2,4
IX	14,3	10,1	6,7	11,0	22,0	2,5
X	12,5	8,0	5,2	8,5	20,8	0,7
XI	9,3	8,3	5,4	7,7	28,4	0,8
XII	9,2	9,3	6,9	8,8	25,9	1,2

Таблица 28

Повторяемость (%) суточной амплитуды температуры воздуха
в различных пределах (вне зависимости от состояния неба)

Амплитуда °С		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
0,0	0,9										0,3	0,4	
1,0	3,9	9,0	3,8	5,5	5,9	1,2		1,0	1,0	3,9	13,4	17,2	7,8
4,0	6,9	26,8	20,6	17,1	19,3	8,0	4,6	6,3	10,7	17,0	29,1	31,0	33,3
7,0	9,9	24,0	29,0	21,8	26,3	17,9	17,6	23,6	29,4	24,4	22,2	25,4	25,2
10,0	12,9	21,7	24,6	27,6	26,2	25,4	30,2	37,0	29,9	19,4	17,5	16,2	17,8
13,0	15,9	10,4	14,9	15,2	13,5	22,0	30,1	27,0	22,0	21,0	11,5	5,3	8,2
16,0	18,9	4,5	5,2	10,4	7,1	18,8	15,6	4,3	6,1	11,2	5,2	3,2	5,3
19,0	21,9	1,9	1,2	2,1	1,7	6,0	1,9	0,7	0,8	3,0	0,8	1,0	1,4
22,0	24,9	0,8	0,7	0,3		0,7		0,1	0,1	0,1		0,1	0,7
25,0	27,9	0,5											0,3
≥ 28,0		0,4										0,2	

Таблица 29

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

Сезон	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	Штиль	$\bar{t}$
Зима	-25,0	-23,1	-29,3	-16,8	-17,0	-24,0	-26,7	-29,3	-27,3	-22,6
Весна	2,3	2,2	-0,1	4,9	3,0	0,6	1,2	0,2	3,0	2,0
Лето	20,9	19,6	19,8	19,5	17,9	17,2	17,8	18,8	17,8	19,0
Осень	-1,9	-1,2	3,2	3,7	2,2	0,3	-0,7	-0,2	-0,6	0,8
Год	-0,9	-0,6	-1,6	2,8	1,5	1,5	-2,1	-2,6	-2,5	-0,2

Таблица 30

Повторяемость (%) температуры воздуха и различной скорости ветра
при количестве осадков 0,1—5,0 мм

Температура, °С		Скорость ветра, м/с									Всего
от	до	0,0—2,0	2,1—4,0	4,1—6,0	6,1—8,0	8,1—10,0	10,1—12,0	12,1—14,0	14,1—16,0	16,1—18,0	
Январь											
—40,0	—30,1	2,0	0,6	0,4	0,2						3,2
—30,0	—20,1	8,4	6,9	5,9	1,6	0,7					23,5
—20,0	—10,1	9,0	12,9	12,0	9,1	3,8	2,1	0,8	0,2		49,9
—10,0	—0,1	2,2	4,7	6,6	3,5	3,3	1,5	0,7	0,5	0,2	23,2
0,0	—9,9					0,2					0,2
Всего		21,6	25,1	24,9	14,4	8,0	3,6	1,5	0,7	0,2	100
Апрель											
—20,0	—10,1		0,9	0,3	0,8						2,0
—10,0	—0,1	2,6	14,9	8,0	8,5	1,8	0,9	0,6	0,3		37,6
0,0	9,9	9,6	20,9	13,7	8,0	2,1	0,9		0,3		55,5
10,0	19,9	0,6	1,2	1,7	1,1	0,3					4,9
Всего		12,8	37,9	23,7	18,4	4,2	1,8	0,6	0,6		100

Температура, °С		Скорость ветра, м/с									Всего
от	до	0,0—2,0	2,1—4,0	4,1—6,0	6,1—8,0	8,1—10,0	10,1—12,0	12,1—14,0	14,1—16,0	16,1—18,0	

Июль

10,0	19,9	36,4	26,6	6,7	1,1		0,3				71,1
20,0	29,9	14,7	11,5	2,4		0,3					28,9
Всего		51,4	38,1	9,1	1,1	0,3	0,3				100

Октябрь

—20,0	—10,1	0,4	0,8	0,4	0,2						1,8
—10,0	—0,1	6,1	13,1	10,0	5,4	1,3	0,8				36,7
0,0	9,9	8,5	18,7	17,8	8,4	3,7	1,4				58,5
10,0	19,9		1,3	0,5	1,0	0,2					3,0
Всего		15,0	33,9	28,7	15,0	5,2	2,2				100

Год

—40,0	—30,1	0,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0				0,8
—30,0	—20,1	3,0	2,3	1,6	0,7	0,2	0,0	0,0			7,8
—20,0	—10,1	4,3	6,6	4,9	3,4	1,3	0,6	0,2	0,0		21,3
—10,0	—0,1	2,6	6,6	6,8	5,5	2,3	1,3	0,2	0,2		25,5
0,0	9,9	3,4	7,3	5,1	2,3	1,0	0,2	0,0	0,0		19,3
10,0	19,9	8,5	8,8	3,6	1,1	0,1	0,0	0,0	0,0		22,1
20,0	29,9	1,6	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0				3,2
Всего		24,0	32,9	22,5	13,0	4,9	2,1	0,4	0,2		100

Таблица 31

Повторяемость (%) температуры и относительной влажности воздуха
Год

Влажность, %		—43,9...—40,0	—39,9...—36,0	—35,9...—32,0	—31,9...—28,0	—27,9...—24,0	—23,9...—20,0	—19,9...—16,0	—15,9...—12,0	—11,9...—8,0	—7,9...—4,0	—3,9...—0,0
от	до											
100	—91		0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,7	1,2	1,8	2,4
90	—81		0,0	0,1	0,3	0,9	1,7	2,3	2,8	2,9	2,8	2,6
80	—71	0,1	0,3	0,7	1,2	1,7	2,0	2,1	2,1	1,8	1,4	1,5
70	—61	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	0,8	1,0
60	—51	0,0		0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5
50	—41		0,0			0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
40	—31							0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
≤30										0,0		0,0
Повторяемость		0,2	0,4	1,0	1,8	3,0	4,4	5,6	6,7	7,3	7,3	8,2
Обеспеченность		100	99,8	99,4	98,4	96,6	93,6	89,2	83,6	76,9	69,6	62,3

