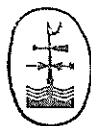


ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ  
КАЗАХСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

# КЛИМАТ Алма-Аты

Под редакцией  
канд. техн. наук Х. А. АХМЕДЖАНОВА,  
д-ра геогр. наук Ц. А. ШВЕР

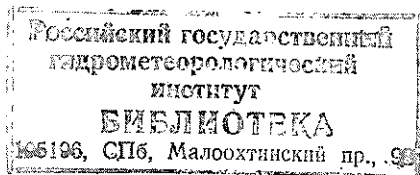


Ленинград Гидрометеониздат  
1985

В книге представлен климатический режим Алма-Аты по данным многолетних метеорологических наблюдений и некоторых дополнительных исследований. Описание включает как подробные данные по каждому метеорологическому параметру (температура, влажность, давление, ветер, облачность, атмосферные осадки, атмосферные явления), так и краткую характеристику сезонов в целом. Рассмотрены месячные, сезонные и годовые аномалии температуры и осадков. Расчетным путем получен ряд характеристик радиационного и светового режима. В связи с расположением города у подножия горного хребта даются краткие характеристики пограничного слоя, климата свободной атмосферы и условия загрязнения воздушного бассейна.

Книга рассчитана на специалистов-градостроителей, энергетиков, работников городского хозяйства, транспорта, медицины, географов, климатологов. Может представлять интерес и для более широкого круга читателей, которые хотят ознакомиться с климатом данного города.

363499



К 1903040000-086 8-85(1)  
069(02)-85

© Казахский региональный научно-исследовательский институт (КазНИИ), 1985 г.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время под методическим руководством Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова (ГГО) издается серия монографий по климату городов Советского Союза. «Климат Алма-Аты» — одна из книг этой серии.

В монографии приводится общая характеристика климата Алма-Аты и его окрестностей, составленная на основе обобщения материалов метеорологических наблюдений за многолетний период. В работе дается сопоставление метеорологических величин между отдельными районами города, а также между городом и пригородами. Приводятся сведения об экстремальных явлениях погоды, описываются сезоны года, мезо- и микроклиматические особенности, пограничный слой и климат свободной атмосферы. Исследуется влияние хозяйственной деятельности человека на различные метеорологические величины.

При подготовке климатического описания Алма-Аты были использованы материалы «Справочника по климату СССР» (вып. 18, ч. 1—4), работа Н. Ф. Гельмгольца о горно-долинной циркуляции [21], результаты самолетных зондирований, проводившихся под руководством Х. А. Ахмеджанова [8, 9], и данные наблюдений за погодой в черте города, выполненных отделами метеорологии и климата АГМО и отделом исследования климата и загрязнения природной среды КазНИИ под руководством Т. Ф. Зайченко и Н. Т. Юрченко.

Исходным материалом для расчетов статистических характеристик метеорологических величин по высотам послужили ежедневные аэрологические наблюдения за десятилетний период 1961—1970 гг.

Описание климата Алма-Аты выполнено сотрудниками отдела исследований климата и загрязнения природной среды КазНИИ совместно с сотрудниками отдела климата Алма-Атинской гидрометеорологической обсерватории (АГМО). В описании микроклимата города и загрязнения его атмосферы участвовали сотрудники отделов метеорологии и контроля загрязнения природной среды АГМО и Института краевой патологии АН КазССР.

Климатическое описание Алма-Аты подготовлено Х. А. Ахмеджановым (предисловие, гл. 1, 9, разд. 4.1, 11.1, заключение), Н. А. Одинцовой (разд. 3.2, 5.2; 5.3, 7.3, 7.4, гл. 8), А. А. Гальпериной (гл. 2), Н. С. Ткаченко (разд. 4.2), З. И. Соколовой (разд. 5.2, гл. 6, разд. 7.1, 7.2), Н. Ф. Бендюковой (разд. 11.2), С. И. Тюребаевой (разд. 10.1), Г. Ф. Ивановой (разд. 5.2), О. Е. Семеновым, Н. Е. Бусаревой, Э. Э. Груздовой (разд. 6.2), В. И. Дегтяревым (гл. 9), И. А. Афанасьевой (разд. 10.2), А. Ф. Платоновой, Н. И. Бабкиной (разд. 3.1), О. В. Ерасовой (разд. 5.1), Г. К. Сембаевой (разд. 5.3).

Подготовка табличного материала книги осуществлена О. К. Ереминой, Б. Кежибаевой, Г. Музафаровой, О. С. Бо-

ханько, Т. А. Болотовой, А. И. Мишурой, В. И. Мариненко, Д. А. Гапировой. В проверке табличных данных принимала участие Т. Ф. Зайченко.

В оформлении рукописи и подготовке ее к печати участвовали Н. С. Ткаченко, А. А. Гальперина и Т. В. Железнякова.

Описанию климата Алма-Аты предшествовало обобщение имеющихся данных З. Д. Клыковой и результатов специальных исследований, проведенных с учетом рекомендаций Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова.

Научное рецензирование книги проведено сотрудниками отдела прикладной климатологии ГГО Ц. А. Швер, Г. И. Прилипко и Л. Г. Васильевой.

# 1. ВВЕДЕНИЕ

## 1.1. Физико-географические условия местоположения города и его окрестностей. Общие сведения о городе

Город Алма-Ата расположен в предгорьях северного склона хребта Заилийский Алатау на конусе выноса, который постепенно понижается с юга на север (рис. 1). Средняя высота города 800 м над ур. м.

На юг и юго-восток от Алма-Аты начинается сильно пересеченное холмистое предгорье, которое, повышаясь, переходит в хребет Заилийский Алатау. В последние годы город разросся и районы новой застройки, раскинувшиеся в южной части города, расположены в предгорьях.

Заилийский Алатау является передовой цепью Тянь-Шаньского горного массива. Горы протянулись почти в широтном направлении, отдельные вершины хребта достигают 5500 м над ур. м., покрыты вечными снегами и ледниками. Северные склоны крутые, каменистые, сильно изрезаны ущельями. Все долины рек имеют общее направление с юга на север. Склоны долин покрыты древесными породами, состоящими из груш, яблонь, выше растет тянь-шаньская ель. Город пересекается руслами нескольких горных рек, наиболее крупными из которых являются Малая и Большая Алматинка. Реки неширокие бурные, в черте города русла их зарегулированы. В жаркое время года по долинам рек возможно прохождение селевого потока (1973, 1977 гг.). В районе города берега рек укреплены, и такие процессы, как разрушение береговых склонов, оползни, оврагообразование не имеют места.

С севера, запада и востока город окружен слегка пересеченной местностью, понижающейся к северу.

Площадь города составляет 16 063 га. По сравнению с дореволюционным периодом она увеличилась во много раз.

В Алма-Ате находится основная часть промышленных предприятий Алма-Атинской области: заводы по металлообработке и машиностроению, плодоконсервный, мясоконсервный, молочный, текстильный, меховой и др. комбинаты, хлопкопрядильная, швейные, обувные, трикотажная и др. фабрики. В настоящее время Алма-Ата является одним из красивейших городов СССР с многоэтажными зданиями в новых жилых районах, представляющими собой синтез современной архитектуры и восточных мотивов, с широко озелененными улицами-аллеями, по сторонам которых расположены арыки.

Население города на 1 января 1979 г. составило 910 тыс. человек, т. е. увеличилось по сравнению с 1917 г. в 90 раз. Город разделен на восемь административных районов: Ленинский, Октябрьский, Фрунзенский, Калининский, Советский, Ауэзовский, Московский и Алатауский. За последние 30 лет в Алма-Ате построено 18 жилых микрорайонов, а также выросли крупные промышлен-

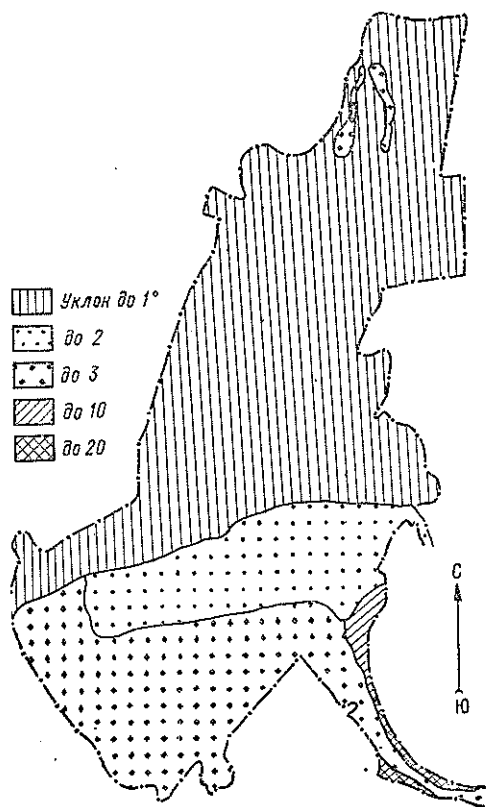


Рис. 1. Схема рельефа г. Алма-Аты.

ные районы. Заново застраивается центр города. Парки, сады, скверы, бульвары занимают 6 тыс. га, т. е. в среднем на одного жителя приходится 70—80 м<sup>2</sup> зеленых насаждений, что в 10 раз больше, чем в таких городах, как Ярославль, имеющий одинаковую с Алма-Атой численность населения.

В VII—III вв. до н. э. на месте современной Алма-Аты находились поселения кочевых племен саков. В III в. до н. э. здесь расселилось сменившее саков племенное объединение усуней, которые являются одним из древних казахских племен. На месте колхоза «Горный Гигант» располагалось их традиционное поселение. Во время правления тюркских каганов (VI—VIII в. н. э.) здесь был заложен город под названием Алмалы (яблочное место), который отличался развитыми ремеслами и торговлей. Ко вре-

мени присоединения Казахстана к России на месте этого города находились кишлаки племени дулатов.

Таким образом, территория, на которой расположена Алма-Ата, всегда была заселена людьми. Этому способствовали богатейшие природные и умеренные климатические условия данной местности. Но в предгорной полосе с давних пор наблюдались селевые потоки разрушительной силы. Поэтому исчезновение ранних поселений саков и погребение города Алмалы в период, когда люди не только не были способны бороться со стихией, но даже не понимали сущности этих явлений, объясняется прежде всего последствиями землетрясений и селевых потоков, причем селевые потоки из-за частого возникновения, большой массы и большой скорости передвижения (до 10 м/с и более) всегда были более опасными.

Зарождение современной Алма-Аты следует отнести к 1854 г., когда было основано укрепление «Верное», получившее в 1867 г. статус города.

Заилийский Алатау относится к сейсмически активным райо-

нам. В течение последних 100 лет в районе Алма-Аты произошли два катастрофических землетрясения: 1887 г. (10 баллов) и 1910 г. (12 баллов). Во время землетрясения 28 мая 1887 г. были разрушены все кирпичные дома, сохранились только деревянные постройки. В среднем за год в Алма-Ате наблюдается около 200 слабых землетрясений.

В районе Алма-Аты нередки селевые потоки, которые раньше причиняли повреждения городу. Наиболее значительные из них отмечены в 1887, 1921, 1956, 1963, 1973, 1977 гг. Известно, что горные породы, переворачиваемые землетрясением (28 мая 1887 г. их было 400 млн. м<sup>3</sup>) или выносимые селевыми потоками (в период 13—14 июля 1973 г. их было 4 млн. м<sup>3</sup>), двигаясь по северному склону горного хребта или в руслах рек, в силу большого угла наклона, развивают огромную кинетическую энергию. Заметим, что угол наклона основания города в 16 раз меньше угла наклона склонов. Поскольку город прилегает непосредственно к склону хребта, эти массы горных пород доходили до города, обладая разрушительной силой, способной вызвать катастрофические явления. Для защиты города от селя построены и продолжают строиться противоселевые дамбы, которые задерживают горные потоки. Благодаря этим мероприятиям катастрофический селевой поток 1973 г. прошел для Алма-Аты без последствий. Кроме того, факт прохождения селевых потоков стал предсказываться казахскими гидрометеорологами. Так, например, селя 1973 г. был предсказан с заблаговременностью 5 суток.

Метеорологические условия Алма-Аты обуславливаются характерным для города расположением в предгорной зоне Заилийского Алатау, наличием здесь горно-долинной циркуляции. В силу того что центральная часть города располагается на стыке двух наклонных плоскостей, не всегда территория города находится под воздействием циркуляции. Поток горного воздуха, нагревающийся вследствие адиабатического сжатия, протекает поверх холодных слоев, прилегающих к поверхности земли и охлажденных радиационным выхолаживанием. Таким образом, образуется мощная приземная инверсия температуры, сохраняющаяся в зимний период длительное время. Отсюда и характерные для Алма-Аты слабые ветры, повторяемость штилей в году в среднем 25 %. В нижнем слое происходит накопление выхлопных газов автомобилей, вредных выбросов котельных, промышленных объектов и т. д. В городе принят ряд мер по уменьшению загрязнения.

В настоящее время в НИИ города, в том числе в КазНИИ Госкомгидромета, разрабатываются методы разрушения температурной инверсии с целью обеспечения выноса нижнего загрязненного воздуха до уровня горизонтальных потоков свободной атмосферы над городом.

Необходимо отметить, что вертикальные движения перед ложбинами холодных вторжений, перемещающихся с запада или северо-запада, у подножия Заилийского Алатау усиливаются. Кроме того, эти ложбины, разворачиваясь параллельно горным хребтам,

испытывают волнения. Фронты здесь дают больше осадков, чем над равниной, и имеет место повторное выпадение осадков в одной и той же фронтальной зоне. Увеличению осадков в районе Алма-Аты еще способствует и горно-долинная циркуляция, обуславливающая более интенсивное, чем над равниной, развитие внутримассовых облаков. Отсюда годовая сумма осадков в Алма-Ате составляет 575 мм, тогда как в Капчагае, отстоящем на 70 км к северу, — всего 266 мм.

В окрестностях Алма-Аты наблюдаются все климатические зоны — от пустыни до высокогорных ледников. Богатая растительность, отсутствие сильных ветров располагали наших предков вначале к организации зимовок, а впоследствии к закладке городов в этом районе.

В настоящее время благодаря осуществлению выше упомянутых мероприятий Алма-Ата — жемчужина Тянь-Шаньских гор, становится одним из красивейших и комфортабельных городов нашей Родины.

## 1.2. История развития метеорологических наблюдений в Алма-Ате

Первые метеорологические наблюдения внутри крепости «Верное» (ныне Малая Станица) были начаты 1 июня 1859 г. Результаты этих наблюдений были опубликованы в Вестнике Императорского Географического общества за 1860 г. (XXX, с. 115). Хотя эти наблюдения по разным причинам иногда прерывались, они позволили получить первые сведения о климате Алма-Аты. В частности, на это указывал еще в 1864 г. Чокан Валиханов — действительный член Всероссийского географического общества, в своем письме на имя ректора Петербургского университета проф. А. Н. Бекетова [7]. После землетрясения в 1887 г. в районе Алма-Аты, наряду с метеорологическими, стали проводиться наблюдения с помощью сейсмоскопа. Большим энтузиастом организации метеорологических, сейсмических наблюдений и наблюдений за солнечными затмениями в течение 30 лет был К. А. Ларионов. Климатические данные за 1878—1914 гг. были опубликованы в летописях географического общества.

Алма-Атинская опорная станция (847 м над ур. м.), ныне ст. Алма-Ата, ГМО, функционирует с мая 1915 г. Станция расположена на небольшом холме, относительная высота которого 8—10 м. Ближайшие горные вершины находятся на расстоянии 15—45 км. Кроме метеорологических, здесь проводятся аэрологические, шаропилотные (с 1926 г.), радиозондовые (с 1936 г.) измерения, а также прием спутниковой информации. То, что Алма-Ата находится у северного подножия Заилийского Алатау учтено при организации сети метеостанций, которые расположены таким образом, что наблюдениями охвачен разрез от долины до вершины гор. В направлении с севера на юг действуют метеостанции: Алма-



Ата, АМЦ; Алма-Ата, ГМО; Алма-Ата, агро; Усть-Горельник; Мынжилки. Почти в этом же разрезе размещается телевизионная вышка, на которой запланировано проведение градиентных метеорологических наблюдений.

Для характеристики климата Алма-Аты, кроме опорной станции Алма-Ата, ГМО, взяты наблюдения следующих станций: Алма-Ата, АМЦ, находится на северной окраине города, высота 671 м, наблюдения начаты с 1935 г.; Бурундай, АМСГ, расположена к северо-западу от города, высота станции 701 м, наблюдения начаты с 1974 г.; Алма-Ата, агро, расположена в предгорной зоне Заилийского Алатау на расстоянии 7 км к югу от города, высота 1350 м, наблюдения начаты с 1961 г.; Медео, высота 1530 м, наблюдения велись в период 1930—1953 гг.; Алма-Атинская селестоксовая станция, высота 1712 м, наблюдения велись в период 1953—1964 гг. Последние две станции располагались к юго-востоку от города, южнее ст. Алма-Ата, агро. Высоты станций даны над уровнем моря.

## 2. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ

Режим солнечной радиации зависит от астрономических факторов, облачности и закрытости горизонта. Последняя в условиях большого города весьма изменчива и обуславливает соответствующие контрасты солнечного освещения. Возможная продолжительность солнечного сияния, не зависящая от облачности и закрытости горизонта, рассчитанная для середины месяца, изменяется в Алма-Ате от 279 ч в декабре до 464 ч в июле. Действительная продолжительность солнечного сияния значительно отличается от возможной (табл. 1). Наблюдаемая продолжительность особенно мала в облачные зимние месяцы. В теплый период, с мая по сентябрь, она превышает 50 % возможной. Расчеты произведены с поправкой на закрытость горизонта.

Таблица 1

Продолжительность солнечного сияния (ч) и число дней (n) без солнца

| Характеристика          | I   | II    | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII |
|-------------------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| $\tau_{\text{ср. мес}}$ | 116 | 120   | 146 | 194 | 239 | 280 | 308 | 291  | 248 | 193 | 128 | 102 |
| $\tau_{\text{ср. сут}}$ | 4,5 | 5,5   | 6,0 | 7,4 | 8,3 | 9,4 | 9,8 | 9,3  | 8,5 | 7,1 | 5,5 | 4,2 |
| $\tau_{\text{возм}}$    | 289 | 292   | 368 | 400 | 452 | 458 | 464 | 431  | 375 | 342 | 291 | 279 |
|                         |     | (303) |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |
| $\tau_{\text{ср. мес}}$ | 40  | 41    | 40  | 48  | 52  | 61  | 66  | 68   | 66  | 57  | 44  | 37  |
| $\tau_{\text{возм}}$    | 6   | 6     | 6   | 4   | 3   | 0,3 | 0,3 | 0,4  | 1   | 4   | 7   | 10  |
| n                       |     |       |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |

Продолжительность солнечного сияния по часовым интервалам, полученная в результате осреднения данных за 30-летний период, представлена в табл. 1 приложения. Малые значения продолжительности солнечного сияния в начале и конце светового дня объясняются не только непрерывно изменяющимся временем восхода и захода солнца, но также и большой загрязненностью атмосферы в последние годы. При низких высотах солнца, проходя через сильно загрязненные слои воздуха, солнечный луч ослабляется настолько, что он уже не в состоянии сделать прожог на ленте гелиографа.

Вероятность (%) продолжительности солнечного сияния, равная одному часу в часовом интервале (табл. 2), характеризует ход местной облачности. Максимум вероятности (75 %) приходится на 10—12-часовой интервал с июля по август и остается сравнительно высоким (50 %) в дневные часы с апреля по ноябрь. К концу дня вероятность непрерывной длительности солнечного сияния резко падает.

В условиях большого города определенный интерес для градостроителей представляет продолжительность облучения различных ориентированных вертикальных поверхностей.

Таблица 2

Вероятность (%) продолжительности солнечного сияния, равная одному часу

| Интервал<br>времен и, ч | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII |
|-------------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|
| 6—7                     |    |    |     | 8  | 28 | 43 | 43  | 12   |    |    |    |     |
| 7—8                     |    |    | 14  | 43 | 49 | 56 | 61  | 67   | 47 | 5  |    |     |
| 8—9                     |    | 19 | 33  | 54 | 53 | 64 | 69  | 69   | 67 | 42 | 5  |     |
| 9—10                    | 32 | 39 | 41  | 54 | 56 | 69 | 72  | 73   | 69 | 59 | 44 | 23  |
| 10—11                   | 40 | 49 | 44  | 56 | 58 | 63 | 75  | 75   | 71 | 61 | 54 | 35  |
| 11—12                   | 45 | 52 | 48  | 56 | 55 | 63 | 77  | 75   | 71 | 62 | 54 | 42  |
| 12—13                   | 46 | 52 | 45  | 52 | 51 | 53 | 69  | 72   | 67 | 62 | 54 | 45  |
| 13—14                   | 44 | 50 | 39  | 49 | 43 | 50 | 63  | 67   | 63 | 57 | 50 | 37  |
| 14—15                   | 31 | 44 | 38  | 40 | 39 | 49 | 59  | 65   | 56 | 53 | 44 | 27  |
| 15—16                   | 6  | 29 | 28  | 37 | 36 | 45 | 60  | 62   | 44 | 46 | 24 | 3   |
| 16—17                   |    | 1  | 14  | 29 | 33 | 44 | 58  | 55   | 43 | 15 |    |     |
| 17—18                   |    |    |     | 10 | 29 | 38 | 50  | 39   | 4  |    |    |     |
| 18—19                   |    |    |     |    | 4  | 17 | 9   |      |    |    |    |     |

В Алма-Ате действительная продолжительность солнечного сияния в летние месяцы превышает 70 % возможной для стен южной ориентации и 60 % и более для стен восточной и западной ориентации. Северные стены в этот период получают 40—50 % возможного облучения. Однако они совершенно не освещаются солнцем с октября по март. Возможная дневная продолжительность солнечного сияния для стен разной ориентации представлена в табл. 3.

Таблица 3

Возможная дневная продолжительность (ч мин) солнечного сияния на 15-е число месяца для стен разной ориентации

| Ориентация<br>стен | I    | II    | III   | IV    | V    | VI   | VII  | VIII | IX    | X     | XI   | XII  |
|--------------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|
| Ю                  | 9,20 | 10,29 | 11,51 | 10,51 | 9,02 | 8,08 | 8,34 | 9,46 | 11,34 | 11,07 | 9,44 | 9,01 |
| С                  |      |       |       | 2,48  | 5,29 | 7,14 | 6,30 | 4,10 | 1,01  |       |      |      |
| В, З               | 4,40 | 5,16  | 5,56  | 6,41  | 7,19 | 7,41 | 7,32 | 7,00 | 6,17  | 5,34  | 4,52 | 4,20 |

Прямая радиация. Одной из основных характеристик радиационного режима является интегральный поток прямой радиации, поступающей на поверхность, перпендикулярную направлению солнечных лучей  $S$ , и ее составляющая  $S'$  — радиация на горизонтальную поверхность, измеряемая на сети станций в киловаттах на квадратный метр. Интенсивность и суммы прямой радиации испытывают как периодические, так и непериодические изменения под влиянием отдельных факторов, основными из которых являются высота солнца над горизонтом, продолжительность дня, прозрачность атмосферы и облачность. Первые два фактора связаны точной функциональной зависимостью с широтой места, склонением солнца и временем, что позволяет точно рассчитать усло-

вия облучения. Такой расчет характеризует приток прямой радиации к земле при условии абсолютной прозрачности атмосферы. Реальная атмосфера представляет собой газообразную среду, в которой во взвешенном состоянии присутствуют твердые и жидкие частицы, оказывающие большое влияние на приходящую солнечную радиацию и земное излучение.

Наблюдения за прямой радиацией в Алма-Ате начались в 1934 г., причем с 1942 по 1954 г. велась непрерывная регистрация прямой радиации на перпендикулярную к солнечным лучам поверхность. Приход солнечной радиации на горизонтальную поверхность при ясном небе ( $S_0$ ) — возможная радиация — определяется продолжительностью дня и высотой солнца. Если нанести на график все значения  $S$ , измеренные в течение нескольких лет во все сроки наблюдений, и провести плавную огибающую, то получим радиацию, возможную на каждый день года. С ростом урбанизации возможная радиация претерпевает значительные изменения, особенно существенные в холодный период года. В табл. 2 приложения представлены средние месячные интенсивности прямой радиации на перпендикулярную поверхность, вычисленные за два периода: 1940—1950 и 1962—1972 гг. (второй период характерен интенсивным ростом загрязнения атмосферы города). Загрязнение городской атмосферы хорошо прослеживается и по данным табл. 4.

Таблица 4

Отношение (%) между часовыми и суточными суммами прямой радиации, вычисленными для периодов 1962—1972 гг. и 1940—1950 гг.

| Месяц | Время, ч |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |    | Сутки |
|-------|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|----|-------|
|       | 6        | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |  |  |  |    |       |
| I     |          |    |    | 56 | 62 | 67 | 62 | 65 | 71 | 59 | 67 |    |    |    |    |  |  |  | 63 |       |
| II    |          |    |    | 79 | 69 | 76 | 73 | 78 | 74 | 64 | 50 |    |    |    |    |  |  |  | 70 |       |
| III   |          |    | 20 | 82 | 89 | 85 | 85 | 82 | 80 | 81 | 65 | 56 | 50 |    |    |  |  |  | 78 |       |
| IV    |          | 25 | 56 | 81 | 90 | 80 | 82 | 85 | 81 | 75 | 65 | 62 | 33 |    |    |  |  |  | 75 |       |
| V     |          | 46 | 73 | 81 | 90 | 80 | 82 | 85 | 81 | 75 | 65 | 62 | 33 |    |    |  |  |  | 83 |       |
| VI    | 57       | 82 | 80 | 83 | 85 | 86 | 89 | 87 | 84 | 89 | 82 | 71 | 74 |    |    |  |  |  | 84 |       |
| VII   | 54       | 79 | 81 | 83 | 91 | 86 | 95 | 84 | 87 | 85 | 85 | 80 | 65 | 54 | 50 |  |  |  | 81 |       |
| VIII  | 57       | 65 | 77 | 86 | 90 | 85 | 85 | 88 | 83 | 86 | 81 | 68 | 56 | 40 |    |  |  |  | 85 |       |
| IX    |          | 65 | 81 | 85 | 91 | 92 | 91 | 89 | 88 | 83 | 84 | 77 | 56 | 25 |    |  |  |  | 74 |       |
| X     |          | 33 | 64 | 83 | 89 | 85 | 78 | 75 | 77 | 71 | 70 | 50 | 22 |    |    |  |  |  | 70 |       |
| XI    |          |    | 29 | 60 | 70 | 79 | 87 | 80 | 73 | 67 | 56 | 36 |    |    |    |  |  |  | 57 |       |
| XII   |          |    |    | 42 | 53 | 58 | 60 | 61 | 68 | 57 | 60 |    |    |    |    |  |  |  | 60 |       |
|       |          |    |    | 67 | 67 | 71 | 65 | 58 | 56 | 50 |    |    |    |    |    |  |  |  |    |       |

Суммы тепла, получаемые каждым квадратным метром горизонтальной поверхности в определенный период, представляют интерес для работников сельского хозяйства, медицины, строительства, суммы  $S$  получены осреднением за 1942—1975 гг.

Радиационный режим города Алма-Аты, расположенного в предгорьях Заилийского Алатау на высоте 847 м, к сожалению,

нельзя сравнивать с радиационным режимом актинометрических станций Алма-Ата, агро ( $H=1350$  м) и Айдарлы ( $H=567$  м) из-за существенной разности в высотах над уровнем моря и различной закрытости горизонта. Следует, однако, ожидать, что прямая радиация должна возрастать с увеличением высоты пункта наблюдения. В холодный период, когда сильно ослаблена горно-долинная циркуляция и влияние городского загрязнения атмосферы почти не прослеживается в среднегорной зоне, прямая радиация на ст. Алма-Ата, агро превышает прямую радиацию на ст. Алма-Ата, ГМО в аналогичные сроки, исключая ранние утренние и поздние вечерние часы, что связано с большей закрытостью горизонта на ст. Алма-Ата, агро. В летнее время с возникновением долинного ветра, переносащего городской загрязненный воздух в горы и очищающего атмосферу города, наблюдается обратная картина — прямая радиация на ст. Алма-Ата, ГМО превышает таковую на ст. Алма-Ата, агро.

На ст. Айдарлы, отстоящей от города более чем на 100 км и не подверженной влиянию городского загрязнения, суммы тепла, получаемые земной поверхностью за счет прямой радиации, больше, чем в городе даже в относительно чистый (относительно загрязнения воздуха) период (1940—1950 гг.).

Ослабление солнечной радиации обусловлено рассеянием и поглощением ее как молекулами газов, так и более крупными частицами различного происхождения (аэрозолями). Для количественной характеристики загрязненности атмосферы принят коэффициент прозрачности ( $P$ ), показывающий, какая часть прямой радиации, пройдя через толщу атмосферы, достигает поверхности земли при положении солнца в зените. Чем больше  $P$ , тем чище атмосфера. Представляет интерес сопоставление коэффициента прозрачности атмосферы, с одной стороны, и показателей загрязнения воздуха — с другой (рис. 2).

Значения прямой радиации сильно зависят от высоты солнца. В расчетах коэффициентов прозрачности эта зависимость устранена, все значения прямой радиации приведены к массе атмосферы, равной 2 ( $h_{\odot}=30^{\circ}$ ).

Скользкие 10-летние средние полуденных значений коэффициента прозрачности (рис. 3), вычисленного по данным Алма-Атинской обсерватории, свидетельствуют о значительном снижении прозрачности за последние 40 лет. Десятилетнее сглаживание позволяет избежать мелких пульсаций в ходе  $P$ , но в то же время маскирует ход коэффициента прозрачности в последние годы.

Анализ многолетнего хода коэффициента прозрачности убеждает в направленном уменьшении его значения. Изменение коэффициента прозрачности во времени (рис. 4) аппроксимируется прямой линией вида  $P=A-Bt$ , где  $t$  — время в годах. Коэффициенты  $A$  и  $B$  определены способом наименьших квадратов. Уравнения регрессии для центральных месяцев сезонов оказались следующими:

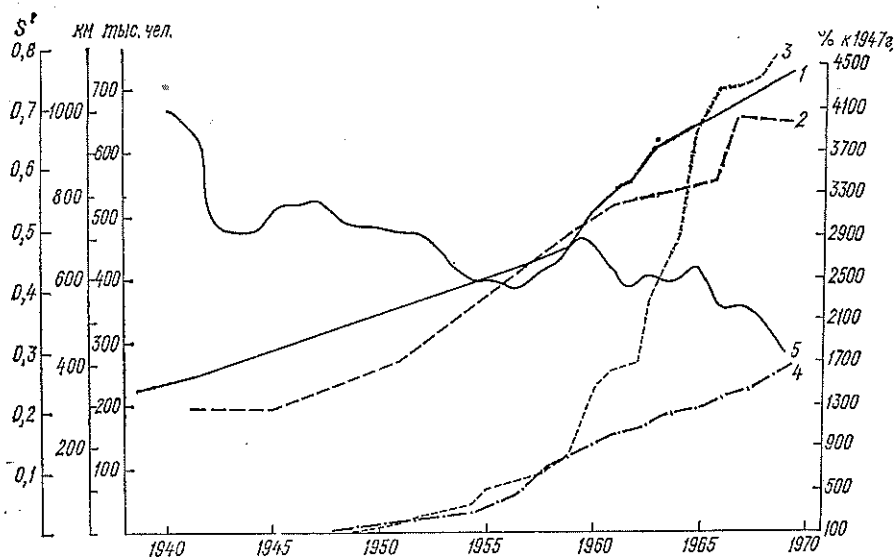


Рис. 2. Показатели роста г. Алма-Аты.

1 — численность населения, 2 — протяженность городских улиц, 3 — количество автомашин всех марок, 4 — количество мотоциклов, 5 — изменение прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность.

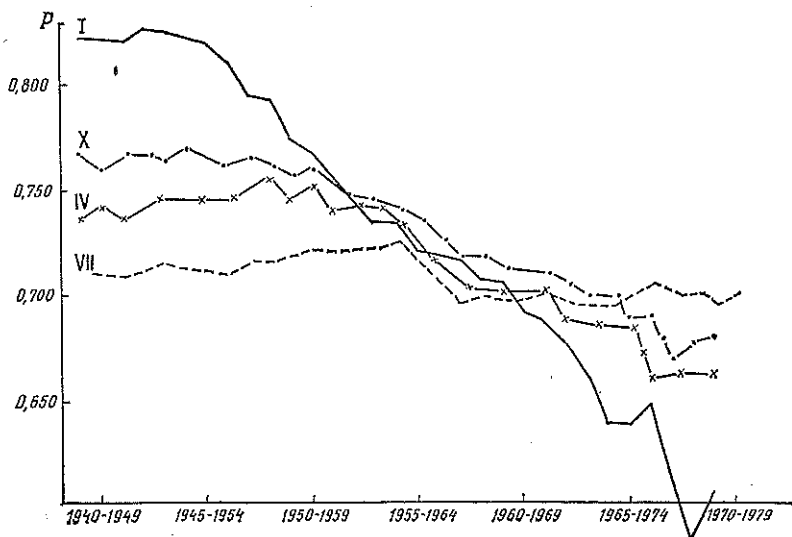


Рис. 3. Скользящие 10-летние средние полуденных значений коэффициента прозрачности в разные сезоны.

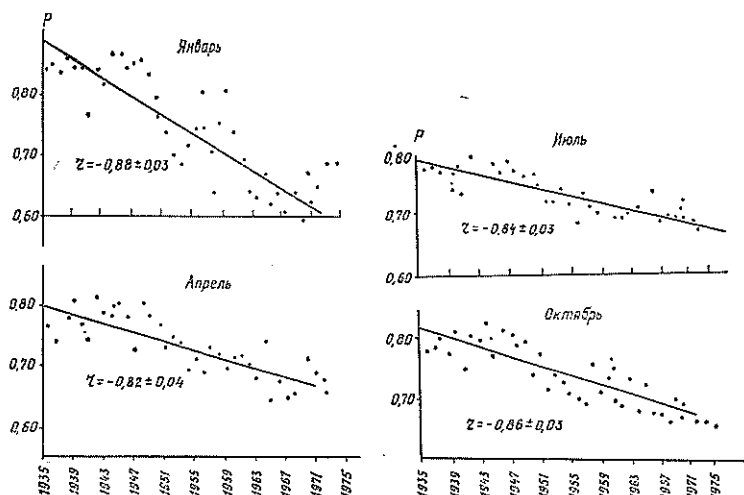


Рис. 4. Многолетний ход коэффициента прозрачности в Алма-Ате.

для января  $P=0,887-0,0074 t$ ,

для апреля  $P=0,806-0,0037 t$ ,

для июля  $P=0,789-0,0028 t$ ,

для октября  $P=0,817-0,0040 t$ .

Во все указанные месяцы снижение  $P$  во времени проявляется достаточно четко, коэффициент корреляции связей  $P=f(t)$  примерно одинаков и составляет  $0,82-0,88$ . Однако уменьшение коэффициента прозрачности в различные сезоны неодинаково: в январе за 10 лет  $P$  снижается в среднем на  $0,074$ , в апреле и октябре — примерно на  $0,040$ , а в июле — только на  $0,028$ . Очевидно, что систематическое снижение коэффициента прозрачности связано с возрастающим загрязнением атмосферы города.

Неодинаковые изменения коэффициента прозрачности в разные месяцы существенным образом изменили внутригодовой ход  $P$ . В 40-е годы максимум коэффициента прозрачности наблюдался зимой, что связано с менее благоприятными условиями для почвенного запыления воздуха, меньшей его абсолютной влажностью и т. д. Минимум отмечался летом. Это был естественный ход  $P$ , идентичный с таковым на других станциях Советского Союза и за рубежом, а также с тем ходом, который отмечался на соседних с Алма-Атой станциях, расположенных вне города (рис. 5).

В последние же годы в связи с возрастающим влиянием города, его промышленности и транспорта годовой ход коэффициента прозрачности стал противоположным. Особенно большие изменения прозрачности произошли в холодный период.

При анализе направленных уменьшений коэффициентов прозрачности, а следовательно, и уменьшений прямой радиации, достигающей поверхности земли, был рассмотрен вопрос о том, изменение каких компонент в составе городской атмосферы вызы-

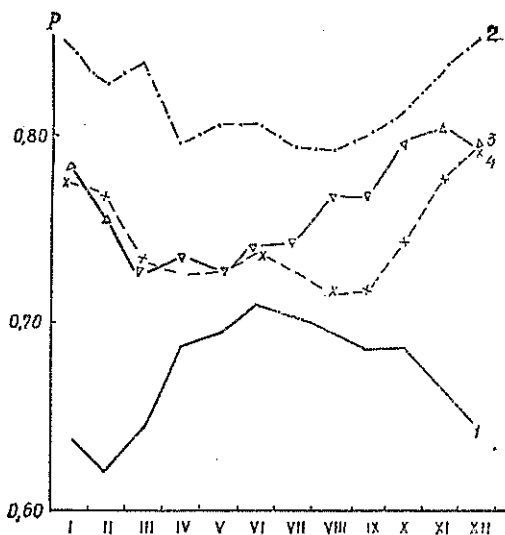


Рис. 5. Годовой ход прозрачности атмосферы на станциях, расположенных в окрестностях Алма-Аты.

1 — Алма-Ата, ГМО (1960–1970 гг.); 2 — Алма-Ата, ГМО (1935–1937 гг.); 3 — Айдарлы (1962–1970 гг.); 4 — Алма-Ата, агро (1960–1970 гг.).

вает такие значительные потери тепла. Расчеты количества водяного пара, выполненные за более чем 30-летний период, не выявили заметных тенденций к увеличению общего влагосодержания атмосферы над Алма-Атой ни в январе, ни в июле. Следовательно, уменьшение прихода прямой радиации связано исключительно с влиянием города.

На основании расчетов общего запаса влаги в атмосфере вычислено количество солнечной радиации, теряющееся из-за поглощения ее парами воды  $\Delta S_{H_2O}$  по формуле

$$\Delta S_{H_2O} = 0,184 (m\omega_\infty)^{0,27},$$

где  $m$  — масса атмосферы;  $\omega_\infty$  — запас воды в атмосфере. Зная  $\Delta S_{H_2O}$ ,  $\Delta S$  измеренное и  $\Delta S_{Re}$  — ослабление прямой радиации на молекулах воздуха ( $\Delta S_{Re} = 0,352 - \text{const}$ ) — можно определить  $\Delta S_{aэр}$  — долю солнечной радиации, рассеивающейся в атмосфере на сухих аэрозолях.

$$\Delta S_{aэр} = \Delta S_{общ} - \Delta S_{Re} - \Delta S_{H_2O}.$$

В среднем многолетнем зимой водяным паром поглощается примерно 10 % солнечной энергии, поступающей на верхнюю границу атмосферы. Такое количество солнечной энергии достаточно устойчиво, его колебания ограничены интервалом 7–15 % для отдельных случаев радиозондирования. Изменения средних месячных значений  $\Delta S_{H_2O}$  еще меньше и составляют 9–12 %.

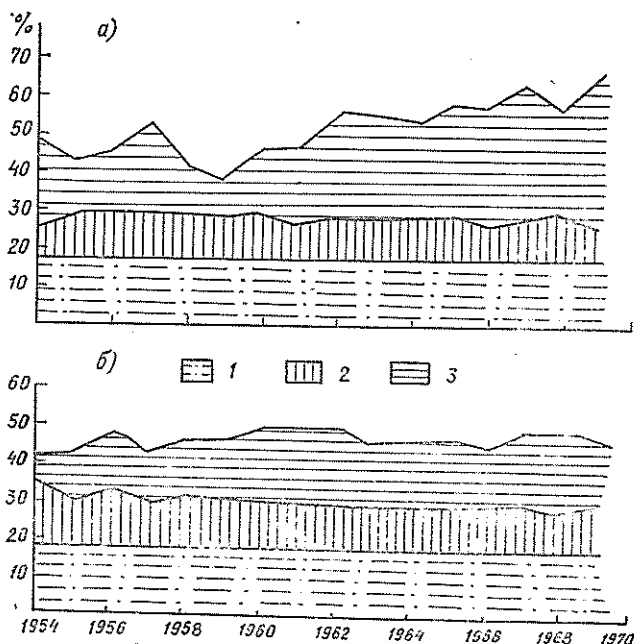
Расчеты аэрозольного ослабления прямой радиации, произведенные отдельно для двух периодов (1954–1962 и 1963–1973 гг.), позволяют сделать вывод о том, что за второй период зимой в атмосфере города теряется почти вдвое больше солнечной энергии, чем за предыдущий период. Среднее  $\Delta S_{aэр}$  за период



363499

Рис. 6. Ослабление прямой солнечной радиации в атмосфере.

а — зима, б — лето;  
1 — молекулярное,  
2 — водяным паром,  
3 — сухими аэрозолями.



1954—1962 гг. равно 16 %, за период 1963—1973 гг. — 31 %. За весь 20-летний период 1954—1973 гг. среднее  $\Delta S_{\text{аэр}}$  равно 26 %.

Летнее значение  $\Delta S_{\text{Н}_2\text{О}}$  отличается большим постоянством во времени, в среднем многолетнем оно равно 14 %. Значение  $\Delta S_{\text{аэр}}$  летом более изменчиво, однако существенного увеличения аэрозольного ослабления с годами не наблюдается. Среднее многолетнее  $\Delta S_{\text{аэр}}$  равно 16 % (рис. 6). Из-за относительной сухости атмосферы города водяной пар играет наименьшую роль в ослаблении прямой радиации (10 %), молекулярное рассеяние составляет 18 %. Аэрозоли зимой задерживают значительную часть солнечной радиации (26 %). Летом  $\Delta S_{\text{аэр}}$  в начале рассматриваемого периода (1954 г.) было даже на 7 % меньше ослабления солнечной радиации, вызываемого водяным паром, что свидетельствует об исключительной чистоте алма-тинского воздуха в начале 50-х годов.

Рост аэрозольного ослабления в зимнее время более наглядно прослеживается в многолетнем ходе отношений  $\Delta S_{\text{Н}_2\text{О}}$  и  $\Delta S_{\text{аэр}}$  к интенсивности солнечной радиации, поступающей на верхнюю границу атмосферы (рис. 7).

Прямая радиация оказывает значительное влияние на микроклимат жилищ. Она может создать дополнительный нагрев помещений на 4—6 °С. Общая сумма получаемой жилищем солнечной радиации, распределение ее по отдельным помещениям, интенсивность радиации в отдельные часы суток — все это зависит

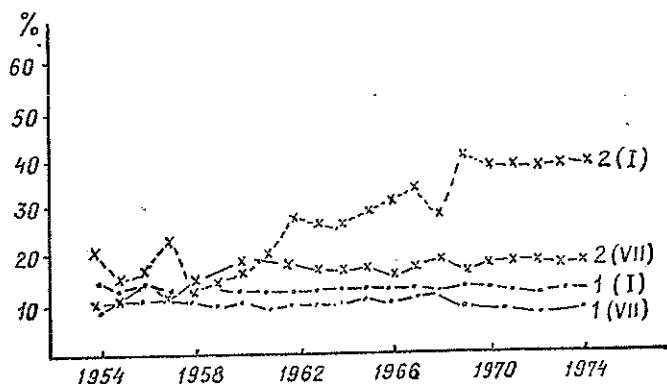


Рис. 7. Многолетний ход отношения  $\Delta S_{H_2O}$  (1) и  $\Delta S_{\text{аэр}}$  (2) к интенсивности солнечной радиации, поступающей на верхнюю границу атмосферы.

от ориентации здания, его положения в застройке и окружающего ландшафта. При этом важны прежде всего суточные суммы прямой радиации, поскольку рассеянная радиация распределяется сравнительно равномерно и ее влияние на микроклимат помещений из-за ограниченной видимости небосвода незначительно. Влияние отраженной радиации зависит от альбедо окружающих зданий и поверхностей.

Прямая солнечная радиация, поступающая на стены зданий, была рассчитана по формулам, в которые входили средние месячные значения, отнесенные к 15-му числу каждого месяца: высота  $h_{\odot}$  и склонение солнца ( $\delta_{\odot}$ ), азимут солнца ( $A_{\odot}$ ) и азимут нормали ( $A$ ) к стене. Изменение  $\cos h_{\odot}$ ,  $\sin A_{\odot}$  и  $\cos A_{\odot}$  в пределах часового интервала принималось линейным.