Продолжение

Влажность, %										Повторяе- мость, %	Обеспече- нность, %
от	до	+0,1+3,9	4,0-7,9	8,0-11,9	12,0-15,9	16,0-19,9	20,0-23,9	24,0-27,9	28,0-31,9		
100	—91	2,6	1,6	2,0	2,0	1,0	0,0			15,7	15,7
90	—81	2,4	1,8	2,1	2,3	1,8	0,4	0,0		27,2	42,9
80	—71	1,7	1,5	1,6	1,9	1,8	0,8	0,1		24,3	67,2
70	—61	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,2	0,3	0,0	13,7	80,9
60	—51	0,6	0,8	1,0	1,0	1,1	1,2	0,7	0,1	8,3	89,2
50	—41	0,3	0,6	0,7	0,9	1,0	0,9	0,8	0,2	5,9	95,1
40	—31	0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	0,7	0,6	0,2	3,4	98,5
≤30		0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	1,5	100
Повторяемость		8,9	7,8	9,1	10,2	9,1	5,5	2,8	0,7		
Обеспеченность		54,1	45,2	37,4	28,3	18,1	9,0	3,5	0,7		

Таблица 32

Число дней n с температурой почвы $\leq 0^\circ\text{C}$ на различной глубине z
(под естественным покровом)

Месяц	$z = 40 \text{ см}$			$z = 80 \text{ см}$			$z = 160 \text{ см}$		
	$\overline{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\overline{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\overline{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XI	12	22	3	3	14	0	0	0	0
XII	31	31	31	27	31	20	2	13	0
I	31	31	31	31	31	31	22	31	0
II	28	29	28	28	29	28	26	29	0
III	31	31	31	31	31	31	31	31	30
IV	25	30	18	29	30	25	30	30	29
V	0,2	2	0	6	18	0	17	31	0
VI	0	0	0	0	0	0	1	15	0
Σ за зиму	160	174	151	154	162	142	127	146	91

Таблица 33

Даты устойчивого промерзания и весеннего оттаивания почвы

Процесс	Средняя	Самая ранняя	Год	Самая поздняя	Год
Промерзание	29 X	10 X	1952	10 XI	1951, 1956, 1957
Оттаивание					
до 10 см	14 IV	3 IV	1970	25 IV	1964
до 30 см	22 IV	13 IV	1972	5 V	1957, 1964
полное	3 VI	9 V	1956	28 VI	1971

Таблица 34

Средние даты наступления различного состояния почвы весной
и продолжительность τ периода от схода устойчивого снежного покрова до
наступления мягкопластичного состояния почвы на глубине
10—12 см

Состояние почвы	Дата			τ дни		
	средняя	наиболее ранняя	наиболее поздняя	$\overline{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\tau_{\text{мин}}$
Липкая	19 IV	5 IV 1953	3 V 1958	21	47	9
Мягкопластичная	30 IV	16 IV 1962	14 V 1957			
Твердопластичная	8 VI	8 V 1967	29 VII 1948			

Таблица 35

Даты перехода средней суточной температуры почвы через 0, 5, 10, 15 и 20°C на глубинах 5, 10, 20, 40, 80, 160, 240 и 320 см ранее указанных дат различной обеспеченности (почва — чернозем выщелоченный суглинистый)

Период	Температура, °C	Обеспеченность, %						
		5	10	25	50	75	90	95

Глубина 5 см								
Весна	0	—	3 IV	8 IV	14 IV	21 IV	5 V	9 V
Осень		—	17 X	20 X	24 X	30 X	5 XI	7 XI
Весна	5	13 IV	15 IV	20 IV	30 IV	6 V	10 V	14 V
Осень		21 IX	27 IX	3 X	6 X	10 X	15 X	20 X
Весна	10	26 IV	5 V	11 V	15 V	21 V	25 V	27 V
Осень		2 IX	7 IX	14 IX	19 IX	24 IX	30 IX	1 X
Весна	15	14 V	17 V	21 V	29 V	7 VI	12 VI	15 VI
Осень		17 VIII	20 VIII	24 VIII	29 VIII	8 IX	10 IX	12 IX
Весна	20	29 V	4 VI	17 VI	33 VI	3 VII	22 VII	27 VII
Осень		30 VI	9 VII	29 VII	9 VIII	13 VIII	23 VIII	25 VIII

Глубина 10 см								
Весна	0	—	6 IV	10 IV	17 IV	24 IV	29 IV	30 IV
Осень		—	1 X	22 X	25 X	2 XI	11 XI	14 XI
Весна	5	18 IV	19 IV	24 IV	4 V	9 V	13 V	14 V
Осень		12 IX	22 IX	3 X	7 X	11 X	21 X	29 X
Весна	10	28 IV	5 V	12 V	17 V	24 V	28 V	1 VI
Осень		3 IX	5 IX	14 IX	20 IX	27 IX	3 X	5 X
Весна	15	13 V	15 V	21 V	1 VI	10 VI	17 VI	19 VI
Осень		18 VIII	22 VIII	27 VIII	3 IX	13 IX	23 IX	27 IX
Весна	20	31 V	4 VI	18 VI	26 VI	3 VII	11 VII	16 VII
Осень		9 VII	14 VII	3 VIII	9 VIII	14 VIII	20 VIII	25 VIII