В табл. 5 представлено время начала и конца облучения прямой радиацией южных (северных стен) и время восхода и захода солнца. Время указано истинное солнечное. В зимний период время начала и конца облучения южных стен совпадает с восходом и заходом солнца. Летом начало облучения южных стен совпадает с концом облучения северных стен, и наоборот [45]. Северная стена инсолируется дважды в день — от восхода до начала инсоляции южной стены и от конца инсоляции южной стены до захода. Восточная стена инсолируется от восхода до полудня, западная — от полудня до захода солнца.

Из анализа табл. 6 и 7 следует, что зимой и в переходные месяцы большее количество тепла получают стены зданий, обращенные на юг и соседние с ним румбы (ЮЗ и ЮВ). Летом больше нагреваются стены, обращенные на восток, запад, юго-запад, юго-восток в связи с большой высотой солнца над горизонтом в полуденные часы, когда солнечные лучи проходят по касательной к стенам, развернутым на юг. В течение всего года восточные стены получают больше солнечной радиации, чем западные, в связи с

Таблица 5

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 ( $\varphi = 43^{\circ}14'$ )

|        | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Восход | 7 20  | 6 44  | 6 04  | 5 19  | 4 41  | 4 19  | 4 28  | 5 00  | 5 42  |       |       |       |
| Начало |       |       |       | 6 43  | 7 25  | 7 56  | 7 43  | 7 05  | 6 13  | 6 26  | 7 03  | 7 26  |
| Конец  | 16 40 | 17 16 | 17 56 | 17 77 | 16 35 | 16 00 | 16 17 | 16 53 | 17 47 |       |       |       |
| Заход  |       |       |       | 18 41 | 19 19 | 19 37 | 19 32 | 19 00 | 18 17 | 17 34 | 16 52 | 16 31 |

Таблица 6

Средние суточные суммы прямой радиации (МДж/м<sup>2</sup>), поступающей на вертикальные стены различной ориентации

| Ориентация<br>стены | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX   | X    | XI  | XII |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|
| Ю                   | 608 | 737 | 691 | 574 | 453 | 360 | 482 | 675  | 1006 | 1014 | 729 | 645 |
| С                   | 0   | 0   | 0   | 8   | 59  | 117 | 117 | 29   | 0    | 0    | 0   | 0   |
| В                   | 126 | 222 | 327 | 457 | 603 | 641 | 767 | 654  | 620  | 398  | 184 | 126 |
| СВ                  | 4   | 25  | 84  | 193 | 344 | 423 | 482 | 318  | 210  | 71   | 8   | 0   |
| З                   | 138 | 226 | 293 | 385 | 503 | 499 | 666 | 616  | 541  | 344  | 172 | 138 |
| СЗ                  | 4   | 25  | 80  | 163 | 281 | 327 | 415 | 302  | 180  | 59   | 13  | 0   |
| ЮЗ                  | 444 | 549 | 532 | 541 | 541 | 473 | 654 | 737  | 872  | 742  | 515 | 465 |
| ЮВ                  | 423 | 545 | 574 | 608 | 624 | 578 | 729 | 771  | 947  | 813  | 532 | 453 |

Таблица 7

Отношение (%) радиации, поступающей на различно ориентированные стены, к радиации, поступающей на южную стену

| Ориентация<br>стены | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ЮЗ                  | 0,73 | 0,75 | 0,77 | 0,94 | 1,20 | 1,32 | 1,36 | 1,09 | 0,87 | 0,73 | 0,71 | 0,72 |
| ЮВ                  | 0,70 | 0,74 | 0,83 | 1,06 | 1,38 | 1,60 | 1,36 | 1,14 | 0,94 | 0,80 | 0,73 | 0,70 |
| В                   | 0,20 | 0,30 | 0,47 | 0,80 | 1,33 | 1,78 | 1,59 | 0,96 | 0,62 | 0,39 | 0,25 | 0,20 |
| З                   | 0,23 | 0,30 | 0,42 | 0,67 | 1,16 | 1,38 | 1,38 | 0,91 | 0,54 | 0,34 | 0,24 | 0,21 |

несимметричностью относительно полудня загрязнения атмосферы в городе. На горизонтальную поверхность (землю, крыши) весь год поступает больше солнечной радиации, чем на вертикальные поверхности, исключая стены южной ориентации в зимнее время. Годовые суммы прямой радиации (МДж/м<sup>2</sup>), поступающие на

стены зданий и горизонтальную поверхность в Алма-Ате, приведены ниже:

| С   | СВ  | В   | ЮВ   | Ю    | ЮЗ   | З    | СЗ  | Горизонтальная<br>поверхность |
|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-------------------------------|
| 101 | 662 | 559 | 2313 | 2422 | 2158 | 1379 | 561 | 3323                          |

**Рассеянная радиация.** Рассеянная радиация играет большую роль в радиационном режиме. В отличие от прямой она поступает на землю и при сплошном облачном покрове. Благодаря этому рассеянная радиация приобретает большое самостоятельное значение для жизни человека, животных и растений как фотоэнергетический источник.

Наблюдения над рассеянной радиацией в Алма-Ате начались в 1936 г. Ее регистрация велась с 1942 по 1954 г. и с 1966 г. по настоящее время.

Основные закономерности суточного и годового хода интенсивности рассеянной радиации, относящиеся к условиям ясной погоды и для средних условий облачности, приводятся в табл. 8.

Подобно прямой радиации, интенсивность рассеянной радиации при ясном небе  $D_0$  имеет правильный суточный ход, зависящий от высоты солнца. Максимум  $D_0$  наблюдается в полдень. В годовом ходе максимальная интенсивность рассеянной радиации ( $0,16—0,17$  кВт/м<sup>2</sup>) отмечается в марте, когда на увеличение  $D_0$  влияет наличие снега, а минимальная — в декабре. Рассеянная радиация, полученная при реальных условиях погоды, в  $1,5—2,0$  раза превышает  $D_0$ .

Зависимость рассеянной радиации от массы атмосферы хорошо прослеживается по табл. 3 приложения, в которой приведена средняя интенсивность рассеянной радиации за 1939—1942 гг., наблюдаемой в 13 различных моментах — истинный полдень и при шести симметрично расположенных с ним массах атмосферы. Из таблицы видно, что максимальные интенсивности рассеянной радиации во все месяцы приходятся на истинный полдень.

В табл. 9 представлены средние часовые и суточные суммы рассеянной радиации при ясном небе и при средних условиях облачности, полученные в результате обработки пиранограмм за 25-летний период (1942—1954, 1966—1977 гг.). Максимальные суммы рассеянной радиации наблюдаются в период наибольшей высоты солнца, минимальные — после восхода солнца и перед его заходом. Из табл. 9 видно, что облачность при достаточно больших высотах увеличивает рассеянную радиацию в  $2,0—2,5$  раза. При малых высотах солнца облачность, наоборот, уменьшает  $D$ . Следует заметить, что влияние облаков на рассеянную радиацию вообще очень разнообразно и зависит главным образом от типа облачности и ее распределения по небесному своду. Кривые рис. 8 характеризуют зависимость рассеянной радиации от типа облаков и высоты солнца. Значения  $D$  выбирались при количестве облаков каждого типа, равном 10 баллам.

Таблица 8  
Интенсивность рассеянной радиации (кВт/м²) при ясном небе и средних  
условиях облачности в разные часы суток

| Месяц                           | Время, ч |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                 | 5        | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   |
| При ясном небе                  |          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| I                               |          |      |      | 0,01 | 0,05 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,05 | 0,01 |      |      |      |
| II                              |          |      |      | 0,02 | 0,08 | 0,12 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,12 | 0,08 | 0,03 |      |      |      |
| III                             |          |      | 0,02 | 0,07 | 0,12 | 0,13 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,16 | 0,15 | 0,13 | 0,08 | 0,03 |      |      |
| IV                              |          | 0,02 | 0,06 | 0,09 | 0,13 | 0,14 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,15 | 0,13 | 0,10 | 0,07 | 0,02 |      |
| V                               | 0,01     | 0,03 | 0,07 | 0,09 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,10 | 0,08 | 0,05 | 0,01 |
| VI                              | 0,01     | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,10 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,01 |
| VII                             | 0,01     | 0,03 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,05 | 0,01 |
| VIII                            |          | 0,02 | 0,06 | 0,09 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,09 | 0,07 | 0,02 |      |
| IX                              |          | 0,01 | 0,03 | 0,07 | 0,09 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,10 | 0,09 | 0,02 |      |      |
| X                               |          |      |      | 0,05 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,09 | 0,06 | 0,01 |      |      |
| XI                              |          |      |      | 0,02 | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,10 | 0,12 | 0,10 | 0,09 | 0,06 | 0,02 |      |      |      |
| XII                             |          |      |      | 0,01 | 0,03 | 0,06 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,05 | 0,01 |      |      |      |
| При средних условиях облачности |          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| I                               |          |      |      | 0,01 | 0,06 | 0,10 | 0,14 | 0,16 | 0,16 | 0,14 | 0,10 | 0,06 | 0,01 |      |      |      |
| II                              |          |      |      | 0,05 | 0,09 | 0,15 | 0,19 | 0,22 | 0,22 | 0,20 | 0,16 | 0,10 | 0,05 |      |      |      |
| III                             |          |      | 0,02 | 0,08 | 0,14 | 0,19 | 0,21 | 0,24 | 0,23 | 0,22 | 0,19 | 0,14 | 0,08 | 0,02 |      |      |
| IV                              |          | 0,01 | 0,06 | 0,12 | 0,17 | 0,21 | 0,23 | 0,26 | 0,26 | 0,23 | 0,21 | 0,16 | 0,12 | 0,06 | 0,01 |      |
| V                               |          | 0,03 | 0,09 | 0,14 | 0,17 | 0,22 | 0,24 | 0,24 | 0,26 | 0,24 | 0,22 | 0,19 | 0,14 | 0,09 | 0,03 |      |
| VI                              | 0,01     | 0,05 | 0,09 | 0,14 | 0,17 | 0,20 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,23 | 0,22 | 0,19 | 0,15 | 0,10 | 0,05 | 0,01 |
| VII                             | 0,01     | 0,05 | 0,09 | 0,13 | 0,16 | 0,19 | 0,20 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,19 | 0,16 | 0,14 | 0,09 | 0,05 | 0,01 |
| VIII                            |          | 0,02 | 0,07 | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,19 | 0,20 | 0,21 | 0,19 | 0,16 | 0,15 | 0,12 | 0,07 | 0,02 |      |
| IX                              |          |      | 0,03 | 0,08 | 0,12 | 0,15 | 0,17 | 0,17 | 0,19 | 0,17 | 0,15 | 0,13 | 0,09 | 0,03 |      |      |
| X                               |          |      | 0,01 | 0,05 | 0,09 | 0,12 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,15 | 0,13 | 0,09 | 0,05 | 0,01 |      |      |
| XI                              |          |      |      | 0,02 | 0,06 | 0,09 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,13 | 0,09 | 0,06 | 0,02 |      |      |      |
| XII                             |          |      |      | 0,01 | 0,05 | 0,08 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,12 | 0,08 | 0,05 | 0,01 |      |      |      |

**Таблица 9**  
Средние многолетние часовые и суточные суммы рассеянной радиации  
[МДж/(м<sup>2</sup> · 10<sup>-2</sup>)] при ясном небе и средних условиях облачности

| Месяц                           | Время, ч |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  | Сут-<br>ки |
|---------------------------------|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|------------|
|                                 | 5        | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |  |  |  |            |
| При ясном небе                  |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |            |
| I                               |          |    |    | 4  | 17 | 29 | 34 | 38 | 38 | 34 | 29 | 17 | 4  |    |    |    |  |  |  | 244        |
| II                              |          |    |    | 8  | 29 | 42 | 50 | 54 | 54 | 50 | 42 | 29 | 13 |    |    |    |  |  |  | 371        |
| III                             |          |    | 8  | 25 | 42 | 46 | 59 | 63 | 63 | 59 | 50 | 46 | 29 |    |    |    |  |  |  | 503        |
| IV                              |          | 8  | 21 | 34 | 46 | 50 | 59 | 59 | 59 | 59 | 50 | 46 | 38 | 13 |    | 8  |  |  |  | 562        |
| V                               | 4        | 13 | 25 | 34 | 38 | 42 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 38 | 29 | 17 | 4  |  |  |  | 520        |
| VI                              | 4        | 17 | 25 | 34 | 38 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 38 | 34 | 25 | 17 | 4  |  |  |  | 488        |
| VII                             | 4        | 13 | 25 | 29 | 38 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 38 | 29 | 17 | 4  |    |  |  |  | 491        |
| VIII                            |          | 8  | 21 | 34 | 38 | 42 | 46 | 46 | 50 | 46 | 46 | 42 | 34 | 25 | 8  |    |  |  |  | 486        |
| IX                              |          | 4  | 13 | 25 | 34 | 42 | 46 | 50 | 46 | 46 | 42 | 38 | 34 | 8  |    |    |  |  |  | 428        |
| X                               |          |    |    | 17 | 29 | 38 | 42 | 46 | 46 | 46 | 42 | 34 | 21 | 4  |    |    |  |  |  | 365        |
| XI                              |          |    |    | 8  | 21 | 29 | 38 | 38 | 42 | 38 | 34 | 21 | 8  |    |    |    |  |  |  | 277        |
| XII                             |          |    |    | 4  | 13 | 21 | 29 | 34 | 34 | 34 | 29 | 17 | 4  |    |    |    |  |  |  | 219        |
| При средних условиях облачности |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |            |
| I                               |          |    |    | 4  | 21 | 38 | 50 | 59 | 59 | 50 | 38 | 21 | 4  |    |    |    |  |  |  | 344        |
| II                              |          |    |    | 17 | 34 | 54 | 67 | 80 | 80 | 71 | 59 | 38 | 17 |    |    |    |  |  |  | 517        |
| III                             |          |    | 8  | 29 | 50 | 67 | 75 | 88 | 84 | 80 | 67 | 50 | 29 |    |    |    |  |  |  | 635        |
| IV                              |          | 4  | 21 | 42 | 63 | 75 | 84 | 92 | 92 | 84 | 75 | 59 | 42 | 21 | 4  |    |  |  |  | 758        |
| V                               |          | 13 | 34 | 50 | 63 | 80 | 88 | 88 | 92 | 88 | 80 | 67 | 50 | 34 | 13 |    |  |  |  | 840        |
| VI                              | 4        | 17 | 34 | 50 | 63 | 71 | 84 | 88 | 88 | 84 | 80 | 67 | 54 | 38 | 17 | 4  |  |  |  | 843        |
| VII                             | 4        | 17 | 34 | 46 | 59 | 67 | 71 | 75 | 75 | 75 | 67 | 59 | 50 | 34 | 17 | 4  |  |  |  | 754        |
| VIII                            |          | 8  | 25 | 42 | 50 | 59 | 67 | 71 | 75 | 67 | 59 | 54 | 42 | 25 | 6  |    |  |  |  | 652        |
| IX                              |          |    | 13 | 29 | 42 | 54 | 63 | 63 | 67 | 63 | 54 | 46 | 34 | 13 |    |    |  |  |  | 541        |
| X                               |          |    | 1  | 17 | 34 | 42 | 50 | 54 | 59 | 54 | 46 | 34 | 17 | 4  |    |    |  |  |  | 412        |
| XI                              |          |    |    | 8  | 21 | 34 | 46 | 50 | 50 | 46 | 34 | 21 | 8  |    |    |    |  |  |  | 318        |
| XII                             |          |    |    | 4  | 17 | 29 | 42 | 46 | 50 | 42 | 29 | 17 | 4  |    |    |    |  |  |  | 280        |

**Таблица 10**  
Средние месячные и годовые суммы солнечной радиации (МДж/м<sup>2</sup>) и их  
процентное отношение. 1942—1975 гг.

| Характеристика  | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII | Год  |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
| D               | 109 | 142 | 193 | 214 | 256 | 239 | 222 | 197  | 159 | 130 | 96  | 80  | 2037 |
| S'              | 80  | 109 | 172 | 272 | 377 | 444 | 511 | 448  | 339 | 210 | 101 | 67  | 3130 |
| Q               | 189 | 251 | 365 | 486 | 633 | 683 | 733 | 645  | 498 | 340 | 197 | 147 | 5167 |
| D/S'            | 137 | 131 | 112 | 78  | 68  | 54  | 43  | 44   | 47  | 62  | 95  | 119 | 65   |
| D/Q             | 58  | 57  | 53  | 44  | 40  | 35  | 30  | 31   | 32  | 38  | 49  | 54  | 39   |
| D/Q             | 45  | 41  | 42  | 39  | 39  | 38  | 37  | 37   | 38  | 41  | 42  | 49  | 41   |
| (по Полтораусу) |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |

Облака нижнего яруса (Ns, Cb) увеличивают рассеянную радиацию незначительно, среднего и верхнего ярусов — много больше.

Из табл. 10, где приведены месячные и годовые суммы рассеянной, суммарной и прямой радиации на горизонтальную поверх-

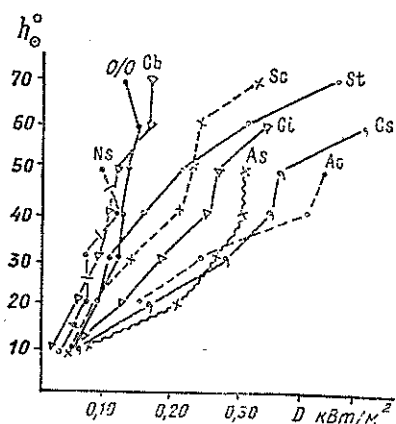


Рис. 8. Зависимость рассеянной радиации  $D$  от высоты солнца  $h_{\odot}$  при разных типах облаков.

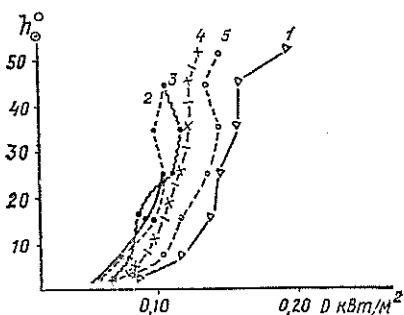


Рис. 9. Зависимость рассеянной радиации  $D$  от фактора мутности атмосферы  $T$  при разных высотах солнца  $h_{\odot}$ .

1)  $T = 1.0 \dots 2.0$ ; 2)  $T = 2.1 \dots 2.5$ ; 3)  $T = 2.6 \dots 3.0$ ; 4)  $T = 3.1 \dots 3.5$ ; 5)  $T = 3.6 \dots 4.0$ .

ность и отношение рассеянной к прямой и суммарной, видно, что рассеянная радиация преобладает в зимнее время над прямой и составляет 45—80 % прямой радиации на горизонтальную поверхность летом. Доля рассеянной радиации в суммарной колеблется от 30—40 % летом до 50—60 % зимой, составляя в среднем за год 39 %.

Загрязнение атмосферы города снижает рассеянную радиацию в зимний период и несколько повышает ее летом, что хорошо видно из табл. 11 и табл. 4 приложения, где представлены по периодам месячные и суточные суммы рассеянной радиации.

Таблица 11

Месячные суммы рассеянной радиации (МДж/м<sup>2</sup>) за разные периоды

| Период, годы | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI | XII | Год  |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|----|-----|------|
| 1942—1954    | 119 | 156 | 193 | 217 | 244 | 232 | 209 | 186  | 139 | 121 | 99 | 96  | 2011 |
| 1966—1977    | 103 | 136 | 202 | 228 | 273 | 257 | 244 | 208  | 173 | 133 | 92 | 82  | 2131 |
| 1942—1977    | 111 | 146 | 198 | 222 | 259 | 245 | 226 | 197  | 156 | 127 | 96 | 89  | 2072 |

На рис. 9 представлена зависимость рассеянной радиации от фактора мутности атмосферы ( $T$ ). С увеличением загрязнения атмосферы в Алма-Ате рассеянная радиация растет при всех высотах солнца. Характер зависимости  $D$  от  $T$  различен в каждом из пунктов наблюдений. Такое расхождение вызывается тем, что в отдельных пунктах поглощение и рассеяние солнечной радиации играют разную роль в общем ослаблении  $D$  [45]. Рост рассеянной радиации с увеличением фактора мутности происходит в пунктах, где рост помутнения атмосферы связан с рассея-

нием. Таким образом, увеличение рассеянной радиации с ростом фактора мутности в Алма-Ате может быть объяснено преобладанием сухих аэрозолей. По увеличению  $D$  можно заключить и об увеличении количества аэрозолей в атмосфере. При возрастании коэффициента прозрачности в два раза, эквивалентном примерно удвоению содержания аэрозоля, рассеянная радиация увеличивается на 70 %.

Из всего сказанного следует, что в зависимости от условий облачности и прозрачности атмосферы значения рассеянной радиации сильно колеблются ото дня ко дню. Диапазон изменения суточных сумм  $D$  в летнее время много шире, чем зимой. Наибольшей изменчивостью обладают дневные суммы рассеянной радиации в мае, когда они могут достигать 16 МДж/м<sup>2</sup>. Зимой значения  $D$  колеблются в основном в пределах 1,6—5,0 МДж/м<sup>2</sup>.

В табл. 12 приводятся максимальные и минимальные дневные суммы рассеянной радиации за период 1966—1976 гг. Из анализа данных таблицы следует, что основными постоянно действующими факторами, определяющими суточные суммы рассеянной радиации, являются высота солнца и продолжительность дня. Именно этим объясняется то, что максимальные суточные суммы  $D$  имеют наименьшие значения в декабре, а наибольшие — в мае—июне.

Таблица 12

Экстремальные дневные суммы рассеянной радиации [МДж/(м<sup>2</sup> · сут)].  
1966—1976 гг.

| Месяц | $D_{\text{макс}}$ | Год  | $D_{\text{мин}}$ | Год  | Месяц | $D_{\text{макс}}$ | Год  | $D_{\text{мин}}$ | Год  |
|-------|-------------------|------|------------------|------|-------|-------------------|------|------------------|------|
| I     | 545               | 1970 | 155              | 1968 | VII   | 1311              | 1974 | 423              | 1973 |
| II    | 817               | 1976 | 210              | 1976 | VIII  | 1102              | 1967 | 398              | 1972 |
| III   | 997               | 1976 | 243              | 1973 | IX    | 926               | 1967 | 281              | 1969 |
| IV    | 1207              | 1972 | 306              | 1974 | X     | 721               | 1966 | 180              | 1975 |
| V     | 1483              | 1976 | 381              | 1973 | XI    | 541               | 1971 | 117              | 1976 |
| VI    | 1437              | 1967 | 423              | 1975 | XII   | 419               | 1974 | 105              | 1968 |

Суммарная радиация состоит из прямой и рассеянной, приход которых определяется астрономическими факторами (высотой солнца над горизонтом и продолжительностью дня), а также облачностью, прозрачностью атмосферы и характером подстилающей поверхности.