Глубина 20 см								
Весна	0	10 IV	11 IV	13 IV	19 IV	24 IV	29 IV	3 V
Осень		12 X	25 X	2 XI	6 XI	13 XI	28 XI	4 XII
Весна	5	23 IV	25 IV	29 IV	5 V	12 V	22 V	24 V
Осень		18 IX	28 IX	4 X	9 X	15 X	25 X	28 X
Весна	10	9 V	11 V	16 V	21 V	28 V	4 VI	7 VI
Осень		5 IX	10 IX	18 IX	23 IX	29 IX	4 X	8 X
Весна	15	23 V	26 V	2 VI	11 VI	17 VI	21 VI	24 VI
Осень		17 VIII	22 VIII	25 VIII	29 VIII	7 IX	13 IX	20 IX
Весна	20	20 VI	24 VI	27 VI	2 VII	11 VII	23 VII	27 VII
Осень		9 VII	14 VII	29 VII	6 VIII	11 VIII	15 VIII	19 VIII

Период	Температура, °C	Обеспеченность, %					
		5	10	25	50	75	90

Глубина 40 см

Весна	0	8 IV	12 IV	18 IV	25 IV	29 IV	3 V	5 V
Осень		3 XI	7 XI	12 XI	19 XI	25 XI	30 XI	3 XII
Весна	5	23 IV	28 IV	4 V	10 V	15 V	19 V	20 V
Осень		3 X	6 X	11 X	15 X	19 X	22 X	23 X
Весна	10	11 V	14 V	17 V	24 V	2 VI	17 VI	14 VI
Осень		11 IX	14 IX	20 IX	27 IX	2 X	5 X	6 X
Весна	15	29 V	2 VI	14 VI	21 VI	25 VI	28 VI	29 VI
Осень		16 VIII	19 VIII	24 VIII	27 VIII	4 IX	14 IX	17 IX

Глубина 80 см

Весна	0	15 IV	18 IV	26 IV	4 V	10 V	17 V	19 V
Осень		20 XI	22 XI	27 XI	2 XII	11 XII	17 XII	20 XII
Весна	5	6 V	8 V	14 V	2 V	30 V	6 VI	8 VI
Осень		2 X	15 X	20 X	25 X	28 X	1 XI	3 XI
Весна	10	1 VI	2 VI	5 VI	15 VI	20 VI	23 VI	24 VI
Осень		17 IX	18 IX	23 IX	29 IX	3 X	6 X	7 X
Весна	15	3 VII	4 VII	7 VII	13 VII	23 VII	4 VIII	7 VIII
Осень		9 VIII	14 VIII	20 VIII	23 VIII	26 VIII	28 VIII	29 VIII

Глубина 160 см

Весна	5	18 IV	20 IV	25 IV	2 V	6 V	8 V	9 V
Осень		20 IX	25 IX	1 X	5 X	8 X	10 X	11 X
Весна	10	8 VII	10 VII	16 VII	21 VII	27 VII	12 VIII	15 VIII
Осень		8 IX	14 IX	20 IX	27 IX	3 X	10 X	12 X

Глубина 240 см

Весна	5	—	28 VI	4 VII	7 VII	14 VII	22 VII	24 VII
Осень		—	29 XI	30 XI	3 XII	7 XII	12 XII	13 XII

Глубина 320 см

Весна	5	—	21 VII	26 VII	4 VIII	15 VIII	21 VIII	23 VIII
Осень		—	22 XI	10 XII	17 XII	21 XII	26 XII	28 XII

5. Режим увлажнения

Таблица 36

Средние месячные и годовые характеристики влажности воздуха

Месяц	e мбар						f, %						d мбар					
	$\bar{e}$	σ	$e_{\text{макс}}$	год	$e_{\text{мин}}$	год	$\bar{f}$	σ	$f_{\text{макс}}$	год	$f_{\text{мин}}$	год	$\bar{d}$	σ	$d_{\text{макс}}$	год	$d_{\text{мин}}$	год
I	1,4	0,5	2,5	1964	0,4	1969	79	8	87	1975	74	1959	0,3	0,5	0,6	1963	0,1	1969
II	1,5	0,6	2,6	1946	0,6	1945	77	11	85	1939	72	1945	0,4	0,6	0,7	1963	0,2	1969
III	2,6	0,6	4,0	1968	1,7	1969	78	0	83	1944	72	1961	0,7	0	1,2	1968	0,4	1936
IV	4,9	0,8	6,1	1974	3,4	1937	70	9	78	1952	62	1953	2,5	1,0	4,4	1951	1,1	1937
V	7,3	0,6	9,2	1943	5,6	1963	59	4	71	1957	51	1963	6,6	1,5	10,4	1965	3,6	1969
VI	12,1	1,6	13,8	1973	9,4	1963	65	4	75	1946	51	1963	7,9	1,9	12,8	1955	4,6	1946
VII	15,4	1,9	17,8	1969	13,2	1931	71	9	80	1972	61	1965	7,5	2,1	12,0	1965	4,5	1972
VIII	13,5	0,2	15,4	1964	11,5	1951	75	9	85	1946	64	1955	5,2	1,6	9,0	1955	2,0	1936
IX	9,0	1,3	11,2	1974	7,3	1934	75	11	84	1974	62	1973	3,9	1,3	7,3	1953	2,1	1936
X	5,5	0,7	7,2	1967	4,1	1961	77	5	83	1963	68	1971	1,9	0,4	3,3	1971	0,9	1961
XI	2,9	0,8	4,6	1963	1,4	1952	81	9	90	1944	71	1965	0,6	0,2	1,3	1956	0,3	1950
XII	1,8	0,4	3,2	1951	0,7	1966	81	1	91	1943	75	1968	0,4	0,4	0,6	1967	0,2	1974
Год	6,3	5,1	7,0	1964	5,9	1968	74	9	77	1964	69	1955	3,1	3,1	4,4	1965	2,0	1936

Таблица 37

Средняя месячная, максимальная и минимальная относительная влажность воздуха f (%) в различные часы суток