Суммарная радиация измеряется открытым для действия солнечных лучей пиранометром. Соединяя пиранометр с гальванометром, можно получить непрерывную регистрацию суммарной радиации. В работе использованы как данные срочных наблюдений, так и имеющиеся пиранограммы начиная с 1941 г. по настоящее время.

В табл. 5—6 приложения приведены интенсивности суммарной радиации для условий ясного неба и при средних условиях облачности за периоды 1941—1954 и 1966—1976 гг. Суммарная ра-



диацния имеет правильный суточный ход с максимумом в полуденные часы (12—13 ч) во все месяцы. В годовом ходе наибольшие интенсивности наблюдаются летом ( $1,08 \text{ кВт/м}^2$ ). Средний многолетний полуденный максимум в мае также высок ( $1,07 \text{ кВт/м}^2$ ). В течение всего года интенсивности суммарной радиации распределены несимметрично относительно полудня. Послеполуденные значения  $Q$  превышают соответствующие дополу-денные значения. Это явление характерно для многих городов [16] и не является случайным. Оно объясняется ростом рассеянной радиации во второй половине дня, связанным с некоторым преобладанием в это время повторяемости хорошо рассеивающих радиацию облаков (Сi, Ас, Ас, Сu) [16], а также с увеличением загрязнения атмосферы города.

При анализе интенсивности суммарной радиации при ясном небе (табл. 5 приложения) четко выявляется уменьшение общего прихода солнечной радиации к поверхности земли за второй период по сравнению с первым. Во все зимние месяцы и в переходные сезоны, а также летом в утренние и вечерние часы (при больших массах атмосферы) интенсивность суммарной радиации понижена на 2—40 % в зависимости от времени суток. Аналогичная картина наблюдается и при анализе данных табл. 6 приложения.

Наряду с интенсивностью суммарной радиации для характеристики радиационного режима необходимо рассмотреть суммы тепла, поступающие к поверхности земли за счет суммарной радиации.

В табл. 7 приложения приведены возможные суточные суммы тепла, поступающие на каждый квадратный метр горизонтальной поверхности при ясном небе и хорошей прозрачности атмосферы.

В табл. 8—9 приложения представлены средние многолетние часовые суммы суммарной радиации, вычисленные, как и интенсивности, при ясном небе и средних условиях облачности. Анализ данных табл. 8 приложения показал, что в период 1941—1954 гг. облачность снижала поступление тепла на горизонтальную поверхность в зимние и переходные месяцы, а также в утренние и вечерние часы теплого периода (апрель—июль). Начиная же с 8 ч утра летом, когда высота солнца достаточно большая, и до 16 ч дня наличие облаков увеличивало суммарную радиацию за счет роста рассеянной радиации. В 60—70-х гг. картина иная: весь год наблюдалось преобладание сумм  $Q$  при ясном небе над аналогичными суммами, полученными при средних условиях облачности. Некоторый рост рассеянной радиации не может компенсировать уменьшения прямой, вызванного суммарным эффектом — облачностью и загрязнением атмосферы. Такое заключение находится в согласии с выводом М. Е. Берлянда и др. [16] о том, что «в целом по стране за 1960—1970 гг. преобладает тенденция к возрастанию рассеянной и убыванию прямой радиации. При этом несколько уменьшается и суммарная радиация».

В годовом ходе средние месячные суммы суммарной радиации имеют максимум ( $725 \text{ МДж/м}^2$ ) в июле, минимум ( $126 \text{ МДж/м}^2$ ) в декабре (суммы  $Q$  приведены за период 1966—1975 гг.)

| Месяц . . .         | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII | Год  |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
| $Q \text{ МДж/м}^2$ | 163 | 226 | 344 | 469 | 628 | 687 | 725 | 645  | 478 | 318 | 176 | 126 | 4985 |

Такой характер годового хода сумм  $Q$  обусловлен годовым ходом высоты солнца и продолжительностью светлой части суток.

Исследованиями С. М. Горленко, Н. Н. Калитина и М. Е. Берлянд [16, 24, 29] установлено, что суммарная радиация является сравнительно устойчивой величиной и относительно мало меняется от года к году [45]. Из рис. 10 видно, что между крайними значениями месячных сумм наблюдаются разности, составляющие летом  $180 \text{ МДж/м}^2$ , а зимой  $50 \text{ МДж/м}^2$ .

Сезонное распределение сумм  $Q$  характеризует климатическую роль суммарной радиации. В табл. 13 представлены суммы тепла по сезонам для Алма-Аты и некоторых других пунктов СССР, близких к ней по широте [45].

Облачность является основным фактором, влияющим на суммарную радиацию как в сторону ее увеличения, так и особенно в сторону ее уменьшения; причем это влияние очень разнообразно. Оно зависит от количества облаков, их формы, положения на небесном своде, высоты солнца над горизонтом. Чем больше высота солнца, тем больше сумма суммарной радиации (рис. 11) при количестве облаков одного типа, равном 10 баллам. Особенно сильно растет  $Q$  при облаках верхнего яруса ( $C_i$ ,  $C_s$ ).

Таблица 13

Распределение абсолютных и относительных значений суммарной радиации ( $\text{МДж/м}^2$ ) по сезонам и за год

| Станция  | Зима       | Весна       | Лето        | Осень       | Год  |
|----------|------------|-------------|-------------|-------------|------|
| Алма-Ата | 524 (10,4) | 1441 (28,9) | 2057 (41,2) | 972 (19,5)  | 4994 |
| Тбилиси  | 566 (11,2) | 1487 (29,4) | 2024 (40,0) | 980 (19,4)  | 5057 |
| Ташкент  | 553 (9,7)  | 1559 (27,3) | 2430 (42,6) | 1165 (20,4) | 5707 |
| Карадаг  | 461 (9,2)  | 1504 (30,0) | 2108 (42,0) | 943 (18,8)  | 5016 |

Примечание. В скобках приведен процент от годовой суммы.

Зависимость суммарной радиации от фактора мутности атмосферы  $T$  при разных высотах солнца представлена на рис. 12. Значение суммарной радиации тем меньше, чем больше фактор мутности (т. е. чем более загрязнена атмосфера) при одной и той же высоте солнца.

Радиационный баланс подстилающей поверхности равен разности поглощенной суммарной радиации и эффективного излучения. Общее уравнение радиационного баланса имеет вид

$$B = (S' + D - R) - (E_s - E_a) = Q(1 - A) - E_{\text{эф}},$$

где  $S'$  — прямая солнечная радиация на горизонтальную поверхность;  $D$  — рассеянная радиация;  $A$  — альbedo подстилающей поверхности;  $Q(1-A)$  — поглощенная радиация;  $E_s$  — собственное излучение подстилающей поверхности;  $E_a$  — встречное излучение атмосферы, поглощенное подстилающей поверхностью;  $E_{\text{эф}}$  — эффективное излучение подстилающей поверхности.

Закономерности изменения радиационного баланса определяются различными факторами, влияющими на ее основные составляющие.

Ночью значение радиационного баланса, определяемое только эффективным излучением, зависит от температуры подстилающей поверхности, облачности, стратификации атмосферы.

Днем основной составляющей радиационного баланса является суммарная радиация, поэтому определяющими факторами становятся высота солнца, облачность и альbedo подстилающей поверхности, т. е. радиационный баланс днем зависит в основном от поглощенной радиации, которую можно вычислить по формуле:  $B_k = Q(1-A)$  (см. табл. 10 приложения).

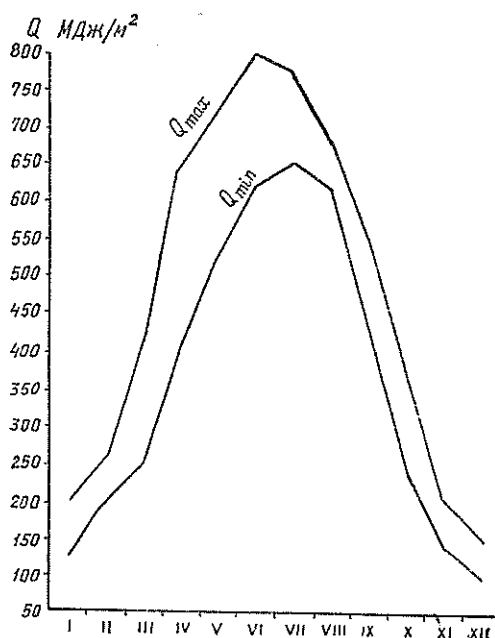


Рис. 10. Годовые изменения экстремальных месячных сумм суммарной радиации  $Q$ .

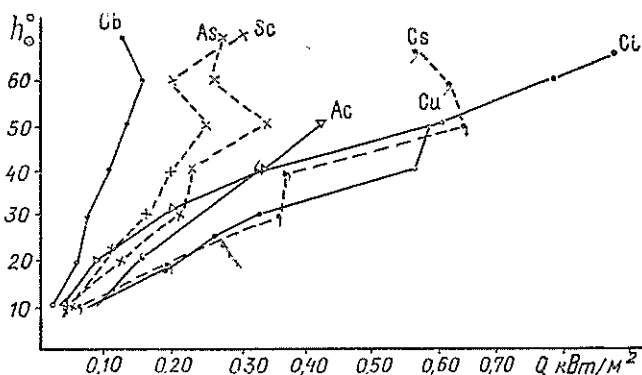


Рис. 11. Зависимость суммарной радиации  $Q$  от высоты солнца  $h_{\odot}$  при разных типах облаков.

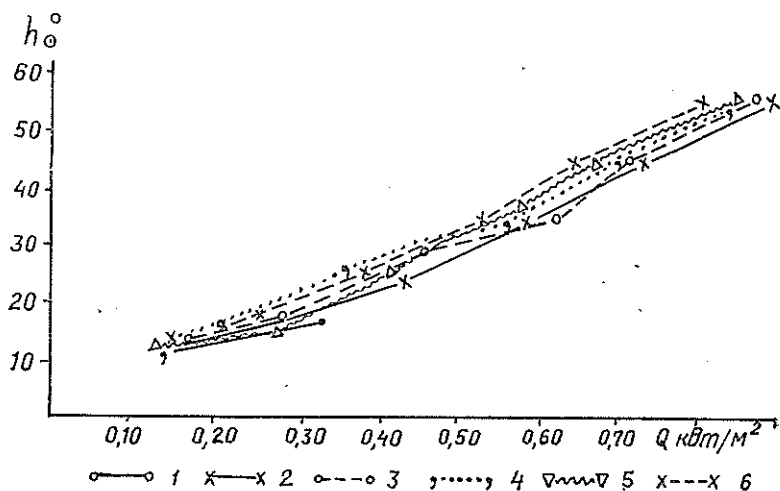


Рис. 12. Зависимость суммарной радиации  $Q$  от фактора мутности атмосферы  $T$  при разных высотах солнца  $h_{\odot}$ .

- 1)  $T = 1,0 \dots 2,0$ ; 2)  $T = 2,1 \dots 2,5$ ; 3)  $T = 2,6 \dots 3,0$ ; 4)  $T = 3,1 \dots 3,5$ ; 5)  $T = 3,6 \dots 4,0$ ; 6)  $T = 4,1 \dots 5,0$ .

В табл. 14 помещены суммы положительного  $B_+$  (за дневное время) и отрицательного  $B_-$  (за ночное время) баланса на каждый месяц. Эти характеристики могут быть использованы для оценки процессов, имеющих наибольшее развитие в ночное или дневное время (нагревание, выхолаживание, испарение и т. д.). Алгебраическая сумма  $B_+$  и  $B_-$  составляет месячную сумму радиационного баланса  $B$ . Годовой ход радиационного баланса повторяет в основном ход суммарной радиации. Максимальное значение радиационного баланса приходится на июнь—июль, минимум отмечается в декабре—январе. В зимние месяцы месячные суммы радиационного баланса значительно варьируют в зависимости от наличия или отсутствия снежного покрова. Экстремальные значения месячных сумм радиационного баланса приведены в табл. 15.

Суточный и годовой ход часовых и суточных сумм радиационного баланса представлен табл. 10 приложения.

В течение ночи радиационный баланс отрицателен и мало меняется. Переход баланса от отрицательных значений к положительным происходит в среднем через один час после восхода солнца при отсутствии снежного покрова и через полтора часа при его наличии. Затем радиационный баланс увеличивается с ростом высоты солнца и достигает максимальных значений в околополуденные часы. После полудня радиационный баланс уменьшается в соответствии с высотой солнца. Переход от положительных значений к отрицательным происходит в среднем за полтора часа до захода солнца как при отсутствии, так и при наличии снежного покрова. В отдельные годы и месяцы в зависимости от

Таблица 14

Средние месячные и годовые суммы солнечной радиации (МДж/м<sup>2</sup>) и альbedo (%) при средних условиях облачности. 1955—1975 гг.

| Характеристика | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII | Год  |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
| $S$            | 235 | 226 | 260 | 390 | 511 | 649 | 700 | 654  | 515 | 377 | 247 | 180 | 4944 |
| $S'$           | 84  | 101 | 155 | 260 | 356 | 457 | 490 | 440  | 314 | 197 | 96  | 59  | 3009 |
| $D$            | 96  | 134 | 193 | 226 | 268 | 243 | 235 | 205  | 163 | 130 | 88  | 75  | 2056 |
| $Q$            | 180 | 235 | 348 | 486 | 624 | 700 | 725 | 645  | 477 | 327 | 184 | 134 | 5065 |
| $R_K$          | 105 | 122 | 96  | 84  | 117 | 134 | 138 | 122  | 96  | 67  | 59  | 63  | 1203 |
| $B_K$          | 75  | 113 | 252 | 402 | 507 | 566 | 587 | 523  | 381 | 260 | 125 | 71  | 3862 |
| $B$            | —17 | 21  | 130 | 251 | 343 | 398 | 398 | 306  | 188 | 96  | 9   | —17 | 2106 |
| $B_+$          | 29  | 63  | 168 | 285 | 377 | 423 | 432 | 352  | 247 | 155 | 63  | 29  | 2623 |
| $B_-$          | —46 | —42 | —38 | —34 | —34 | —25 | —34 | —46  | —59 | —59 | —54 | —46 | 517  |
| $A$            | 58  | 51  | 28  | 17  | 19  | 19  | 19  | 19   | 20  | 21  | 33  | 49  | 29   |

Таблица 15

Экстремальные месячные суммы радиационного баланса (МДж/м<sup>2</sup>). 1965—1975 гг.

|            | I    | II         | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI         | XII  |
|------------|------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------|
| $B_{\max}$ | 13   | 84         | 189  | 314  | 394  | 461  | 436  | 373  | 230  | 126  | 25         | 8    |
| Год        | 1963 | 1963       | 1974 | 1975 | 1961 | 1971 | 1958 | 1960 | 1963 | 1964 | 1963, 1971 | 1969 |
| $B_{\min}$ | —42  | —13        | 71   | 180  | 260  | 352  | 348  | 277  | 151  | 54   | —17        | —46  |
| Год        | 1973 | 1972, 1973 | 1969 | 1958 | 1960 | 1967 | 1959 | 1966 | 1968 | 1968 | 1966       | 1974 |

условий облачности может отмечаться сдвиг максимума и изменение времени перехода радиационного баланса через нулевое значение.

Изменение интенсивности радиационного баланса и эффективного излучения при разных формах облачности иллюстрируется табл. 11 и 12 приложения, в которых приведена средняя интенсивность радиационного баланса и эффективного излучения в сроки 0 ч 30 мин, 12 ч 30 мин среднего солнечного времени при безоблачном небе и основных формах облачности.

**Естественная освещенность.** Основной характеристикой светового режима является освещенность горизонтальной поверхности. За единицу освещенности принимается люкс.

Естественная суммарная освещенность  $E_Q$  при безоблачном небе или частичной облачности складывается из прямой освещенности  $E_S$ , создаваемой непосредственно лучами солнца, и рассеянной освещенности  $E_D$ , поступающей от небесного свода и отраженной земной поверхностью:  $E_Q = E_S + E_D$ . При пасмурном небе суммарная освещенность равна рассеянной.

Суточный ход суммарной и рассеянной освещенности для каждого месяца представлен в табл. 16. Как видно из таблицы, в

Таблица 16

Суточный ход суммарной  $E_Q$  и рассеянной  $E_D$  освещенности (тыс. лк).  
1956—1975 гг.

| Среднее сол-<br>нечное время,<br>ч мин | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Суммарная освещенность                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 6 30                                   |      |      |      | 9,8  | 19,3 | 23,1 | 20,5 | 14,2 | 6,0  |      |      |      |
| 9 30                                   | 15,6 | 22,5 | 34,0 | 48,5 | 60,8 | 67,4 | 67,8 | 61,5 | 51,6 | 35,7 | 21,6 | 13,7 |
| 12 30                                  | 28,4 | 38,6 | 47,2 | 59,7 | 68,2 | 78,0 | 80,7 | 75,4 | 63,6 | 44,3 | 29,3 | 22,2 |
| 15 30                                  | 7,3  | 15,1 | 21,3 | 30,2 | 39,2 | 45,6 | 50,2 | 43,1 | 30,1 | 16,4 | 5,4  | 3,7  |
| 18 30                                  |      |      |      |      | 3,6  | 6,7  | 6,6  |      |      |      |      |      |
| Рассеянная освещенность                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 6 30                                   |      |      |      | 7,1  | 10,7 | 11,1 | 10,1 | 7,9  | 4,9  |      |      |      |
| 9 30                                   | 10,8 | 15,0 | 21,2 | 23,3 | 25,7 | 24,1 | 21,9 | 19,8 | 18,8 | 15,4 | 11,8 | 9,2  |
| 12 30                                  | 18,3 | 23,2 | 27,7 | 28,9 | 20,7 | 28,3 | 25,1 | 24,1 | 22,1 | 18,9 | 15,0 | 14,3 |
| 15 30                                  | 6,2  | 11,5 | 15,6 | 18,6 | 21,3 | 19,9 | 20,2 | 17,6 | 14,9 | 9,4  | 4,6  | 3,6  |
| 18 30                                  |      |      |      |      | 3,4  | 5,3  | 5,2  |      |      |      |      |      |

зимние месяцы в связи с загрязнением атмосферы суммарная освещенность в 1966—1975 гг. уменьшилась по сравнению даже с предшествующим десятилетием (1956—1965 гг.) на 5—10 %.

Интенсивность и месячные суммы суммарной и рассеянной освещенности (табл. 17—19) можно получить по интенсивности и месячным суммам суммарной и рассеянной радиации, используя световой эквивалент ( $k$ )

$$E_Q = Qk_Q; \quad E_D = Dk_D.$$

Таблица 17

Средние месячные суммы суммарной  $E_Q$  и рассеянной  $E_D$  освещенности (тыс. лк·10<sup>4</sup>)

| Характерис-<br>тика | I  | II | III | IV | V   | VI  | VII | VIII | IX | X  | XI | XII |
|---------------------|----|----|-----|----|-----|-----|-----|------|----|----|----|-----|
| $E_Q$               | 28 | 38 | 59  | 81 | 107 | 121 | 125 | 110  | 82 | 55 | 31 | 22  |
| $E_D$               | 19 | 25 | 37  | 42 | 50  | 47  | 45  | 40   | 32 | 25 | 17 | 15  |

Таблица 18

Изменение месячных сумм суммарной  $E_Q$  и рассеянной  $E_D$  освещенности за два десятилетия (1955—1965, 1966—1975 гг.) в долях единицы от  $E_Q$ ,  $E_D$  за 1966—1975 гг.

| Характерис-<br>тика | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\Delta E_Q$        | 0,90 | 0,95 | 1,02 | 0,96 | 0,99 | 0,98 | 1,00 | 1,02 | 1,00 | 0,96 | 0,97 | 0,91 |
| $\Delta E_D$        | 1,06 | 1,00 | 1,06 | 1,00 | 1,00 | 1,07 | 1,02 | 1,03 | 1,00 | 1,04 | 1,00 | 1,00 |

Таблица 19

Годовой ход коэффициентов вариации (%) от многолетних значений суммарной и рассеянной освещенности для отдельных месяцев

| Время, ч мин            | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII |
|-------------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|
| Суммарная освещенность  |    |    |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |
| 6 30                    |    |    |     | 12 | 10 | 11 | 5   | 9    | 12 |    |    |     |
| 9 30                    | 19 | 12 | 17  | 16 | 6  | 7  | 5   | 5    | 7  | 11 | 9  | 13  |
| 12 30                   | 15 | 11 | 17  | 15 | 10 | 9  | 8   | 6    | 7  | 12 | 10 | 15  |
| 15 30                   | 14 | 12 | 21  | 15 | 13 | 8  | 8   | 5    | 7  | 12 | 14 | 14  |
| 18 30                   |    |    |     |    | 13 | 8  | 11  | 15   |    |    |    |     |
| Рассеянная освещенность |    |    |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |
| 6 30                    |    |    |     | 11 | 10 | 17 | 7   | 3    | 10 |    |    |     |
| 9 30                    | 13 | 13 | 13  | 12 | 14 | 13 | 11  | 13   | 12 | 11 | 8  | 11  |
| 12 30                   | 13 | 13 | 11  | 11 | 11 | 9  | 10  | 6    | 10 | 9  | 13 | 7   |
| 15 30                   | 14 | 11 | 14  | 10 | 11 | 6  | 7   | 10   | 13 | 7  | 12 | 13  |
| 18 30                   |    |    |     |    | 12 | 10 | 10  | 16   |    |    |    |     |

В табл. 20 приведены световые эквиваленты для расчета интенсивности и месячных сумм освещенности.