Месяц	Время, ч	$\bar{f}$	$f_{\text{макс}}$	$f_{\text{мин}}$	Месяц	Время, ч	$\bar{f}$	$f_{\text{макс}}$	$f_{\text{мин}}$
I	1	81	88	72	VII	1	87	92	69
	7	81	88	73		7	80	86	64
	13	77	85	64		13	56	67	39
	19	80	89	70		19	66	86	47
II	1	81	88	74	VIII	1	88	95	77
	7	81	89	75		7	85	93	68
	13	74	85	65		13	59	74	36
	19	78	88	71		19	71	87	55
III	1	83	88	76	IX	1	86	91	75
	7	84	90	77		7	86	94	70
	13	70	83	63		13	57	68	42
	19	77	85	69		19	73	85	57
IV	1	80	87	74	X	1	83	88	75
	7	78	86	65		7	85	92	78
	13	56	74	44		13	64	79	56
	19	67	85	56		19	76	86	70
V	1	73	83	59	XI	1	84	91	76
	7	67	79	57		7	84	91	73
	13	44	61	31		13	77	88	60
	19	52	79	40		19	82	90	71
VI	1	82	90	60	XII	1	82	91	76
	7	73	81	59		7	83	92	73
	13	50	62	34		13	80	90	68
	19	59	82	38		19	82	92	73

Таблица 38

Характеристики числа полусуток со значительными осадками за год

Наибольшее число полусуток	Год	$\bar{x}$	σ	Наименьшее число полусуток	Год
14	1954	9,5	2,2	1	1951

Таблица 39

Повторяемость P значительных осадков различной продолжительности τ

$\tau \tau \dots \dots \dots$	<2	2,1—4,0	4,1—6,0	6,1—8,0	8,1—10,0	10,1—12,0	12,1—14,0	14,1—16,0	16,1—18,0	18,1—20,0
$P\%$	16	10	18	14	12	10	4	12	1	3

Таблица 40

Количество (мм) обильных осадков за апрель—сентябрь

$x_{\text{макс}}$	Год	$\bar{x}$	σ	Обеспеченность, %											
				2	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
95	1938	41	11,1	88	62	53	46	42	40	37	35	33	32	30	29

Таблица 41

Характеристика жидких осадков при отрицательных и любых температурах воздуха

Характеристика	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	Сумма
При отрицательных температурах										
Общее число случаев	4	12	33	28	3	0,5	37	36	25	178
Среднее число случаев	0,2	0,6	1,6	1,4	0,2	0,02	1,8	1,8	1,2	8,8
Повторяемость, %	68,8	88,1	63,3	15,2	1,1	0,2	14,8	44,6	93,0	17,0
При любых температурах										
Общее число случаев	5	14	50	184	308	124	250	80	27	1042
Среднее число случаев	0,2	0,7	2,4	8,9	15,0	6,6	12,2	3,9	1,3	51,2

Таблица 42

Повторяемость (%) метелей по градациям различной продолжительности

Время, ч	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
≤3	100	33	27	25	25	24	23	35	64
3,1—6		27	20	24	25	20	23	31	18
6,1—12		27	26	22	20	22	29	16	18
12,1—18		8	12	14	12	16	10	16	
18,1—24		4	7	7	5	8	5	2	
24,1—36			5	5	7	6	6		
36,1—48			2	2	3	3	2		
>48			1	1	2	1	2		

Таблица 43

Повторяемость (%) скоростей ветра при метелях

Скорость ветра, м/с	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
≤6	100	16	10	17	13	11	18	16	17
6—9		48	63	55	51	63	50	67	65
10—13		30	22	23	30	21	25	13	6
14—17		4	5	4	5	4	6	4	6
18—20		1	0,2	1	1	1	1		6
>20		1							

Таблица 44

Повторяемость (%) направлений ветра при метелях

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
IX	100							
X	5	4	0	5	25	41	12	8
XI	2	1	0	6	30	45	13	3
XII	2	1	1	6	37	44	8	1
I	0,3	1	0,3	3	33	52	10	0,3
II	1	0,5	0,6	5	31	51	10	0,6
III	2	1	1	4	20	47	23	2
IV	7	7	0	0	23	50	13	0
V	3	0	0	12	29	24	26	6

Таблица 45
Повторяемость (%) температур при метелях

Температура, °С от до	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
≤ -30				0.5	1	1			
-29.9 -25				3	3	2			
-24.9 -20			1	3	9	7	1		
-19.9 -15			6	16	12	17	9		
-14.9 -10		1	15	24	35	38	19	4	
-9.9 -5		18	31	33	30	22	41	21	
-4.9 -0	100	61	43	20	9	12	27	66	93
> 0		20	4	0.5	0.2	1	3	9	7

6. Режим облачности и атмосферные явления

Таблица 46
Повторяемость (%) непрерывной продолжительности облачности по грациям высоты для различных сезонов года

Высота, м	Непрерывная продолжительность, ч						Всего случаев
	<1	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	

Переходные сезоны

≤ 100	65	25	5	5			154
101-150	81	19					248
151-200	83	16	1				331
201-250	84	15	1				316
251-300	84	15	1				337

Лето

≤ 100	62	31	7				71
101-150	85	15					63
151-200	90	10					75
201-250	93	7					79
251-300	91	9					80

Зима

≤ 100	54	40	4	1		1	366
101-150	81	18		1			325
151-200	83	16	1				409
201-250	83	17					523
251-300	80	19	1				616

Таблица 47

Повторяемость (%) туманов различной продолжительности τ

Месяц	Продолжительность, ч													Число случаев
	$\Delta 2$	2,1—4,0	4,1—6,0	6,1—8,0	8,1—10,0	10,1—12,0	12,1—14,0	14,1—16,0	16,1—20,0	20,1—24,0	>24	$\tau_{\text{макс}}$	σ	
I	8,3	29,2	16,7	20,8		4,2	8,3	4,2	4,2					
II	7,2	32,1	35,7	10,7	7,1	3,6	3,6				4,1	42,5	8,0	24
III	20,7	34,5	20,7	3,4	13,8	3,5	3,4					13,3	5,7	28
IV	41,7	25,0	8,3	16,7		8,3						13,0	4,6	29
V	66,7			33,3								11,3	3,9	12
VI	27,6	32,9	10,2	29,3								7,0	3,1	3
VII	14,3	50,0	14,3	21,4								7,1	3,6	6
VIII	23,1	38,5	19,2	19,2								7,3	4,1	14
IX	16,7	30,0	20,0	16,7	3,3	10,0						7,5	3,6	26
X	40,0	20,0	30,0		5,0		5,0			3,3		22,0	5,5	30
XI	35,7	42,8	14,3			7,2						12,2	3,8	20
XII	5,3	36,9	15,8	5,2	5,3	10,5						11,1	3,3	14
Год	20,1	32,8	20,5	11,9	4,1	4,6	2,3	0,5	10,5		10,5	48,0	9,3	19
X—III	17,9	32,1	23,1	7,5	6,0	4,5	3,7	0,5	1,3	0,5	1,4	48,0	5,4	219
IV—IX	23,5	34,1	16,5	18,8	1,2	4,7		0,7	2,2		2,3	48,0	5,8	134
										1,2		22,0	4,3	85

Таблица 48

Повторяемость (%) туманов в разное время суток

Месяц	Время суток, ч											
	0—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12	12—14	14—16	16—18	18—20	20—22	22—24
I	6,4	7,3	9,1	10,0	16,4	15,4	10,9	8,2	2,7	3,6	6,4	3,6
II	12,3	15,5	14,4	14,5	12,4	11,3	6,2			1,0	4,1	8,3
III	14,4	18,6	17,5	15,5	13,4	10,3	3,1	1,0			2,1	4,1
IV	13,9	16,7	16,7	22,2	13,9		2,8	2,8	2,8	2,7		5,5
V	33,3	16,7	16,7	33,3								
VI	11,4	18,2	26,5	29,1	11,5	1,8	1,5					
VII	5,0	20,0	30,0	25,0	12,5	2,5	2,5	2,5				
VIII	5,0	16,4	23,3	31,4	19,4	4,5						
IX	7,2	17,4	18,4	24,5	13,3	11,2	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0
X	5,6	9,3	11,1	27,8	24,0	16,7	3,7					1,8
XI	2,6	10,3	15,4	15,4	10,2	15,4	10,3	5,1		2,5	7,7	5,1
XII	8,6	9,5	9,5	10,4	10,3	11,2	7,8	6,9	6,9	6,0	6,0	6,9
Год	8,3	13,7	15,8	18,1	14,2	10,6	5,3	3,0	1,7	2,0	3,2	4,1
X—III	9,2	11,9	12,5	14,3	14,0	12,8	7,0	3,9	2,1	2,5	4,5	5,3
IV—IX	6,5	17,4	22,7	26,3	14,6	6,1	1,6	1,2	0,8	0,8	0,4	1,6

Таблица 49

Повторяемость (%) видимости менее 1 км при различных скоростях ветра

Скорость ветра, м/с	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Штиль	37	32	40	31	53	72	61	82	47	35	20	45
1—3	28	29	27	29	7		13	12	26	39	15	14
3—5	14	25	14	20		14	26	3	22	23	16	15
6—11	13	5	4	11				3	5	3	21	5
12—15	5	8	11	7		14					16	12
>15	3	1	4	2	40						12	9

Таблица 50

Повторяемость (%) видимости менее 1 км при различных направлениях ветра

Направление ветра	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
С	1	3	1			14	14	7	6			0
СВ	1	3	6	9	33				21			2
В	1	2		5			4		8			0
ЮВ	7	12	5	5			4	2		3	7	3
Ю	28	26	24	31	7		4	3	3	9	27	23
ЮЗ	22	18	24	14			9	2	8	47	23	21
З	2	3		2	7			2	2	3	16	5
СЗ		1		3		14	4	2	5	3	3	1

8. Особенности городского климата

Таблица 51

Повторяемость (%) различных типов погоды на метеостанциях Учебная ГМС, город (а) и Огурцово, пригород (б) в отдельные месяцы

Тип погоды	Повторяемость, %							
	I		IV		VII		X	
	а	б	а	б	а	б	а	б
Т — Я	10	9	16	8	19	16	10	6
Т — ПЯ	14	9	15	9	19	17	11	9
Т — П	11	1	5	1	8	6	11	4
СВ — Я	11	14	14	17	15	15	9	9
СВ — ПЯ	33	31	26	31	20	27	29	29
СВ — П	7	2	16	6	16	12	22	13
УВ — Я	1	5	1	4	1	1	—	2
УВ — ПЯ	10	25	3	17	1	3	3	18
УВ — П	3	4	4	7	1	3	5	10

Примечание. Т — тихо, Я — ясно, ПЯ — полуясно, П — пасмурно, СВ — сильный ветер, УВ — умеренный ветер.

Микроклиматическое сравнение

Изменения метеозащитных
и пределах центральной части

Показатель						
	в периметральной без зеленых насаждений по сравнению с периметральной с зелеными насаждениями	в периметральной по сравнению со строчной без зеленых насаждений	в периметральной по сравнению со строчной с зелеными насаждениями	в строчной без зеленых насаждений по сравнению со строчной с зелеными насаждениями	в полупериметральной с малым количеством зеленых насаждений по сравнению с периметральной с зелеными насаждениями	в полупериметральной с малым количеством зеленых насаждений по сравнению с периметральной практически без зеленых насаждений
Температура воздуха, °C	Увеличивается на 0,4	Увеличивается на 0,2; зимой понижается на 0,1—0,6	Увеличивается на 3,3	Увеличивается на 3,6	Увеличивается на 0,5	Увеличивается на 0,1
Скорость ветра, м/с	Увеличивается на 0,5	Уменьшается на 0,7; зимой — на 0,1—0,4	Уменьшается на 1,2	Увеличивается на 0,1—0,6	Увеличивается на 0,4	Увеличивается на 0,1
Относительная влажность, %	Увеличивается на 4	Уменьшается на 5	Уменьшается на 10	Уменьшается на 11	Увеличивается на 9	Увеличивается на 5
Температура за черной пологая, °C	—	—	Увеличивается на 10	—	Уменьшается на 0,2	—
Зимняя дисконт-фортность (повторимость в %)						