Таблица 20

Световой эквивалент суммарной  $E_Q$  и рассеянной  $E_D$  радиации

| Время суток    | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII |
|----------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|
| $E_Q$          |    |    |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |
| День           | 68 | 68 | 69  | 70 | 71 | 71 | 71  | 71   | 70 | 68 | 68 | 69  |
| Утро, вечер    |    |    |     | 65 | 64 | 68 | 67  | 64   |    |    |    |     |
| Сумма за месяц | 67 | 67 | 70  | 71 | 69 | 70 | 71  | 70   | 70 | 70 | 68 | 69  |
| $E_D$          |    |    |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |
| День           | 77 | 76 | 77  | 77 | 77 | 77 | 78  | 79   | 78 | 77 | 78 | 75  |
| Утро, вечер    |    |    |     | 79 | 80 | 75 | 76  | 79   |    |    |    |     |
| Сумма за месяц | 78 | 77 | 77  | 76 | 77 | 77 | 77  | 80   | 79 | 80 | 80 | 78  |

### 3. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Атмосферная циркуляция является одним из основных климатических факторов образования климата. Общая циркуляция атмосферы создается под влиянием радиационных условий и особенностей подстилающей поверхности.

На территорию Казахстана поступают воздушные массы различного происхождения: арктические, полярные (массы умеренных широт) и тропические. Арктические воздушные массы приходят из Гренландии и сибирского сектора Арктики, умеренные (полярные) формируются над Атлантикой, Европой и Западной Сибирью, а тропические поступают со Средиземного моря, из Северной Африки и Ирана. В летнее время тропический воздух формируется непосредственно над территорией Казахстана, становясь местной воздушной массой.

Город Алма-Ата расположен на юго-востоке Казахстана в предгорьях хребта Заилийский Алатау. По принятой классификации Б. П. Алисова [2] предгорный район относится к северной климатической области территории среднеазиатских республик.

Анализ атмосферных процессов показал, что в среднем за год на юго-востоке Казахстана наблюдается антициклонов 10 %, циклонов 6 %, малоградиентных барических образований 22 %, гребней 32 %, ложбин 18 %, волновых возмущений 12 % (табл. 21).

Таблица 21

Распределение барических образований на юго-востоке Казахстана 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                             | 77       | 8         | 98       | 10        | 95       | 9         | 102      | 10        | 371      | 37        | 10 |
| Гребень                                | 528      | 53        | 235      | 24        | 48       | 5         | 313      | 31        | 1124     | 112       | 32 |
| Малоградиентное барическое образование | 17       | 2         | 206      | 21        | 397      | 40        | 180      | 18        | 800      | 80        | 22 |
| Циклон                                 | 58       | 6         | 64       | 6         | 68       | 7         | 42       | 4         | 232      | 23        | 6  |
| Ложбина                                | 132      | 13        | 170      | 17        | 182      | 18        | 159      | 14        | 643      | 64        | 18 |
| Волновые процессы                      | 91       | 9         | 147      | 15        | 130      | 13        | 114      | 11        | 482      | 48        | 12 |
| Всего                                  | 903      |           | 920      |           | 920      |           | 910      |           | 3653     |           |    |

Примечание. *n* — число случаев с конкретным барическим образованием за период 1960—1969 гг.,  $\bar{n}$  — среднее за год.

В зимний период отмечается влияние отрога сибирского антициклона (рис. 13). Он пересекает полосой повышенного давления территорию Казахстана с востока на запад и иногда соединяется с восточным отрогом азорского максимума. При этом наблюдается устойчивая ясная погода, продолжительные и глубокие температурные инверсии. Повторяемость приземных инверсий зимой составляет 80—95 % в месяц.



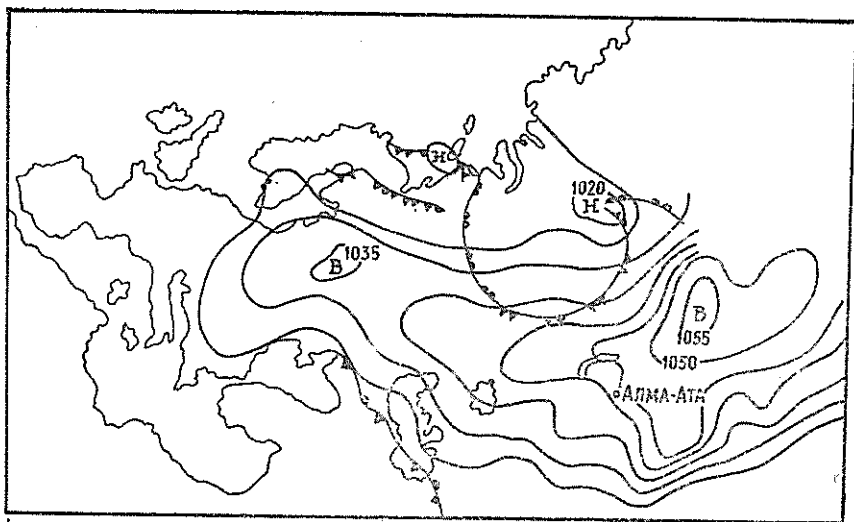


Рис. 13. Карта погоды за 3 ч 11 января 1969 г. Отрог сибирского антициклона.

Другой особенностью зимней циркуляции являются периодические разрушения отрога сибирского антициклона выходами южных циклонов. Выходы южных циклонов сопровождаются осадками, гололедом, резким повышением температуры воздуха. Общее число случаев выхода южных циклонов на территорию Алма-Атинской и Талды-Курганской областей составило в среднем 10 случаев за зиму (рис. 14). Циклонические прорывы через юг Средней Азии из Ирана и Афганистана сопровождаются вторжениями теплого тропического иранского воздуха. Это так называемые южнокаспийские, мургабские и верхнеамударьинские циклоны. С ними связана теплая погода в зимнее время. Южнокаспийские циклоны формируются над южной частью Каспийского моря. Мургабские циклоны формируются над югом Туркмении, бассейнами рек Мургаб и Теджен. Верхнеамударьинскими названы циклоны, развивающиеся над Таджикистаном в виде неглубокой области пониженного давления. Южные циклоны вызывают существенные изменения погоды: резкие потепления, осадки, гололед, ураганные ветры. Подробное описание опасных явлений погоды в юго-восточном районе Казахстана дано в [36].

По смене комплекса метеорологических процессов апрель можно считать переходным месяцем от холодного периода к теплоту. В течение апреля северо-западные вторжения наблюдаются 5—7 раз.

Весенняя циркуляция (апрель—май) отличается от зимней тем, что в это время наблюдается постоянное чередование арктических и тропических вторжений. Выражается это в сравнительно коротких периодах теплых и холодных вторжений с последующим

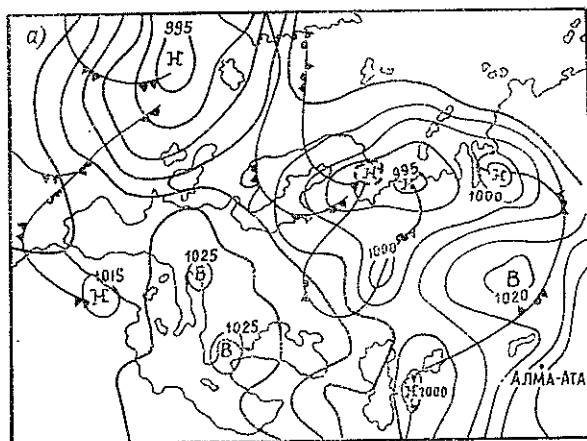


Рис. 14. Карта погоды  
за 3 ч 11 февраля  
1975 г. (а) и за 3 ч  
12 февраля 1975 г. (б).  
Выход южного циклона

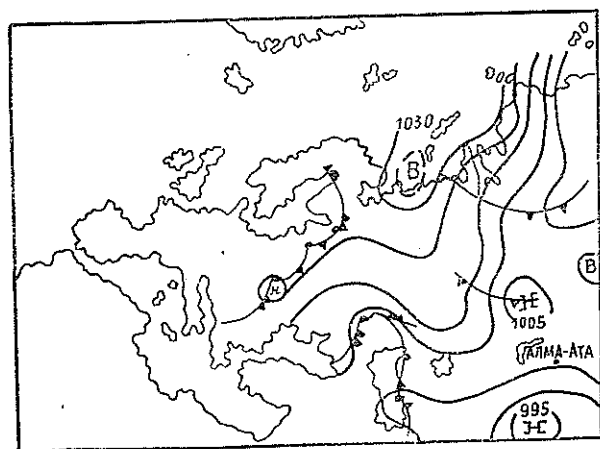


Рис. 15. Карта погоды  
за 3 ч 1 июля 1977 г.  
(депрессия).

развитием антициклонического поля. Продолжительность существования таких полей не более пяти дней, в редких случаях — десять. Максимум осадков наблюдается в апреле—мае. Весной наиболее низкие температуры у земли и в нижних слоях тропосферы отмечаются в массах арктического воздуха и воздуха умеренных широт сибирского происхождения, а наиболее высокие — в массах тропического воздуха. При смене воздушных масс в моменты прохождения фронтов увеличивается амплитуда суточного колебания температуры воздуха. В течение всей весны возможны заморозки.

В летнее время над Казахстаном устанавливается противоположный зимнему барический фон, который характеризуется возникновением размытой области низкого давления с хорошо выраженной циклонической циркуляцией в нижней тропосфере при безоблачной сухой и жаркой погоде.

Термическая депрессия отмечается только в теплое время года (рис. 15). От обычных циклонов она отличается отсутствием фронтов, малоподвижностью. В летний период термическая депрессия наблюдается примерно в 40 случаях. Из воздушных масс наиболее часты массы умеренных широт, туранский и иранский тропический воздух. Проходящие атмосферные фронты часто вызывают только кратковременные усиления ветра и пыльные бури. Иногда при прохождении холодных фронтов наблюдаются грозы и ливни.

Осень относится к теплому времени года. Вторжения осенью бывают реже и слабее, чем весной. В сентябре и октябре на юге Казахстана стоит преимущественно малооблачная сухая погода. В сентябре отмечается формирование сибирского антициклона и его западного отрога. Первые осенние заморозки обычно наблюдаются в начале октября. Однако самые ранние заморозки возможны уже в середине сентября.

Характерными особенностями местных синоптических процессов, обусловленных местоположением Алма-Аты, являются волновые возмущения в предгорных районах. Процесс волнообразования возникает при северных вторжениях небольшой вертикальной мощности. С ним связана облачная с осадками погода, которая держится на юго-востоке Казахстана 2—3 дня подряд, иногда до 7 дней. Волнообразование в предгорных районах отмечается круглый год, но чаще в весенний период.

Подробное изучение циркуляционных процессов над Казахстаном было сделано М. Х. Байдалом [12]. Им были выявлены климатические волны тепла и холода, связанные с типами циркуляции. Вероятность климатических волн холода и тепла в многолетнем годовом ходе представлена в табл. 22. Из таблицы видно, что наибольшую повторяемость имеют волны холода 21—25 марта, 7—16 июля и 19—26 сентября. Волны тепла наблюдаются 24 января—2 февраля, 12—20 марта, 1—6 июня, 18—21 июля.

Для Алма-Аты характерен режим местных периодических ветров, называемых горно-долинными. Горные массивы и меридиональные речные долины создают характерные местные условия, при которых ночью с гор дует прохладный ветер ледников, а днем

Таблица 22

Вероятность  $P$  (%) основных климатических волн холода и тепла в Алма-Ате

| Волны холода |       |              |       | Волны тепла |       |            |       |
|--------------|-------|--------------|-------|-------------|-------|------------|-------|
| период       | $P$ % | период       | $P$ % | период      | $P$ % | период     | $P$ % |
| 1—4 I        | 57    | 30 VIII—4 IX | 57    | 12—17 I     | 60    | 4—12 VIII  | 59    |
| 19—23 I      | 58    | 19—26 IX     | 63    | 24 I—2 II   | 71    | 24—28 VIII | 61    |
| 3—6 II       | 58    | 8—16 X       | 55    | 20—27 II    | 60    | 11—16 IX   | 63    |
| 28 II—7 III  | 61    | 1—7 XI       | 57    | 12—20 III   | 69    | 29 IX—7 X  | 63    |
| 21—25 III    | 63    | 25—29 XI     | 55    | 11—17 IV    | 67    | 17—25 X    | 55    |
| 19—23 IV     | 58    | 12—21 XII    | 61    | 3—10 V      | 60    | 18—24 XI   | 61    |
| 11—15 V      | 60    | 27—30 XII    | 57    | 23—28 V     | 62    | 1—10 XII   | 65    |
| 19—21 VI     | 57    | Средняя      | 59    | 1—6 VI      | 71    | 24—26 XII  | 59    |
| 7—16 VII     | 65    |              |       | 18—31 VII   | 69    | Средняя    | 63    |

в горы поднимается нагретый воздух из долины. Горно-долинная циркуляция характерна для антициклонической погоды или условий термической депрессии с незначительными горизонтальными барическими градиентами.

### 3.1. Атмосферное давление

От распределения атмосферного давления у земной поверхности зависит направление и перемещение воздушных масс, которые обуславливают перемещение и изменение различных барических образований, определяющих погоду.

В Алма-Ате наблюдается обычный для континентального типа климата режим давления с одним годовым максимумом и одним минимумом (табл. 23). С наступлением холодного периода в Алма-Ате, как и по всей территории Казахстана, рост атмосферного давления обусловлен формированием сибирского антициклона. Максимальное значение давления отмечается в ноябре (926,3 гПа). С декабря начинается постепенное его понижение. Различия эти равны 1 гПа. Между декабрем и январем различия составляют 0,8 гПа, между январем и февралем — 1,2 гПа. Весной в связи с увеличением притока радиации и значительным прогревом воздуха наблюдается интенсивное падение давления и от мая к июню его значения уменьшаются на 3,7 гПа, а в июле оно достигает минимальных значений (913 гПа).

Осенью, в сентябре—октябре, происходит постепенный переход от летнего типа циркуляции к зимнему. В сентябре давление повышается до 919,9 гПа, а в октябре оно на 4,4 гПа выше. Следует отметить, что изменение давления от месяца к месяцу в течение года происходит неравномерно. Наибольшие значения наблюдаются в переходные сезоны при перестройке барического поля от зимнего к летнему, и наоборот. Средняя годовая амплитуда равна 13,6 гПа.

Таблица 23

Среднее месячное и годовое атмосферное давление. Алма-Ата, ГМО

| Месяц | $P_{ст}$ | $P_M$  | $P_{макс}$ |      | $P_{мин}$ |            |
|-------|----------|--------|------------|------|-----------|------------|
|       |          |        | гПа        | год  | гПа       | год        |
| I     | 924,5    | 1029,7 | 943,8      | 1929 | 897,5     | 1901       |
| II    | 923,3    | 1027,9 | 941,9      | 1925 | 901,1     | 1945       |
| III   | 922,2    | 1023,4 | 939,8      | 1933 | 900,8     | 1942       |
| IV    | 920,3    | 1018,2 | 939,0      | 1931 | 903,4     | 1930       |
| V     | 919,1    | 1014,8 | 936,2      | 1931 | 903,5     | 1955       |
| VI    | 915,4    | 1009,1 | 930,1      | 1932 | 901,5     | 1938       |
| VII   | 912,7    | 1005,4 | 925,1      | 1966 | 902,9     | 1933       |
| VIII  | 914,9    | 1008,2 | 928,0      | 1962 | 905,0     | 1935, 1943 |
| IX    | 919,9    | 1015,5 | 936,3      | 1962 | 905,9     | 1924       |
| X     | 924,3    | 1023,0 | 941,8      | 1928 | 907,3     | 1965       |
| XI    | 926,3    | 1028,1 | 947,3      | 1954 | 906,3     | 1932       |
| XII   | 925,3    | 1029,7 | 950,9      | 1930 | 902,3     | 1940       |
| Год   | 920,7    | 1019,4 | 950,9      | 1930 | 897,5     | 1964       |

Примечание.  $P_{макс}$  — абсолютный максимум давления воздуха,  $P_{мин}$  — абсолютный минимум давления воздуха,  $P_{ст}$  — давление воздуха на уровне станции,  $P_M$  — давление воздуха на уровне моря.

Изменение давления от года к году невелико. За период с 1881 по 1975 г. средние годовые значения не различались более чем на 2,7 гПа (921,8 гПа в 1964 г. и 919,1 гПа в 1983 г.), что говорит об их устойчивости.

Если средние годовые значения давления воздуха относительно устойчивы, то предел колебаний средних месячных значений значительно больше, особенно в зимние месяцы (4—6 гПа летом и более 10 гПа зимой). Абсолютная же амплитуда давления воздуха за год составляет 53,4 гПа (22,2 гПа в июле и 48,6 гПа в декабре). Самое высокое давление воздуха в Алма-Ате за период с 1922 по 1975 г. наблюдалось в 1930 г. (950,9 гПа), а наиболее низкое — в 1964 г. (897,5 гПа).

Данные по давлению воздуха, приведенному к уровню моря, используются при изучении изменения давления по горизонтали.

Определенный интерес представляют сведения о периодических изменениях давления. Они тесно связаны с возникновением, развитием и ослаблением различных барических систем и сопровождаются изменением погоды. Обычно в Алма-Ате изменения давления от дня ко дню невелики и составляют 2—4 гПа, но в период активной циклонической деятельности, как свидетельствуют приведенные ниже данные, эти изменения могут достигать 10,5 гПа в июле и 31,7 гПа в декабре:

|                    |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Месяц . . .        | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
| $\Delta p$ гПа . . | {26,3 | 25,8 | 24,6 | 17,4 | 19,3 | 12,7 | 10,5 | 14,0 | 15,5 | 16,4 | 23,1 | 31,7 |

Изменение давления по территории Алма-Аты показано в табл. 24. Эти данные свидетельствуют о том, что между северной и южной границами города, расположенными на расстоянии 30 км, но с разницей высот барометра 1034,2 м, различия в давлении в среднем за год составляют 110,5 гПа.

Таблица 24

Среднее месячное и годовое атмосферное давление (гПа) в различных районах города

| Станция                            | Высота барометра над уровнем моря, м | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    |
|------------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Алма-Ата, аэропорт                 | 673,9                                | 945,2 | 943,9 | 942,0 | 939,6 | 937,9 | 934,0 |
| Алма-Ата, ГМО                      | 847,8                                | 924,5 | 923,3 | 922,1 | 920,3 | 919,1 | 915,4 |
| Медео                              | 1528,8                               | 848,0 | 846,6 | 847,1 | 847,3 | 847,7 | 845,4 |
| Алма-Атинская селестоковая станция | 1708,1                               | 829,1 | 828,4 | 828,8 | 829,1 | 829,9 | 828,0 |

| Станция                            | VII   | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   | Год   |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Алма-Ата, аэропорт                 | 931,1 | 933,4 | 938,7 | 934,6 | 946,4 | 945,9 | 940,1 |
| Алма-Ата, ГМО                      | 912,7 | 914,9 | 919,9 | 924,3 | 926,3 | 925,3 | 920,7 |
| Медео                              | 843,7 | 845,3 | 848,6 | 850,9 | 850,4 | 848,7 | 847,5 |
| Алма-Атинская селестоковая станция | 826,4 | 828,1 | 831,2 | 833,0 | 832,3 | 830,3 | 829,6 |

### 3.2. Ветер

Общая циркуляция атмосферы и расположение города в предгорной зоне обуславливают преобладание в Алма-Ате ветра южной составляющей с отклонениями в сторону соседних румбов в зависимости от физико-географических особенностей различных его районов (общего направления хребта, долин рек, времени года).

В предгорных и горных районах города (Алма-Ата, ГМО; Медео; Алма-Атинская селестоковая станция и Алма-Ата, агро) наибольшая повторяемость у ветров юго-восточного и южного румбов. В равнинных районах (Бурундай и Алма-Ата, аэропорт) господствуют юго-западные ветры (табл. 25, рис. 16—19).