различных типов жилой застройки

в зависимости от типа застройки						
города		в Академгородке (в условиях застроенной местности)				
в полупериметральной с малым количеством зеленых насаждений по сравнению со строчной практически без зеленых насаждений	в полупериметральной с малым количеством зеленых насаждений по сравнению со строчной с зелеными насаждениями	в строчной с малым озеленением по сравнению с полупериметральной с таким же уровнем озеленения	в строчной с высоким уровнем озеленения по сравнению с полупериметральной с зелеными насаждениями	в полупериметральной с малым озеленением по сравнению с полупериметральной с высоким уровнем озеленения	в периметральной застройке по сравнению с полупериметральной с малым озеленением в Академгородке	в строчной застройке города по сравнению со строчной застройкой с малым озеленением Академгородка
Увеличивается на 0,2	Увеличивается на 5,8	Уменьшается на 0,8; зимой — на 0,3—1,3	Уменьшается на 0,6; зимой — на 0,9	Увеличивается на 0,3—1,2	Увеличивается на 0,8; зимой — на 0,3	Увеличивается на 3,0
Увеличивается на 0,8	Увеличивается на 0,8	Увеличивается на 0,5; зимой — на 0,6	Уменьшается на 0,4; зимой увеличивается на 0,3	Увеличивается на 0,4—0,8	Увеличивается на 0,4; зимой — на 3,8	Увеличивается на 1,0
0	Уменьшается на 11	Уменьшается на 5	Увеличивается на 5	Уменьшается на 1—5	Уменьшается на 5	Уменьшается на 5
—	Увеличивается на 0,6	Уменьшается на 3,0	Уменьшается на 3,5	Увеличивается на 6,8	Уменьшается на 1,4	Уменьшается на 0,7
	Увеличивается на 6	Увеличивается на 7—19				

Таблица 53

Микроклиматическая эффективность мелиоративных мероприятий в зимний период (снегозащитное и утепляющее действие)

Характер мелиоративных мероприятий	Снегосборность	Распределение снега		
		до преграды	в преграде	за преградой
Устройство сплошной ветро- и снегозащитной преграды (отдельно стоящее здание, специальная защитная стенка, снежный забор и т. п.)	Количество снега, откладываемого у преград, 90—95% от переноса его на открытом пространстве	Примерно на расстоянии до 10 высот преграды		При скорости ветра 5 м/с на расстоянии 5 высот преграды, при 10 м/с — 8 высот, а при 15 м/с — 14 высот
		Максимум снежного вала вблизи преграды (не далее 2 высот от нее в подветренную сторону) у 5-этажного дома высотой 15 м 30—32 м		16—24 м
		Максимум снежного вала 10—12 м Максимум снежного вала 0—4 м >32 м		6—10 м >24 м
Устройство двух сплошных ветро- и снегозащитных преград на расстоянии не более 5 их высот друг от друга (отдельно стоящие здания, специальные защитные стенки, снежные заборы и т. п.)	Количество снега, откладываемого у преград, 90—95% от переноса его на открытом пространстве	Примерно на расстоянии до 40 высот первой преграды	Между первой и второй преградой снегоотложения, являются результатом положения снежных шлейфов, за первой и перед второй преградой	При скорости ветра 5 м/с на расстоянии 5 м высот второй преграды, при 10 м/с — 8 высот, а при 15 м/с — 14 высот

Использование для ветро- и снегозащиты плотной непродуваемой лесной полосы шириной более 20—25 м	В зависимости от параметров полосы до 600 м ³ /пог. м	Незначительно	Снежный вал отлагается за первыми рядами полосы с подветренной стороны и по мере переноса снега постепенно передвигается в глубь полосы, сохраняя при этом характерный обрыв в подветренную сторону	Незначительно
Использование для ветро- и снегозащиты ажурной лесной полосы шириной более 12—15 м (высота рабочей части полосы равна высоте посадок за вычетом 0,7 м)	В зависимости от параметров полосы до 350 м ³ /пог. м	На расстоянии 6—8 высот Максимум снежного вала На расстоянии 0,5 высоты рабочей части	Незначительно	На расстоянии 10—13 высот На расстоянии 3 высот рабочей части полосы
Использование для ветро- и снегозащиты продуваемой лесной полосы шириной не более 7—10 м	В зависимости от параметров полосы до 100—150 м ³ /пог. м	Незначительно	Незначительно	На расстоянии 15—17 высот рабочей части полосы
Использовать для ветро- и снегозащиты системы из двух продуваемых лесных полос шириной 12—15 м и межполосными разрывами, равными 30—40 м	До 250 м ³ /пог. м	Незначительно Максимум снежного вала	Основное снегоотложение между полосами (но не в самих полосах) На расстоянии 15—20 м между полосами	На расстоянии 40—50 м за последней полосой На расстоянии 15—20 м

Характер мелноративных мероприятий	Снегооборотность	Распределение снега		
		до преграды	в преграде	за преградой
Использование для ветро- и снегозащиты системы из трех продуваемых лесных полос шириной 12, 12 и 15 м и межполосными разрывами 30—40 м	До 400 м ³ /пог. м	Незначительно	Основное снегоотложение между полосами (но не в самих полосах) Максимум снежного вала На расстоянии 15—20 м за первой полосой	На расстоянии 15—20 м На расстоянии 15—20 м
Использование для ветро- и снегозащиты системы из четырех продуваемых лесных полос шириной 12, 12, 12 и 15 м и межполосными разрывами, равными 30—40 м	До 600 м ³ /пог. м	Незначительно Максимум снежного вала	Основное снегоотложение между полосами (но не в самих посадках) На расстоянии 15—20 м за первой полосой	На расстоянии 40—50 м за последней полосой На расстоянии 15—20 м
Размещение площадок для отдыха взрослых, игр детей у юго-восточных, южных и юго-западных	Утепляющее действие нагретых солнечными лучами поверхностей стен: превышение температуры стены над температурой воздуха достигает 20°C, тепловое излучение стены может достигнуть 0,25 кал/(см ² ·мин); ветер уменьшает разницу между температурами стены воздуха примерно на 1—1,5° при скорости 1 м/с.			

Таблица 54

Микроклиматическая эффективность мелiorативных мероприятий
в летний период

Характер мелiorативных мероприятий	Микроклиматический эффект	Примечание
Затенение площадок деревьями	Уменьшение температуры воздуха на 3,8°. Снижение температуры подстилающей поверхности на 5—11°	Различия между открытой площадкой и площадкой, затеняющейся во вторую половину дня
Частичное затенение деревьями и высоким кустарником	Уменьшение температуры воздуха на 3,5°. Уменьшение температуры подстилающей поверхности на 3—12°	Разница в температурах среди зеленых внутриквартальных насаждений и примыкающей к ним открытой территории
Полное затенение газона сквера	Снижение температуры воздуха на 4°. Уменьшение температуры подстилающей поверхности на 6—19°. Снижение суммарной радиации в 11 раз. Снижение отраженной радиации в 6 раз	Перепад всех показателей дается между территорией зеленого массива с почти сомкнутой кроной и облучаемым солнцем участком
Затенение тротуаров деревьями	Уменьшение температуры воздуха на 3°. Уменьшение температуры поверхности асфальта на 8—18°	Все перепады даны затененными и открытыми асфальтовыми дорожками
Искусственный полив	Уменьшение температуры воздуха на 0,1—0,8° Снижение температуры поверхности асфальта на 6—18°	
Устройство фонтанов	Уменьшение температуры воздуха на 1,5—5° Повышение относительной влажности на 6—10% Уменьшение температуры асфальта на 2—7°	Различия между точками, находящимися у фонтана, расположенного на асфальтовой площадке у входа в сквер, и на площади города
Устройство городских скверов и парков	Снижение температуры воздуха: а) у входа в сквер или сад на 0,6°, б) на расстоянии 50—100 м от входа в сад или сквер на 2,1° Повышение относительной влажности: а) у входа в сквер или сад на 3—6%,	Площадь сквера 4,2 гектара

Характер мелiorативных мероприятий	Микроклиматический эффект	Примечание
Устройство городских скверов и парков	б) на расстоянии 50—100 м от входа в сад или сквер на 5—10% Уменьшение скорости ветра: а) у входа в сквер или сад, максимально в 7 раз, б) у входа на расстоянии 50—100 м от входа в сад или сквер максимально в 11 раз	
Озеленение дворов	Уменьшение температуры воздуха на 1—1,5°. Снижение скорости ветра в 2 раза. Повышение относительной влажности на 5—10%	Различия между периметральной застройкой с низким и высоким уровнем озеленения
Затенение горизонтальных поверхностей	Уменьшение температуры горизонтальных поверхностей между газонами и асфальтом. Газон на солнце — асфальт на солнце на 10°. Газон в тени — асфальт на солнце на 22°. Газон на солнце — асфальт в тени на 6°. Асфальт в тени — асфальт на солнце на 10—18°. Уменьшение температуры воздуха над асфальтом и газоном на солнце на 4—5°	Затенение горизонтальной поверхности зелеными насаждениями или фасадами зданий
Устройство беседок	Уменьшение температуры воздуха на 0,5—3,0°. Увеличение относительной влажности на 3—9%. Снижение скорости ветра в 2—9 раз	Даны различия между беседкой и центральной открытой частью застройки
Затенение скамеек для отдыха кронами деревьев	Снижение суммарной солнечной радиации в 3—5 раз. Уменьшение температуры воздуха на 0,9—3,5°. Увеличение относительной влажности на 3—7%. Снижение скорости ветра в 1,5—2,5 раза	Различия представлены между точками, находящимися у скамейки затененной кронами деревьев и открытой

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ВВЕДЕНИЕ	5
1.1. Физико-географические и исторические условия раз- вития города	—
1.2. Краткая история развития метеорологических наблю- дений	13
1.3. Общая характеристика климата	16
2. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ	20
2.1. Атмосферное давление и ветер	27
2.2. Ветер в пограничном слое	34
3. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ	38
4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ	50
4.1. Температура воздуха	—
4.2. Температура почвы	59
5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ	64
5.1. Влажность воздуха и испарение	—
5.2. Атмосферные осадки	69
5.3. Снежный покров и метели	74
6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ	83
6.1. Облачность	—
6.2. Атмосферные явления	96
7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ	113
7.1. Весна	—
7.2. <u>Лето</u>	121
7.3. Осень	126
7.4. Зима	128
8. ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОГО КЛИМАТА	133
8.1. Мезо- и микроклиматические особенности города и его окрестностей	—
8.2. Микроклиматические особенности различных типов застройки	143
8.3. Краткая характеристика оценки растительности город- ской и пригородной зоны	153
9. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТА	158
10. ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ВОЗДУХА В ГОРОДЕ	167
11. ОБ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА НОВОСИБИРСКА	173
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	181