Период после 1965 г. в Алма-Ате (Алма-Ата, ГМО) характеризуется резким увеличением повторяемости южного ветра во все сезоны года, что сказалось на перераспределении повторяемости преобладающих направлений ветра. Как показано в табл. 26, с 1936 по 1965 г. юго-восточный румб наблюдался с

Таблица 25

Повторяемость (%) направлений ветра (от числа случаев с ветром)  
и штителей (от общего числа случаев)

| Месяц, сезон                                        | С  | СВ  | В   | ЮВ | Ю  | ЮЗ  | З   | СЗ | Штитель |
|-----------------------------------------------------|----|-----|-----|----|----|-----|-----|----|---------|
| Алма-Ата, ГМО (1936—1975 гг.)                       |    |     |     |    |    |     |     |    |         |
| I                                                   | 11 | 11  | 6   | 20 | 18 | 18  | 8   | 8  | 38      |
| II                                                  | 13 | 12  | 5   | 17 | 16 | 16  | 11  | 10 | 34      |
| III                                                 | 11 | 14  | 5   | 21 | 17 | 14  | 9   | 9  | 24      |
| IV                                                  | 11 | 15  | 5   | 24 | 19 | 9   | 9   | 8  | 18      |
| V                                                   | 9  | 14  | 6   | 27 | 19 | 10  | 8   | 7  | 17      |
| VI                                                  | 7  | 11  | 6   | 33 | 22 | 9   | 7   | 5  | 14      |
| VII                                                 | 6  | 11  | 6   | 37 | 22 | 9   | 5   | 4  | 12      |
| VIII                                                | 7  | 9   | 5   | 40 | 20 | 8   | 6   | 5  | 12      |
| IX                                                  | 9  | 10  | 5   | 43 | 16 | 6   | 5   | 6  | 12      |
| X                                                   | 10 | 11  | 5   | 39 | 17 | 7   | 5   | 6  | 19      |
| XI                                                  | 12 | 12  | 6   | 26 | 18 | 12  | 7   | 7  | 31      |
| XII                                                 | 11 | 12  | 6   | 20 | 19 | 16  | 9   | 7  | 38      |
| Зима                                                | 12 | 12  | 6   | 19 | 18 | 16  | 9   | 8  | 37      |
| Весна                                               | 10 | 14  | 5   | 24 | 18 | 11  | 9   | 8  | 20      |
| Лето                                                | 7  | 10  | 6   | 37 | 21 | 9   | 6   | 5  | 13      |
| Осень                                               | 10 | 11  | 5   | 36 | 17 | 8   | 6   | 6  | 21      |
| Год                                                 | 10 | 12  | 5   | 29 | 19 | 11  | 7   | 7  | 23      |
| Медое (1936—1953 гг.)                               |    |     |     |    |    |     |     |    |         |
| Зима                                                | 2  | 1   | 1   | 50 | 27 | 3   | 5   | 11 | 11      |
| Весна                                               | 2  | 2   | 2   | 42 | 21 | 2   | 8   | 22 | 22      |
| Лето                                                | 1  | 2   | 1   | 46 | 23 | 2   | 5   | 19 | 19      |
| Осень                                               | 1  | 1   | 1   | 45 | 28 | 2   | 5   | 17 | 17      |
| Год                                                 | 2  | 1   | 1   | 46 | 25 | 2   | 6   | 17 | 17      |
| Алма-Атинская селестоксовая станция (1953—1964 гг.) |    |     |     |    |    |     |     |    |         |
| Зима                                                | 3  | 1   | 0,8 | 63 | 22 | 0,4 | 0,1 | 11 | 30      |
| Весна                                               | 6  | 2   | 0,3 | 48 | 21 | 1   | 0,2 | 25 | 20      |
| Лето                                                | 5  | 0,4 | 0,4 | 51 | 22 | 0,9 | 0,2 | 20 | 6       |
| Осень                                               | 4  | 1   | 0,8 | 54 | 21 | 0,1 | 0,2 | 19 | 13      |
| Год                                                 | 4  | 1   | 0,6 | 53 | 21 | 1   | 0,2 | 19 | 15      |
| Алма-Ата, агро (1961—1976 гг.)                      |    |     |     |    |    |     |     |    |         |
| Зима                                                | 7  | 6   | 6   | 20 | 29 | 18  | 9   | 5  | 31      |
| Весна                                               | 14 | 9   | 4   | 16 | 24 | 13  | 10  | 10 | 17      |
| Лето                                                | 13 | 8   | 4   | 20 | 31 | 10  | 7   | 7  | 10      |
| Осень                                               | 13 | 7   | 5   | 20 | 29 | 11  | 7   | 8  | 18      |
| Год                                                 | 12 | 7   | 5   | 19 | 28 | 13  | 8   | 8  | 19      |
| Бурундай (1971—1975 гг.)                            |    |     |     |    |    |     |     |    |         |
| Зима                                                | 8  | 7   | 9   | 3  | 5  | 35  | 23  | 10 | 14      |
| Весна                                               | 9  | 11  | 12  | 5  | 12 | 25  | 16  | 10 | 8       |
| Лето                                                | 7  | 10  | 13  | 7  | 19 | 25  | 14  | 5  | 5       |
| Осень                                               | 8  | 11  | 11  | 5  | 13 | 28  | 16  | 8  | 14      |
| Год                                                 | 8  | 10  | 11  | 5  | 13 | 28  | 17  | 8  | 10      |

| Месяц, сезон                       | С  | СВ | В  | ЮВ | Ю  | ЮЗ | З  | СЗ | Штиль |
|------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| Алма-Ата, аэропорт (1966—1975 гг.) |    |    |    |    |    |    |    |    |       |
| Зима                               | 13 | 9  | 8  | 7  | 20 | 22 | 13 | 8  | 24    |
| Весна                              | 11 | 11 | 10 | 7  | 18 | 22 | 13 | 8  | 9     |
| Лето                               | 10 | 10 | 9  | 10 | 25 | 22 | 8  | 6  | 9     |
| Осень                              | 11 | 11 | 8  | 9  | 22 | 22 | 10 | 7  | 18    |
| Год                                | 12 | 10 | 9  | 8  | 21 | 22 | 11 | 7  | 15    |

Примечание. По ст. Алма-Ата, ГМО с 1966 по 1975 г. использованы данные 4 сроков наблюдений (21, 3, 9 и 15 ч). Время московское.

Таблица 26

Повторяемость (%) направлений ветра и штилей за различные периоды.  
Алма-Ата, ГМО

| Сезон                                         | С  | СВ | В | ЮВ | Ю  | ЮЗ | З  | СЗ | Штиль |
|-----------------------------------------------|----|----|---|----|----|----|----|----|-------|
| 1936—1965 гг. (1, 7, 13 и 19 ч)               |    |    |   |    |    |    |    |    |       |
| Зима                                          | 10 | 12 | 6 | 21 | 17 | 18 | 8  | 8  | 32    |
| Весна                                         | 10 | 15 | 5 | 27 | 16 | 12 | 8  | 7  | 19    |
| Лето                                          | 6  | 10 | 6 | 43 | 17 | 18 | 5  | 5  | 13    |
| Осень                                         | 9  | 12 | 6 | 42 | 12 | 8  | 5  | 6  | 19    |
| Год                                           | 8  | 12 | 6 | 33 | 16 | 12 | 7  | 6  | 21    |
| 1966—1975 гг. (21, 0, 3, 6, 9, 12, 15 и 18 ч) |    |    |   |    |    |    |    |    |       |
| Зима                                          | 19 | 9  | 4 | 9  | 22 | 12 | 14 | 11 | 49    |
| Весна                                         | 14 | 11 | 6 | 12 | 31 | 10 | 9  | 12 | 24    |
| Лето                                          | 10 | 9  | 5 | 17 | 35 | 11 | 7  | 6  | 12    |
| Осень                                         | 14 | 9  | 5 | 17 | 31 | 9  | 8  | 7  | 24    |
| Год                                           | 14 | 9  | 5 | 14 | 30 | 10 | 9  | 9  | 27    |

повторяемостью 33 %, а южный — 16 %; с 1966 по 1975 г. — 14 и 30 % соответственно (год).

Средние месячные и годовые значения скорости ветра в Алма-Ате незначительные и колеблются от 1 до 2 м/с (табл. 27). В четко выраженном годовом ходе усиление ветра наблюдается в летние месяцы и ослабление до штилевых значений зимой. В это время года барические градиенты несколько занижены за счет орографического антициклогенеза, заставания притекающих с севера масс воздуха и развития вдоль гор зимних инверсий, которые придают устойчивость приземным слоям атмосферы. Летний максимум скорости ветра обусловлен орографическим усилением циклонических процессов и активизацией горно-долинной циркуляции [21]. Весной скорость ветра больше, чем осенью. Возможные отклонения средних суточных значений за каждый год от средней многолетней (нормы) в 80—90 % лет не превышали 0,4 м/с. Самые большие отклонения составили 1,5—1,8 м/с в теплое полугодие и  $\pm 0,6$  м/с зимой. В окрестностях города скорости



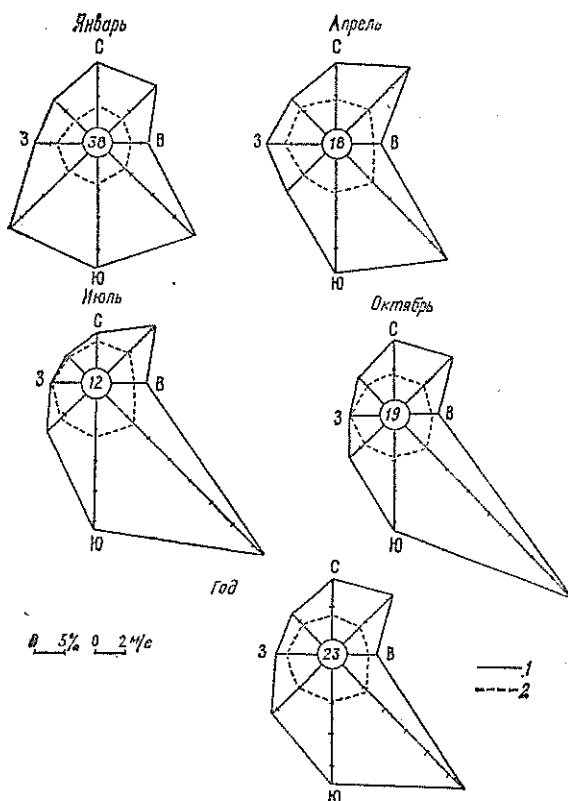


Рис. 16. Повторяемость (%) направлений ветра (1), штилей (в центре кружка) и средняя скорость ветра (м/с) по направлениям (2). Алма-Ата, ГМО.

Таблица 27  
Средняя скорость ветра  $v$  (м/с). Алма-Ата, ГМО

| Средняя скорость ветра v (м/с). Алма-Ата, ГМО |     |            |                         |                         |              |     |            |                         |                         |
|-----------------------------------------------|-----|------------|-------------------------|-------------------------|--------------|-----|------------|-------------------------|-------------------------|
| Месяц, сезон                                  | v   | Отклонение |                         |                         | Месяц, сезон | v   | Отклонение |                         |                         |
|                                               |     | среднее    | наибольшее              |                         |              |     | среднее    | наибольшее              |                         |
|                                               |     |            | поло-<br>житель-<br>ное | отри-<br>цатель-<br>ное |              |     |            | поло-<br>житель-<br>ное | отри-<br>цатель-<br>ное |
| I                                             | 1,0 | 0,2        | 0,6                     | —0,6                    | X            | 1,5 | 0,3        | 1,5                     | —0,6                    |
| II                                            | 1,1 | 0,2        | 0,5                     | —0,6                    | XI           | 1,1 | 0,2        | 1,1                     | —0,5                    |
| III                                           | 1,4 | 0,3        | 1,0                     | —0,7                    | XII          | 1,0 | 0,3        | 0,7                     | —0,5                    |
| IV                                            | 1,7 | 0,4        | 1,0                     | —0,7                    | Зима         | 1,0 | 0,2        | 0,7                     | —0,6                    |
| V                                             | 1,9 | 0,4        | 1,8                     | —0,7                    | Весна        | 1,7 | 0,4        | 1,8                     | —0,7                    |
| VI                                            | 2,0 | 0,4        | 1,4                     | —0,7                    | Лето         | 2,0 | 0,4        | 1,5                     | —0,7                    |
| VII                                           | 2,0 | 0,3        | 1,1                     | —0,7                    | Осень        | 1,5 | 0,3        | 1,5                     | —0,7                    |
| VIII                                          | 2,0 | 0,4        | 1,5                     | —0,6                    | Год          | 1,6 | 0,3        | 1,0                     | —0,6                    |
| IX                                            | 1,9 | 0,4        | 1,5                     | —0,7                    |              |     |            |                         |                         |

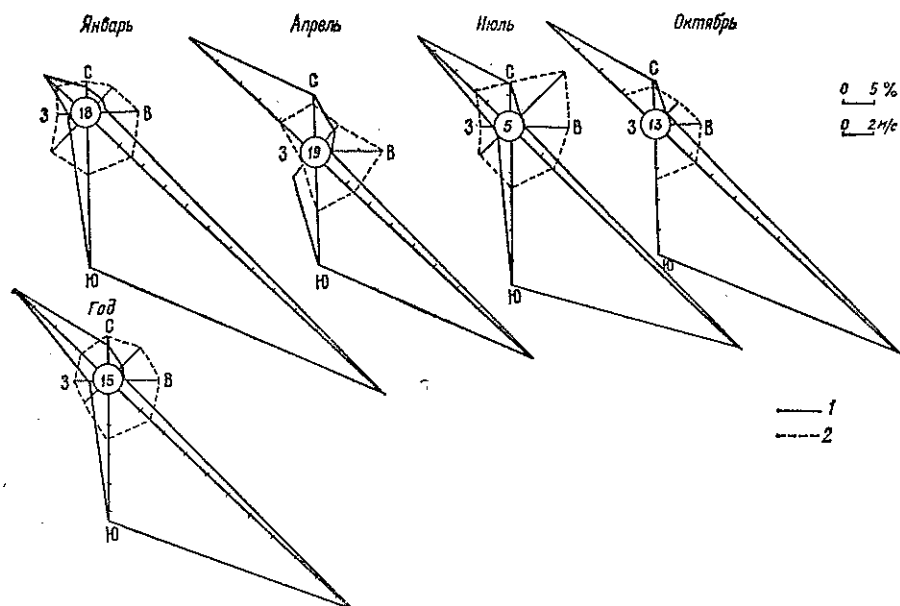


Рис. 17. Повторяемость (%) направлений ветра (1) и штилей (в центре кружка) и средняя скорость ветра (м/с) по направлениям (2). Алма-Атинская селестоковая станция (р-н высокогорного катка Медео).

Таблица 28

Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с) по северному склону  
Зайлийского Алатау

| Станция                                  | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII | Год |
|------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Бурундай                                 | 1,9 | 1,8 | 2,1 | 2,7 | 2,6 | 2,8 | 2,8 | 2,6  | 2,3 | 2,2 | 1,8 | 1,7 | 2,3 |
| Алма-Ата,<br>аэропорт                    | 1,5 | 1,6 | 2,0 | 2,5 | 2,4 | 2,3 | 2,2 | 2,1  | 1,8 | 1,7 | 1,5 | 1,4 | 1,9 |
| Медео                                    | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4  | 2,2 | 2,0 | 1,7 | 1,8 | 2,0 |
| Алма-Атинская<br>селестоковая<br>станция | 2,3 | 2,1 | 1,9 | 1,9 | 2,1 | 2,5 | 2,5 | 2,5  | 2,5 | 2,2 | 2,0 | 2,1 | 2,2 |
| Алма-Ата, агро                           | 1,5 | 1,5 | 1,8 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,5 | 2,4  | 2,2 | 2,0 | 1,7 | 1,5 | 2,0 |

ветра несколько возрастают, но не превышают 2,3 м/с в среднем за год (табл. 28).

Более полную оценку режима ветра дает повторяемость различных скоростей ветра по месяцам (табл. 29). В течение всего года в Алма-Ате преобладают ветры скоростью до 3 м/с (88 % случаев). Особенно велика доля штилей. Если при этом учитывать очень слабый ветер (до 1 м/с), то суммарная повторяемость штилей и очень слабых ветров составляет 59 %. Зимой такие условия погоды наблюдаются в 77 % случаев, что в общей слож-

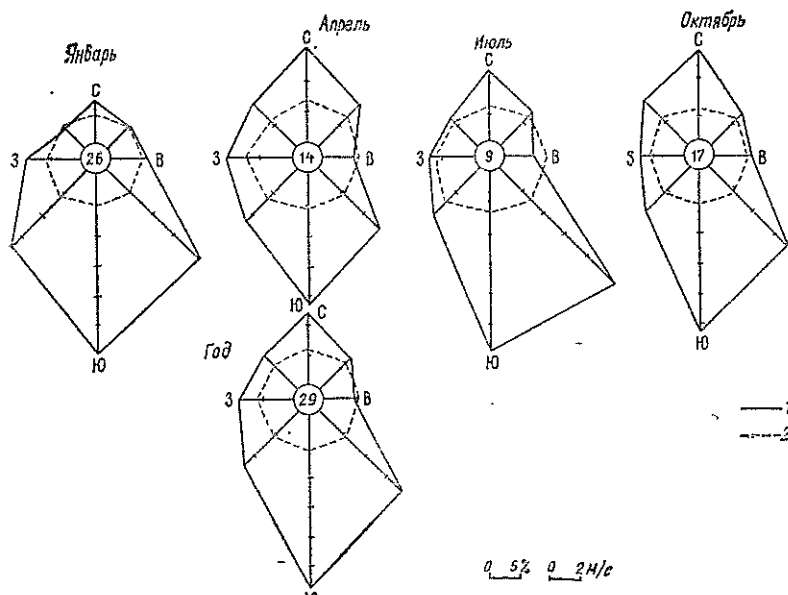


Рис. 18. Повторяемость (%) направлений ветра (1) и штилей (в центре кружка) и средняя скорость ветра (м/с) по направлениям (2). Алма-Ата, агро.

Таблица 29

Повторяемость скорости ветра (в % от общего числа случаев) по градациям. Алма-Ата, ГМО

| Месяц | Скорость ветра, м/с |      |      |     |     |       |       |       |       |       |
|-------|---------------------|------|------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 0—1                 | 2—3  | 4—5  | 6—7 | 8—9 | 10—11 | 12—13 | 14—15 | 16—17 | 18—20 |
| I     | 76,7                | 18,8 | 3,7  | 0,7 | 0,1 |       | 0,03  |       |       |       |
| II    | 73,3                | 22,3 | 3,8  | 0,5 | 0,1 |       |       |       |       |       |
| III   | 64,5                | 27,7 | 6,2  | 1,4 | 0,1 | 0,03  |       | 0,03  |       | 0,03  |
| IV    | 52,8                | 33,4 | 10,9 | 2,0 | 0,6 | 0,1   | 0,1   | 0,03  |       | 0,03  |
| V     | 51,0                | 31,6 | 12,5 | 3,7 | 0,7 | 0,2   | 0,1   | 0,1   | 0,03  | 0,1   |
| VI    | 49,5                | 31,3 | 14,3 | 3,3 | 1,0 | 0,2   | 0,2   | 0,1   | 0,03  | 0,03  |
| VII   | 46,8                | 34,5 | 14,5 | 3,0 | 0,8 | 0,2   | 0,1   |       | 0,1   | 0,03  |
| VIII  | 44,8                | 36,3 | 15,0 | 2,8 | 0,7 | 0,03  | 0,2   | 0,1   |       |       |
| IX    | 46,2                | 36,7 | 14,2 | 2,3 | 0,3 | 0,2   | 0,1   |       |       |       |
| X     | 58,9                | 30,7 | 8,5  | 1,6 | 0,2 | 0,03  | 0,2   |       |       |       |
| XI    | 72,3                | 22,7 | 4,0  | 0,8 | 0,2 |       |       |       |       |       |
| XII   | 75,6                | 20,1 | 3,5  | 0,7 | 0,1 |       |       |       |       |       |
| Год   | 59,2                | 28,9 | 9,3  | 1,9 | 0,4 | 0,1   | 0,1   | 0,03  | 0,02  | 0,02  |

ности составляет 575—650 ч за месяц, а летом 375—415 ч. В окрестностях города продолжительность штилевой погоды сокращается (табл. 30). Средняя непрерывная продолжительность слабых ветров зимой 6—7 ч, а в отдельные годы 8—12 дней. Усилен-

Таблица 30

Средняя суммарная продолжительность  $\tau$  скорости ветра 0—1 м/с

| Станция            | Показатель | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII | Год  |
|--------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
| Алма-Ата, аэропорт | $\tau$ ч   | 412 | 318 | 336 | 234 | 255 | 192 | 210 | 231  | 370 | 373 | 372 | 495 | 3798 |
|                    | $P$ %      | 11  | 8   | 9   | 6   | 7   | 5   | 6   | 6    | 9   | 10  | 10  | 13  |      |
| Алма-Ата, ГМО      | $\tau$ ч   | 642 | 574 | 565 | 470 | 426 | 374 | 391 | 416  | 465 | 565 | 611 | 649 | 6148 |
|                    | $P$ %      | 10  | 9   | 9   | 8   | 7   | 6   | 6   | 7    | 8   | 9   | 10  | 11  |      |
| Алма-Ата, агро     | $\tau$ ч   | 377 | 328 | 328 | 212 | 194 | 158 | 172 | 202  | 234 | 274 | 352 | 405 | 3236 |
|                    | $P$ %      | 12  | 10  | 10  | 7   | 6   | 5   | 5   | 6    | 7   | 8   | 11  | 13  |      |

ние скорости ветра до 5 м/с и более в это время года мало вероятно, продолжительность ветра при этом не превышает 3 ч. В теплое время года ветер с такой скоростью наблюдается чаще и может сохраняться до 6 ч (табл. 31). Скорости ветра 10 м/с и более вероятны только в теплое время года (март—октябрь) в 2 % случаев.

Таблица 31

Средняя и наибольшая непрерывная продолжительность  $\tau$  (ч) различных скоростей ветра. Алма-Ата, ГМО. 1966—1975 гг.

| Месяц | Скорость ветра, м/с |                      |        |                      |        |                      |        |                      |        |                      |        |                      |
|-------|---------------------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|
|       | < 1                 |                      | < 2    |                      | < 3    |                      | < 4    |                      | > 5    |                      | > 8    |                      |
|       | $\tau$              | $\tau_{\text{макс}}$ | $\tau$ | $\tau_{\text{макс}}$ | $\tau$ | $\tau_{\text{макс}}$ | $\tau$ | $\tau_{\text{макс}}$ | $\tau$ | $\tau_{\text{макс}}$ | $\tau$ | $\tau_{\text{макс}}$ |
| I     | 5,6                 | 279                  | 5,3    | 486                  | 5,3    | 744                  | 5,2    | 744                  | 3,0    | 3                    |        |                      |
| II    | 5,7                 | 213                  | 5,4    | 456                  | 5,3    | 672                  | 5,3    | 672                  | 3,0    | 3                    |        |                      |
| III   | 4,2                 | 153                  | 5,0    | 452                  | 4,9    | 726                  | 4,9    | 744                  | 3,0    | 3                    |        |                      |
| IV    | 5,0                 | 42                   | 4,9    | 309                  | 4,7    | 720                  | 4,6    | 720                  | 3,3    | 6                    | 3,0    | 3                    |
| V     | 4,8                 | 90                   | 4,9    | 204                  | 4,5    | 399                  | 4,9    | 744                  | 3,2    | 6                    | 3,0    | 3                    |
| VI    | 4,9                 | 48                   | 4,7    | 150                  | 4,5    | 456                  | 4,7    | 720                  | 3,2    | 6                    | 3,0    | 3                    |
| VII   | 5,1                 | 45                   | 4,9    | 147                  | 5,0    | 572                  | 4,6    | 720                  | 3,1    | 6                    | 3,0    | 3                    |
| VIII  | 5,2                 | 48                   | 4,8    | 171                  | 4,7    | 384                  | 4,6    | 744                  | 3,4    | 6                    |        |                      |
| IX    | 5,8                 | 93                   | 5,2    | 405                  | 5,2    | 717                  | 5,1    | 720                  | 3,0    | 3                    | 3,0    | 3                    |
| X     | 5,5                 | 129                  | 5,1    | 480                  | 5,0    | 744                  | 5,0    | 744                  | 3,4    | 6                    |        |                      |
| XI    | 5,8                 | 348                  | 5,5    | 720                  | 5,4    | 720                  | 5,4    | 720                  | 3,0    | 3                    |        |                      |
| XII   | 6,7                 | 297                  | 6,4    | 744                  | 6,2    | 744                  | 6,2    | 744                  | 3,0    | 3                    |        |                      |

Сильные ветры (15 м/с и более) в Алма-Ате наблюдаются редко — в среднем до 15 дней за год. В 1933 г. (один раз за 60 лет) их было 40, а в 1963, 1966, 1967 и 1970 гг. — по 1 дню. Зимой дни с сильным ветром бывают редко — 1—3 дня за 10 лет, летом — 2—3 дня ежегодно, преимущественно во второй половине дня, и часто носят характер шквалов, сопровождающихся пыльными бурями. В годы максимума в мае—июне с сильным ветром может быть в каждом месяце по 10 дней (табл. 32).

Средние скорости ветра по направлениям близки между собой и в среднем за год различия не превышают 1 м/с (табл. 33). В предгорных районах города несколько повышенные скорости у ветров южной четверти, а в равнинных — у северной.