ПРИЛОЖЕНИЕ ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

2. Особенности атмосферной циркуляции	
1. Средняя и максимальная скорость ветра (м/с)	185
2. Средняя и наибольшая непрерывная продолжительность τ (ч) различных скоростей ветра	—
3. Расчетные скорости ветра (м/с) различной обеспеченности	—
4. Средняя скорость ветра (м/с) по направлениям на различных высотах	186
5. Средняя температура и скорость ветра по срокам на высотах (в числителе — январь, в знаменателе — июль)	—
6. Повторяемость (%) скоростей ветра по градациям на разных высотах	187 ✓
7. Повторяемость (%) скоростей ветра по градациям в нижнем 200-метровом слое (телемачта)	188 ✓
8. Повторяемость (%) скоростей ветра по градациям на высотах пограничного слоя (аэрологическая станция)	—
3. Радиационный режим	
9. Продолжительность солнечного сияния (сумма за месяц в часах) для стен разной ориентации	188
10. Отношение (%) действительной продолжительности солнечного сияния к возможной для стен разной ориентации	—
11. Возможная дневная продолжительность солнечного сияния (ч мин) на 15-е число каждого месяца для стен разной ориентации в зависимости от широты места ($\varphi = 54,9^\circ$)	189
12. Возможная месячная продолжительность (ч) солнечного сияния для стен разной ориентации в зависимости от широты места ($\varphi = 54,9^\circ$)	—
13. Прямая и суммарная солнечная радиация [ккал/(ч·м ²)] на вертикальную поверхность ($\varphi = 54,9^\circ$)	190
14. Средние квадратические отклонения (σ) месячных и годовых сумм радиации	—
15. Повторяемость непрерывной продолжительности солнечного сияния по градациям (в % от общего числа случаев с непрерывным солнечным сиянием)	191
4. Термический режим	
16. Суточный ход температуры воздуха (°C)	—
17. Ежедневная средняя и экстремальная температура воздуха (°C)	192
18. Повторяемость (%) различных градаций средней месячной и годовой температуры воздуха	194
19. Средняя и экстремальные температуры воздуха (°C) по сезонам и за год, возможные отклонения от средней в отдельные годы	—
20. Повторяемость (%) числа дней с минимальной температурой воздуха в различных пределах	195
21. Повторяемость (%) числа дней с максимальной температурой воздуха в различных пределах	—
22. Даты наступления средних суточных температур воздуха выше и ниже определенных пределов различной обеспеченности	—
23. Продолжительность τ (дни) периода со средними суточными температурами выше определенных пределов различной обеспеченности	196
24. Суммы положительных средних суточных температур воздуха за период с температурой выше 0, 5, 10, 15°C	—

25. Суммы температур воздуха ($^{\circ}\text{C}$) различной вероятности	197
26. Даты перехода температуры воздуха через $+8^{\circ}\text{C}$ весной и осенью (отопительный сезон) и продолжительность τ (дни) этого периода различной вероятности	—
27. Средняя суточная амплитуда A температуры воздуха при различном состоянии неба и вне зависимости от состояния неба (по нижней облачности)	—
28. Повторяемость (%) суточной амплитуды температуры воздуха в различных пределах (вне зависимости от состояния неба)	198
29. Средняя температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$) в зависимости от направления ветра по сезонам и за год	—
30. Повторяемость (%) температуры воздуха и различной скорости ветра при количестве осадков 0,1—5,0 мм	—
31. Повторяемость (%) температуры и относительной влажности воздуха. Год	200
32. Число дней n с температурой почвы $\leq 0^{\circ}\text{C}$ на различной глубине z (под естественным покровом)	201
33. Даты устойчивого промерзания и весеннего оттаивания почвы	—
34. Средние даты наступления различного состояния почвы весной и продолжительность τ периода от схода устойчивого снежного покрова до наступления мягкопластичного состояния почвы на глубине 10—12 см	—
35. Даты перехода средней суточной температуры почвы через 0, 5, 10, 15 и 20°C на глубинах 5, 10, 20, 40, 80, 160, 240 и 320 см ранее указанных дат различной обеспеченности (почва — чернозем выщелоченный суглинистый)	202
5. Режим увлажнения	
36. Средние месячные и годовые характеристики влажности воздуха	204
37. Средняя месячная, максимальная и минимальная относительная влажность воздуха f (%) в различные часы суток	205
38. Характеристики числа полусуток со значительными осадками за год	206
39. Повторяемость P значительных осадков различной продолжительности τ	—
40. Количество (мм) обильных осадков за апрель—сентябрь	—
41. Характеристика жидких осадков при отрицательных и любых температурах воздуха	207
42. Повторяемость (%) метелей по градациям различной продолжительности	—
43. Повторяемость (%) скоростей ветра при метелях	—
44. Повторяемость (%) направлений ветра при метелях	—
45. Повторяемость (%) температур при метелях	208
6. Режим облачности и атмосферные явления	
46. Повторяемость (%) непрерывной продолжительности облачности по градациям высоты для различных сезонов года	—
47. Повторяемость (%) туманов различной продолжительности τ	209

48. Повторяемость (%) туманов в разное время суток .	210
49. Повторяемость (%) видимости менее 1 км при различных скоростях ветра	—
50. Повторяемость (%) видимости менее 1 км при различных направлениях ветра	211
51. Повторяемость (%) различных типов погоды на метеостанциях Учебная ГМС, город (а) и Огурцово, пригород (б) в отдельные месяцы	—
8. Особенности городского климата	
52. Микроклиматическое сравнение различных типов жилой застройки	212
53. Микроклиматическая эффективность мелиоративных мероприятий в зимний период (снегозащитное и утепляющее действие)	214
54. Микроклиматическая эффективность мелиоративных мероприятий в летний период	217
9. Санитарно-гигиеническая оценка климата	
55. Повторяемость (%) суровости погоды по условной температуре атмосферного воздуха за три самых холодных месяца зимы 1968-69 г. в 7, 13 и 19 ч . . .	219

КЛИМАТ НОВОСИБИРСКА

Редактор Л. В. Ковель. Технический редактор Л. М. Шинкова. Корректор Г. Н. Римант.

ИБ № 1177

Сдано в набор 22.01.79. Подписано в печать 13.07.79. М-13154. Формат 60×90^{1/16}. бум. типографская № 1. Гарнитура литературная. Высокая печать. Печ. л. 14. Уч. изд. л. 15,33. Тираж 670 экз. Индекс МЛ-120. Заказ № 216. Цена 80 коп. Гидрометеонздат. 199053. Ленинград, 2-я линия, д. 23.

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