Таблица 32

Число дней  $n$  с сильным ветром (15 м/с и более). Алма-Ата, ГМО

| Месяц | $\bar{n}$ | Отклонение |                    |                    | $n_{\max}$ | Год           | Месяц | $\bar{n}$ | Отклонение |                    |                    | $n_{\max}$ | Год           |
|-------|-----------|------------|--------------------|--------------------|------------|---------------|-------|-----------|------------|--------------------|--------------------|------------|---------------|
|       |           | среднее    | наибольшее         |                    |            |               |       |           | среднее    | наибольшее         |                    |            |               |
|       |           |            | положи-<br>тельное | отрица-<br>тельное |            |               |       |           |            | положи-<br>тельное | отрица-<br>тельное |            |               |
| I     | 0,2       | 0          |                    |                    | 2          | 1950          | VIII  | 1,9       | 0,2        | 0,9                | -0,1               | 7          | 1918          |
| II    | 0,3       | 0          |                    |                    | 2          | 1930,<br>1932 | IX    | 0,8       | 0          |                    |                    | 7          | 1918          |
| III   | 0,6       | 0,2        | 0,9                | -0,1               | 3          | 1924          | X     | 0,5       | 0          |                    |                    | 3          | 1920,<br>1945 |
| IV    | 1,0       | 0,3        | 0,8                | -0,2               | 4          | 1950          | XI    | 0,4       | 0,6        | 1,6                | -0,4               | 5          | 1919          |
| V     | 2,6       | 1,1        | 4,1                | -0,9               | 10         | 1925,<br>1946 | XII   | 0,1       | 0,2        | 0,9                | -0,1               | 2          | 1931          |
| VI    | 2,9       | 0,9        | 1,6                | -1,4               | 10         | 1933          | Год   | 14,5      |            |                    |                    | 40         | 1933          |
| VII   | 3,2       | 0,5        | 1,7                | -1,3               | 10         | 1916,<br>1918 |       |           |            |                    |                    |            |               |

Таблица 33

Средняя скорость ветра (м/с) по направлениям

| Месяц, сезон | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ |
|--------------|---|----|---|----|---|----|---|----|
|--------------|---|----|---|----|---|----|---|----|

Алма-Ата, ГМО

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

Алма-Атинская селестоксовая станция (1953—1964 гг.)

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Зима  | 1,5 | 1,3 | 2,4 | 2,9 | 3,0 | 1,1 | 1,5 | 1,6 |
| Весна | 2,3 | 1,2 | 2,4 | 2,8 | 2,9 | 0,7 | 1,0 | 2,1 |
| Лето  | 2,2 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 2,9 | 1,7 | 1,2 | 2,1 |
| Осень | 1,5 | 2,8 | 2,3 | 2,7 | 2,9 | 1,2 | 1,2 | 1,8 |
| Год   | 1,9 | 2,0 | 2,5 | 2,8 | 2,9 | 1,2 | 1,2 | 1,4 |

| Месяц, сезон | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ |
|--------------|---|----|---|----|---|----|---|----|
|--------------|---|----|---|----|---|----|---|----|

Алма-Ата, агро (1961—1975 гг.)

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Зима  | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 1,9 | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 1,8 |
| Весна | 2,5 | 2,7 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,7 | 2,7 | 2,4 |
| Лето  | 2,5 | 2,8 | 2,6 | 2,8 | 2,8 | 2,9 | 2,7 | 2,5 |
| Осень | 2,2 | 2,3 | 2,2 | 2,2 | 2,5 | 2,3 | 2,3 | 2,2 |
| Год   | 2,3 | 2,4 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,2 |

Алма-Ата, аэропорт (1966—1975 гг.)

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Зима  | 1,7 | 1,9 | 1,9 | 1,5 | 1,6 | 2,3 | 2,3 | 1,7 |
| Весна | 2,2 | 2,6 | 2,6 | 1,8 | 2,0 | 2,6 | 3,0 | 2,5 |
| Лето  | 2,1 | 2,6 | 2,3 | 2,0 | 2,2 | 2,7 | 2,8 | 2,3 |
| Осень | 2,0 | 3,5 | 2,1 | 1,7 | 1,7 | 2,2 | 2,4 | 2,1 |
| Год   | 2,0 | 2,4 | 2,2 | 1,7 | 1,9 | 2,5 | 2,6 | 2,2 |

Бурундай (1971—1975 гг.)

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Зима  | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 1,7 | 2,1 | 2,2 | 2,1 | 1,9 |
| Весна | 2,5 | 3,1 | 2,9 | 2,4 | 2,6 | 2,6 | 2,7 | 2,5 |
| Лето  | 2,8 | 3,1 | 3,1 | 2,8 | 2,9 | 2,8 | 2,8 | 2,4 |
| Осень | 2,2 | 2,7 | 2,4 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,3 |
| Год   | 2,3 | 2,7 | 2,7 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,3 |

Максимальная скорость ветра, равная 20 м/с, регистрируется в теплое время года при южном и юго-западном ветрах один раз в 10 лет (табл. 34). При порывах она достигает 40 м/с. Вероятность скорости ветра по направлениям для января и июля показана на рис. 20.

При определении ветровых нагрузок на сооружения и для других народнохозяйственных целей важно знать возможные значения максимальной скорости ветра. По данным ст. Алма-Ата, ГМО она имеет следующие значения: 14 м/с возможна ежегодно, 18 м/с — один раз в 5 лет, 20 м/с — один раз в 10 лет, 22 м/с — один раз в 15 лет и 23 м/с — один раз в 20 лет.

Суточный ход направления и скорости ветра в Алма-Ате выражен хорошо во все месяцы года (рис. 21). Днем в городе гос-

Таблица 34  
Максимальная скорость ветра (м/с) по направлениям.  
Алма-Ата, ГМО

| Сезон | С  | СВ | В  | ЮВ | Ю  | ЮЗ | З  | СЗ | Независимо<br>от направления |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------------------|
| Зима  | 7  | 5  | 12 | 9  | 12 | 9  | 8  | 7  | 12                           |
| Весна | 10 | 8  | 14 | 17 | 20 | 20 | 14 | 7  | 20                           |
| Лето  | 9  | 16 | 12 | 17 | 17 | 20 | 12 | 10 | 20                           |
| Осень | 7  | 6  | 12 | 15 | 12 | 10 | 8  | 7  | 15                           |
| Год   | 10 | 16 | 14 | 17 | 20 | 20 | 14 | 10 | 20                           |

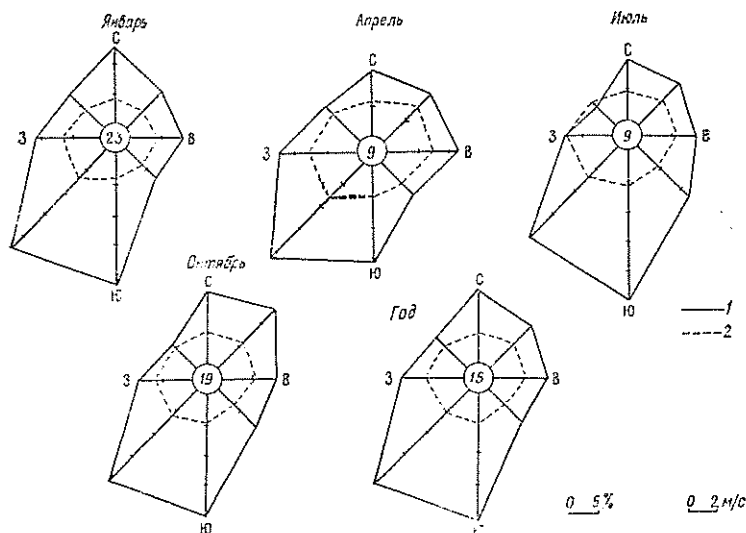


Рис. 19. Повторяемость (%) направлений ветра (1) и штилей (в центре кружка) и средняя скорость ветра (м/с) по направлениям (2). Алма-Ата, аэропорт.

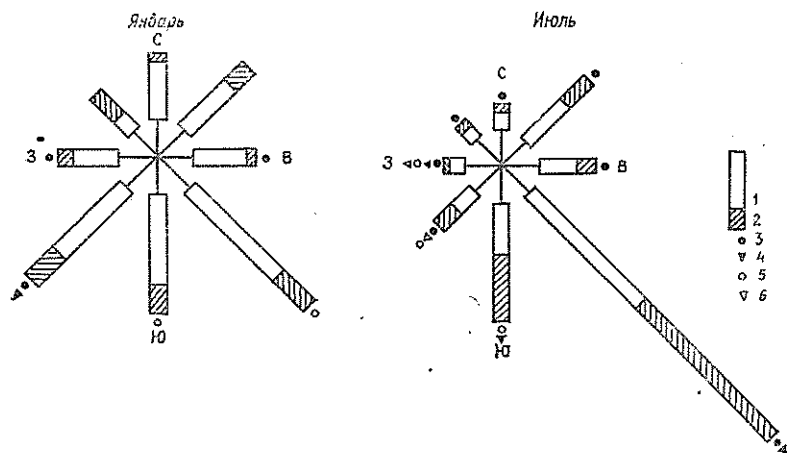


Рис. 20. Повторяемость (%) ветра различных скоростей по направлениям. Алма-Ата, ГМО.

1) 0,1 м/с, 2) 2—5 м/с, 3) 6—9 м/с, 4) 10—13 м/с, 5) 14—17 м/с, 6) 18—20 м/с.

подствуют ветры северной составляющей. Как показано в табл. 35, в январе и июле повторяемость их равнозначна (46 и 54 % соответственно), а весной и осенью (апрель, октябрь) увеличивается до 66 и 72 %. Это — долинны ветры, дующие в сторону гор со скоростью 0—1 м/с в 40 % случаев в январе и 30 % в

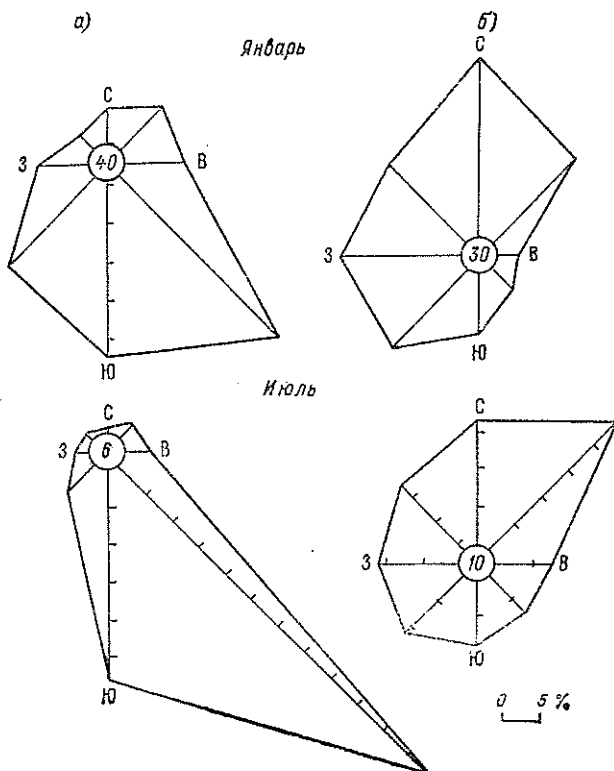


Рис. 21. Повторяемость (%) направлений ветра и штрейл (в центре кружка) в разное время суток. Алма-Ата, ГМО.  
а — ночью (1 ч), б — днем (13 ч).

июле. Скорости ветра 2—5 м/с в январе составляют 4—7 % случаев, а в июле — 24 %. Ночью долинные ветры сменяются горными юго-восточного и южного направлений. В январе они составляют 53 % случаев при скорости до 1 м/с. В теплое время года они наблюдаются в 75—87 % случаев со скоростью 2—5 м/с. Вероятность ветра различной скорости по направлениям для каждого месяца в различные часы суток приводится в табл. 13 приложения. В период смены горных и долинных ветров наблюдается затишье и минимум в суточном ходе скорости ветра отмечается в утренние часы (табл. 36).

Такая правильная смена направлений ветра в течение суток и активизация ветровой деятельности в теплое время года в ночные часы является результатом горно-долинной циркуляции, подробно изученной Н. Ф. Гельмгольцем [21]. Его исследования показали, что горный ветер проявляет себя как каскад холодного воздуха, стекающего с заоблачных высот Тянь-Шаня и устремляющегося в город по горным ущельям со скоростью в несколько



**Таблица 35**  
Повторяемость (%) направлений ветра и штилей в различные часы суток.  
Алма-Ата, ГМО

| Время, ч       | С   | СВ | В | ЮВ | Ю  | ЮЗ | З  | СЗ  | Штиль |
|----------------|-----|----|---|----|----|----|----|-----|-------|
| <b>Январь</b>  |     |    |   |    |    |    |    |     |       |
| 1              | 5   | 8  | 8 | 30 | 23 | 17 | 6  | 3   | 40    |
| 7              | 5   | 9  | 9 | 27 | 24 | 19 | 3  | 4   | 41    |
| 13             | 24  | 16 | 3 | 4  | 8  | 14 | 16 | 15  | 30    |
| 19             | 8   | 10 | 6 | 22 | 19 | 20 | 7  | 8   | 42    |
| <b>Апрель</b>  |     |    |   |    |    |    |    |     |       |
| 1              | 2   | 3  | 4 | 47 | 27 | 8  | 6  | 3   | 16    |
| 7              | 4   | 6  | 4 | 30 | 29 | 14 | 8  | 5   | 31    |
| 13             | 25  | 23 | 5 | 2  | 4  | 8  | 15 | 18  | 9     |
| 19             | 10  | 25 | 7 | 18 | 17 | 8  | 9  | 6   | 18    |
| <b>Июль</b>    |     |    |   |    |    |    |    |     |       |
| 1              | 0,5 | 2  | 3 | 59 | 28 | 5  | 2  | 0,5 | 6     |
| 7              | 3   | 4  | 6 | 45 | 28 | 9  | 3  | 2   | 29    |
| 13             | 17  | 25 | 8 | 7  | 9  | 11 | 11 | 12  | 10    |
| 19             | 4   | 12 | 7 | 36 | 25 | 9  | 3  | 2   | 2     |
| <b>Октябрь</b> |     |    |   |    |    |    |    |     |       |
| 1              | 2   | 5  | 5 | 58 | 23 | 4  | 2  | 1   | 18    |
| 7              | 3   | 5  | 7 | 47 | 24 | 8  | 4  | 2   | 26    |
| 13             | 30  | 24 | 3 | 2  | 4  | 8  | 11 | 18  | 11    |
| 19             | 5   | 10 | 7 | 50 | 17 | 6  | 2  | 3   | 21    |

**Таблица 36**  
Средняя месячная скорость (м/с) ветра в различные часы суток.  
Алма-Ата, ГМО

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

раз большей, чем долинный. За 2—3 мин его скорость может вырасти от нуля до 3—4 м/с.

Наряду с явлением горно-долинной циркуляции при определенной барической обстановке в предгорной зоне наблюдаются фёны — горячие сухие ветры. Продолжительность их колеблется от нескольких часов до нескольких суток. Ощущаются они в виде кратковременной вспышки жаркого и сухого ветра со слабыми, реже умеренными скоростями, преимущественно в ясную погоду переходных месяцев (апрель, май, октябрь). Фён вызывает резкое повышение температуры и понижение влажности воздуха [30].

## 4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

### 4.1. Температура воздуха

Характеристики температуры воздуха довольно многообразны. Отмечают ее периодические (суточный и годовой ход) и непериодические (изменчивость) колебания, возможные экстремальные значения, особенности распределения ее в различных направлениях и многие другие показатели.

На рис. 22 приведены изменения средних месячных значений и возможные вариации температуры на ст. Алма-Ата, ГМО в течение года. Средний месячный ( $23,3^{\circ}\text{C}$ ) и абсолютный ( $42,0^{\circ}\text{C}$ ) максимумы наблюдаются в июле. Годовая амплитуда колебаний месячной температуры составляет  $5\text{--}7^{\circ}\text{C}$ , что несколько ниже, чем на равнине. Это объясняется сглаживающим влиянием горно-долинной циркуляции.

В годовом ходе минимум температуры воздуха наблюдается в январе ( $-7,4^{\circ}\text{C}$ ), тогда как абсолютный минимум приходится на февраль ( $-38,0^{\circ}\text{C}$ ). Низкие абсолютные минимумы отмечаются также в октябре и декабре ( $-34,0^{\circ}\text{C}$ ), так как самые низкие температуры обуславливаются колебаниями общей циркуляции атмосферы, зачастую ультраполярными вторжениями холодных масс воздуха с района Карского моря (см. гл. 3).

Повышение средней многолетней температуры от января к февралю незначительно ( $1,6^{\circ}\text{C}$ ), поскольку циркуляционные и радиационные условия этих месяцев близки между собой. От февраля к марту, с увеличением прихода солнечной радиации, отмечается заметное повышение температуры воздуха — до  $7,6^{\circ}\text{C}$ , а в связи со сменой отрицательного радиационного баланса на положительный в апреле происходит наибольшее в году повышение температуры ( $8,6^{\circ}\text{C}$ ).

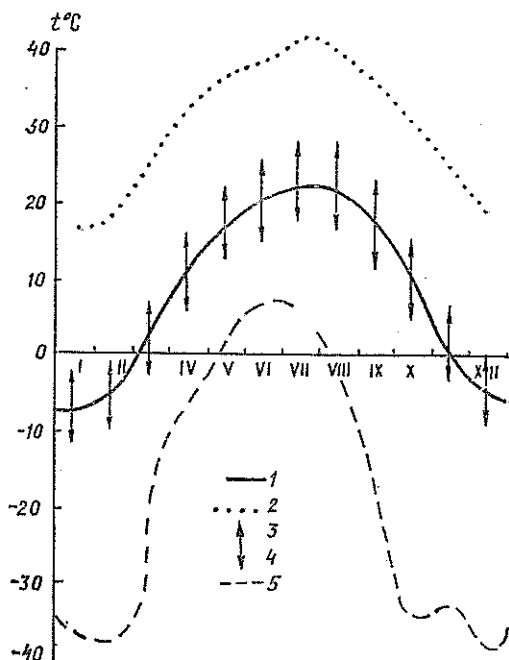
В последующем интенсивность нарастания температуры от месяца к месяцу уменьшается, от июля к августу начинается медленный спад температуры. Наиболее значительное понижение температуры наблюдается от октября к ноябрю ( $8,8^{\circ}\text{C}$ ), что вызвано перестройкой барикоциркуляционных условий. Ниже показано изменение средней температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) от месяца к месяцу:

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

Средние многолетние значения температуры воздуха, полученные из большого диапазона ежегодных значений, наблюдаются очень редко. Годовой ход отклонения температуры воздуха от

Рис. 22. Годовой ход температуры воздуха.

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



многолетней имеет определенную закономерность — наиболее неустойчивой оказывается средняя температура зимних месяцев, средние отклонения равны  $\pm 2,4 \dots \pm 2,8$  °C. Летом температура более устойчива, средние отклонения составляют лишь  $\pm 1,0$  °C. Вероятность положительных и отрицательных отклонений средней месячной температуры воздуха от средней многолетней по градациям приведена в табл. 14 приложения, а вероятность средней месячной температуры воздуха по градациям — в табл. 15 приложения.

Зимой наиболее часто средние месячные температуры находятся в интервале  $-2 \dots -6$  °C, а летом чаще всего средние месячные температуры колеблются от 20 до 24 °C.

На рис. 23 представлены отклонения средних месячных температур от средней многолетней. Обращает на себя внимание тот факт, что аномалии одного и того же знака в отдельные годы сохраняются длительное время (до 5—7 лет подряд). Нередки случаи сохранения одного знака аномалии температуры в течение 8—10 месяцев. Это относится как к положительным, так и к отрицательным аномалиям. Примером длительного сохранения отрицательной аномалии температуры служит 1958 г. (с апреля по ноябрь) и 1949 г. (с мая по декабрь). Продолжительные положительные аномалии температуры наблюдались с октября 1940 г. по июнь 1941 г. и с декабря 1943 г. по август 1944 г.

Из табл. 16 приложения, где представлены скользящие ряды средней годовой температуры воздуха, осредненные по 5-, 10-,

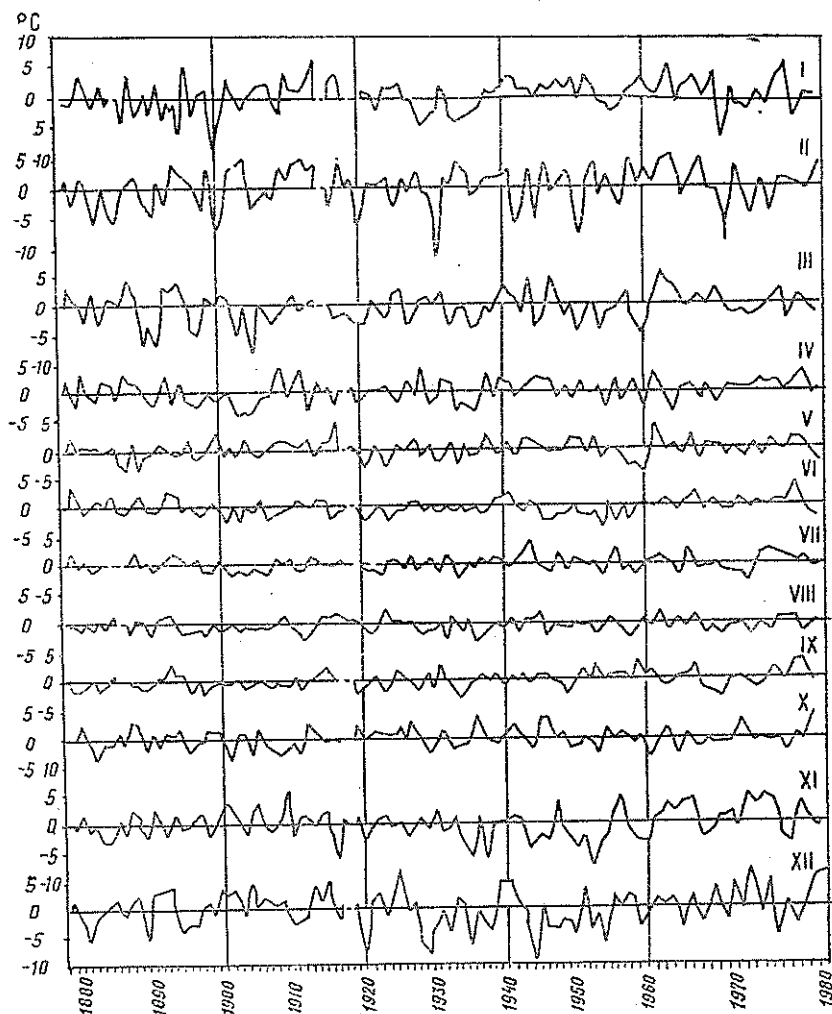


Рис. 23. Отклонения средней месячной температуры воздуха от нормы.

15- и 20-летиям, следует, что в Алма-Ате устойчиво наблюдается средняя годовая температура, равная  $+8,8^{\circ}\text{C}$ .

Средние декадные температуры еще более неустойчивы, чем месячные, особенно в зимние месяцы (табл. 37).

Однако характеристика термического режима с помощью средних месячных и декадных температур явно недостаточна. Необходимо знать суточный ход температуры (см. табл. 17 приложения). Важно также представлять, как часто повторяются те или иные температуры и их преобладающие значения. Данные табл. 17 приложения и рис. 24 характеризуют повторяемость дней со средней суточной, максимальной и минимальной температурой воздуха в

Таблица 37

Средние отклонения декадных температур воздуха (°C)  
от средней многолетней

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

различных пределах. Зимой среднее число дней с температурой  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже колеблется от 6 до 9. Средние суточные температуры выше  $30^{\circ}\text{C}$  очень редки, в самом жарком месяце (июле) они бывают не ежегодно, в среднем 5 случаев за десятилетие.

Суточный ход температуры воздуха в отклонениях от средней суточной за каждый час для всех месяцев года представлен на рис. 25. Отклонения температуры воздуха от средней для ясных и пасмурных дней отдельно для января и июля даны на рис. 26.

Суточная амплитуда — разность между суточным максимумом и минимумом температуры — дает представление о погоде. При ясной погоде суточная амплитуда значительно превышает таковую при пасмурной.

Наиболее вероятны междусуточные изменения температуры в пределах от  $-2$  до  $2^{\circ}\text{C}$ . Следует отметить, что междусуточная изменчивость более  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  маловероятна.

В табл. 38 приведены значения температуры воздуха в зависимости от направления ветра на ст. Алма-Ата, ГМО. Следует отметить, что потоки любого направления вызывают повышение температуры. Исключения составляют небольшие понижения температуры (менее  $1^{\circ}\text{C}$ ) при ветрах южных румбов в июне и июле.

Таблица 38

Средняя температура воздуха (°C) в зависимости от направления ветра.  
Алма-Ата, ГМО. 1936—1975 гг.

| Месяц | С    | СВ   | В    | ЮВ   | Ю    | ЮЗ   | З    | СЗ   | Штиль |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| I     | -5,2 | -5,3 | -5,3 | -4,6 | -5,2 | -6,4 | -6,0 | -6,3 | -8,0  |
| II    | -5,0 | -3,8 | -3,3 | -3,0 | -4,4 | -4,8 | -5,1 | -5,4 | -7,0  |
| III   | 3,1  | 3,6  | 5,8  | 3,5  | 2,9  | 2,5  | 2,6  | 2,8  | -0,4  |
| IV    | 16,6 | 12,6 | 11,8 | 10,4 | 10,2 | 9,8  | 10,5 | 11,3 | 9,1   |
| V     | 18,6 | 18,3 | 17,7 | 15,4 | 15,1 | 15,4 | 16,6 | 17,5 | 15,0  |
| VI    | 22,8 | 22,7 | 22,4 | 19,7 | 19,8 | 20,2 | 21,2 | 22,7 | 20,3  |
| VII   | 26,8 | 26,4 | 25,6 | 22,2 | 22,0 | 23,6 | 25,0 | 26,0 | 23,7  |
| VIII  | 25,7 | 25,4 | 22,7 | 20,7 | 20,1 | 21,8 | 23,5 | 24,7 | 21,5  |
| IX    | 19,9 | 19,7 | 17,3 | 16,0 | 15,0 | 15,8 | 20,5 | 19,0 | 15,0  |
| X     | 11,6 | 11,0 | 9,6  | 9,2  | 8,7  | 9,3  | 10,8 | 11,6 | 8,2   |
| XI    | 2,8  | 1,4  | 1,4  | 2,1  | 1,7  | 0,2  | 1,7  | 1,4  | 1,0   |
| XII   | -3,8 | -4,8 | -3,7 | -2,1 | -3,6 | -4,6 | -4,8 | -4,4 | -5,9  |
| Год   | 10,4 | 11,6 | 11,5 | 12,4 | 10,9 | 7,8  | 8,7  | 9,6  | 7,7   |

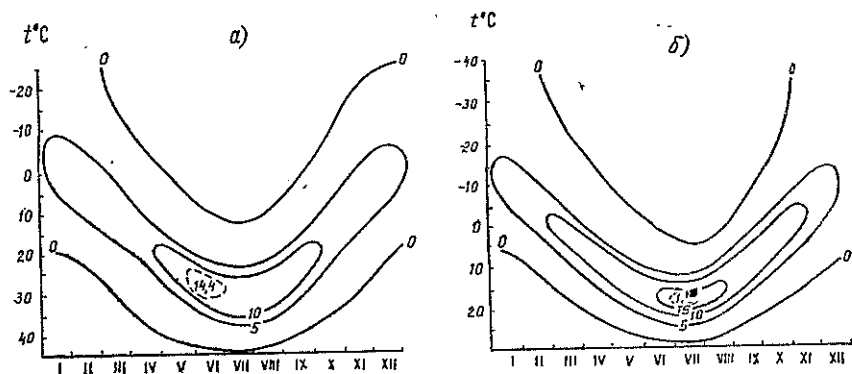


Рис. 24. Число дней с максимальной (а) и минимальной (б) температурой воздуха в различных пределах. Алма-Ата, ГМО.

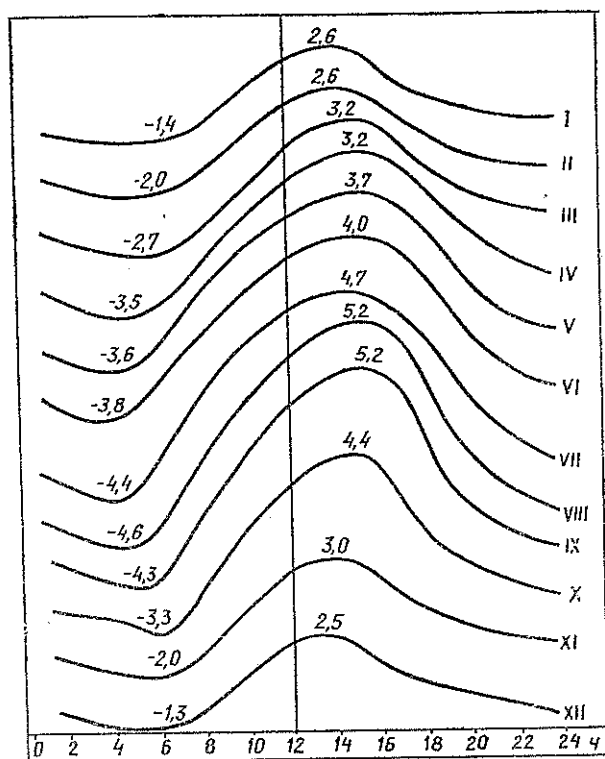


Рис. 25. Суточный ход температуры воздуха (°C) в отклонениях от средней суточной за 24 ч.

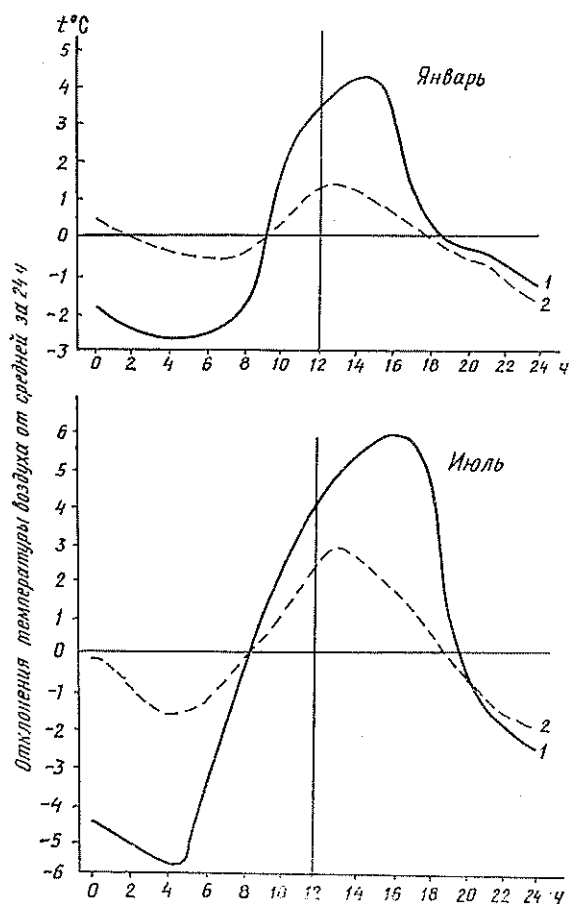


Рис. 26. Суточный ход температуры воздуха в ясные (1) и пасмурные (2) дни.

В среднем за год наибольшая температура (12,4 °С) наблюдается при юго-восточном ветре, а наименьшая (7,8 °С) — при юго-западном.

Температурные различия как в самом городе, так и в его окрестностях определяются условиями рельефа и горно-долинной циркуляцией.

Средняя годовая температура воздуха по мере поднятия вверх по северному склону Заилийского Алатау постепенно понижается, переходя в отрицательную в высокогорных районах. Так, на ст. Мынжилки она равна -2,7 °С. Годовая амплитуда температуры также уменьшается от 31 °С (в Алма-Ате) до 19—20 °С в высокогорных районах.

Характер изменения средней месячной температуры воздуха в различные сезоны показан на рис. 27 в виде термонизоплет. В ян-

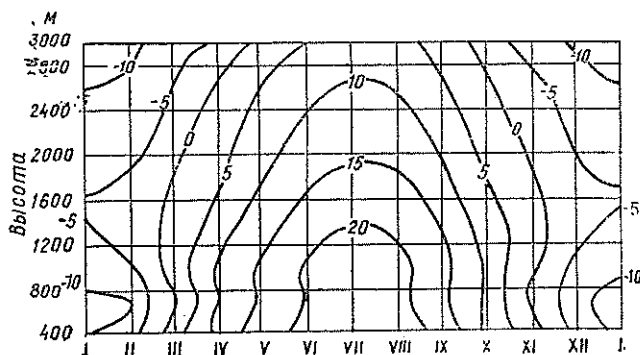


Рис. 27. Термозонеты воздуха, Северный склон Западного Алатау.

варе рост температуры до высоты 1,5 км обусловлен инверсиями температуры, выше температура понижается. Более слабые инверсии наблюдаются и в октябре до высоты 0,7—0,8 км.

Температурные различия внутри города наиболее четко выявляются в зимнее время, когда особенно велико влияние стока холодного воздуха с гор, однако и летом в ночные и утренние часы он существенно влияет на формирование очагов тепла и холода. По долинам рек Малая и Большая Алматинка сток холодного воздуха осуществляется в северные районы города, а по долинам двух других рек (Весновка и Карагаalinka) — в районы ВДНХ и Ботанического сада.

Учитывая влияние горно-долинной циркуляции, трансформацию солнечного тепла, которая в наибольшей мере проявляется зимой, а также большой прогрев северных пригородных районов летом, можно отметить, что температурный режим южных и центральных районов города характеризуется меньшей континентальностью по сравнению с северными окраинами и пригородами, которым присущи большие годовые и внутрисуточные колебания температуры воздуха и которые хорошо прослеживаются по средним климатическим данным ст. Алма-Ата, расположенной в 10 км к северо-востоку от центра города (табл. 39). Данные табл. 39 заимствованы из «Справочника по климату СССР» [51] и расположены в порядке возрастания высот. Они свидетельствуют об огромной климатообразующей роли рельефа в формировании термического режима Алма-Аты. К сожалению, влияние самого города на повышение температур можно проследить по данным одной станции — Алма-Ата, ГМО, расположенной в южной его части.

В зимние месяцы (декабрь — февраль) влияние города не является в явной форме в силу огромного влияния рельефа, однако с марта по ноябрь существование городского острова тепла у земли можно установить даже по средним многолетним значениям температур воздуха. Особенно заметно это влияние во вторую половину лета в периоды устойчивой погоды, формирующейся в условиях среднеазиатской термической депрессии.

Наиболее четко температурные различия города и северных пригородов выявляются в отдельные части суток и при ясной по-



Таблица 39

Средняя месячная и годовая температура воздуха (°C)

| Станция                                                            | Высота,<br>м | Период<br>наблюдений | I     | II   | III  | IV   | V    | VI   |     |
|--------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------|-------|------|------|------|------|------|-----|
| Алма-Ата<br>Алма-Ата,<br>город<br>Алма-Ата, ГМО<br>Каменское плато | 671          | 1934—1958            | —11,5 | —8,9 | 0,8  | 10,3 | 16,0 | 20,3 |     |
|                                                                    | 825          | 1881—1914            | —8,0  | —6,9 | —0,2 | 10,0 | 15,8 | 19,9 |     |
|                                                                    | 847          | 1915—1960            | —7,4  | —5,6 | 1,8  | 10,5 | 16,2 | 20,6 |     |
|                                                                    | 1350         | 1932—1941            | —3,8  | —3,4 | 1,2  | 8,1  | 13,4 | 17,9 |     |
|                                                                    |              |                      |       |      |      |      |      |      |     |
|                                                                    | Высота,<br>м | Период<br>наблюдений | VII   | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Год |
| Алма-Ата<br>Алма-Ата,<br>город<br>Алма-Ата, ГМО<br>Каменское плато | 671          | 1934—1958            | 22,9  | 21,7 | 15,6 | 8,0  | —1,2 | —8,2 | 7,2 |
|                                                                    | 825          | 1881—1914            | 22,3  | 21,0 | 15,3 | 7,7  | —1,0 | —6,4 | 7,6 |
|                                                                    | 847          | 1915—1960            | 23,3  | 22,3 | 16,9 | 9,5  | 0,8  | —4,8 | 8,7 |
|                                                                    | 1350         | 1932—1941            | 20,7  | 19,7 | 14,9 | 8,1  | 1,7  | —1,8 | 8,1 |
|                                                                    |              |                      |       |      |      |      |      |      |     |

годе. Проследить эти различия можно по данным станций Алма-Ата и Бурундай, расположенных к северо-востоку и северо-западу от города соответственно. По станциям Алма-Ата и Алма-Ата, ГМО сравнение проведено за 10-летний период, а по станциям Бурундай и Алма-Ата, ГМО — за 5-летний период круглосуточных наблюдений.

В наиболее неблагоприятных термических условиях находятся северо-восточные окраины города, отличающиеся большой годовой и суточной амплитудой температуры воздуха. В годовом ходе наибольшее температурные различия между северо-восточными окраинами и городом наблюдаются в зимние месяцы, максимума контрасты достигают в январе (—2,6...—3,5 °C). Минимальные различия наблюдаются весной и в начале лета за счет обострения фронтальных процессов. В суточном ходе максимальные разности формируются в утренние часы, зимой максимум сдвигается на более позднее время.

Средние за пять лет разности температур воздуха северо-западные окраины — город значительно меньше, что обусловлено менее интенсивным стоком воздуха в эти районы.

В среднем северо-восточные окраины оказываются круглый год холоднее города, а северо-западные — с ноября по март. В марте — апреле и октябре — ноябре различия в температуре воздуха подавляются общециркуляционными процессами, активным развитием циклонической деятельности. Днем летом контрасты сглаживаются за счет возрастания подвижности атмосферы, максимального развития процессов термической конвекции.

Максимальные температурные контрасты северо-восточные окраины — ГМО наблюдались в утренние часы и достигали 11—18 °C зимой и 8—12 °C в другие месяцы года. В январе — фев-

рале за 6 ч повторяемость разностей температур воздуха от  $-3,0$  до  $-6,9$  °C составляет 44 %, летом (июнь—август) максимум повторяемости (60—61 %) принадлежит градациям от  $-1,0$  до  $-4,9$  °C. В переходные сезоны (март—апрель и октябрь—ноябрь) контрасты температур чаще принимают минимальные значения в годовом ходе. В сравнении с утренними часами в 15 ч летом преобладают положительные значения разностей, повторяемость отрицательных разностей значительно уменьшается.

Максимальные контрасты температур воздуха Бурундай—ГМО в утренние часы не превышали 11 °C, наибольшую повторяемость за 6 ч зимой имеют разности температур от  $-1,0$  до  $-3,9$  °C, а летом — от 0,1 до 1,9 °C.

Целесообразно рассмотреть температурные контрасты город—пригород по типам погоды [48]. В табл. 18 приложения представлена повторяемость типов погоды за отдельные месяцы и за год по ст. Алма-Ата, ГМО за 6 и 15 ч. Следует указать, что в Алма-Ате существенную повторяемость имеют шесть типов ясных и пасмурных погод, наблюдающихся или при отсутствии ветра, или при слабых его скоростях. Так, зимой в утренние часы погоды «тихо—ясно» и «тихо—пасмурно» составляют 80 %, в целом за год—64 %. В июле в утренние часы возрастает повторяемость четвертого типа погоды, что находит свое отражение в росте температурных различий района ГМО и северо-восточных окраин.

В результате анализа полученных разностей по типам погоды установлено, что максимальные их значения в утренние часы наблюдаются в ясную и полуюсную погоду при наличии ветра с гор, т. е. при ветре с южной составляющей. В дневные часы разности велики лишь зимой, когда явления стока холодного воздуха наблюдаются довольно часто. Большие разности город—северный пригород зимой формируются после холодных вторжений, в периоды ясной и малооблачной погоды они могут удерживаться в течение 10—15 дней и, как правило, сопровождаются ветрами с гор.

На основе имеющихся разностей температур воздуха северо-восточные окраины—город за десятилетний период для 4-го и 5-го типов погоды были получены уравнения регрессии и средние квадратические ошибки расчета, позволяющие по температуре воздуха в ГМО ( $t_{\Gamma}$ ) рассчитать температуры на северо-восточных окраинах города ( $t_A$ ) в январе, мае, июле и сентябре

$$t_{A_I} = 0,72t_{\Gamma} - 8,51, \quad \sigma_{A_I} = 6,2; \quad (1)$$

$$t_{A_V} = 0,72t_{\Gamma} - 0,02, \quad \sigma_{A_V} = 3,3; \quad (2)$$

$$t_{A_{VII}} = 0,56t_{\Gamma} + 3,02, \quad \sigma_{A_{VII}} = 3,7; \quad (3)$$

$$t_{A_{IX}} = 0,83t_{\Gamma} - 2,25, \quad \sigma_{A_{IX}} = 3,7. \quad (4)$$

Таким образом, в условиях Алма-Аты и в пригородных районах под влиянием сложного взаимодействия многих факторов формируются различные термические микроклиматы.

Значения ежедневной средней и экстремальной температуры воздуха даны в табл. 19 приложения.

## 4.2. Температура почвы

Тепловые свойства почвы зависят от целого ряда факторов: форм рельефа, температуры воздуха, притока солнечной радиации, характера растительности, степени увлажнения и минерализации, структуры и механического состава почвы. В зимний период на термический режим почвы оказывает влияние еще высота и плотность снежного покрова, продолжительность периодов с устойчивыми отрицательными температурами воздуха и т. д.

Данные по температуре почвы получены по наблюдениям на ст. Алма-Ата, ГМО.

Для характеристики температуры поверхности почвы были использованы данные напочвенных термометров, установленных на поверхности почвы горизонтально: летом на оголенной и взрыхленной почве, зимой на поверхности снега. Почва — предгорный чернозем, мелкосуглинистый, переходящий на глубине 22 см в средний суглинок и на глубине 46 см в тяжелый суглинок.

Годовой ход температуры поверхности почвы аналогичен годовому ходу температуры воздуха. В среднем многолетнем средняя годовая температура поверхности почвы равна 10 °C (табл. 40) и превышает среднюю годовую температуру воздуха на 1,3 °C. Отрицательные значения температуры поверхности почвы наблюдаются с ноября по февраль, понижаясь от —1 до —9 °C. Минимум средней месячной температуры поверхности почвы отмечается в январе (—9 °C), но в отдельные очень холодные зимы температура на поверхности почвы (снега) может понижаться до —46 °C.

Весной температура поверхности почвы резко возрастает: средняя температура апреля 12 °C, мая 20 °C. Летом изменения температуры поверхности почвы от месяца к месяцу незначительны. Максимум средней месячной температура поверхности почвы достигает в июле (29 °C), а в отдельные годы она может повышаться до 70 °C. С августа начинается понижение температуры поверхности почвы, а в ноябре температура поверхности почвы понижается до отрицательных значений.

Первые заморозки на поверхности почвы в среднем многолетнем отмечаются в первой декаде октября и заканчиваются в третьей декаде апреля. Средняя продолжительность безморозного периода на поверхности почвы составляет 160 дней, средняя дата первого заморозка 4 октября и последнего 26 апреля.

Средняя температура поверхности почвы обладает большой изменчивостью от года к году. Временную изменчивость средней характеризуют ее вероятностные характеристики (табл. 41), ко-

Таблица 40  
Температура почвы (°C) на поверхности и на глубинах

| Месяц | $\bar{t}$ | $\bar{t}_{\text{макс}}$ | $T$ | $\bar{t}_{\text{мин}}$ | $T$ | Глубина, см |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|-----------|-------------------------|-----|------------------------|-----|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       |           |                         |     |                        |     | 5           | 10   | 15   | 20   | 30   | 40   | 60   | 80   | 120  | 160  | 240  | 320  |
| I     | —9        | —1                      | 13  | —18                    | —45 |             |      |      |      | —1,6 | —0,2 | 1,0  | 2,3  | 4,6  | 6,1  | 8,9  | 10,3 |
| II    | —7        | 2                       | 24  | —14                    | —46 |             |      |      |      | —1,3 | —0,5 | 0,4  | 1,4  | 3,4  | 4,7  | 7,4  | 8,9  |
| III   | 2         | 13                      | 43  | —5                     | —33 |             |      |      |      | 1,9  | 1,9  | 2,2  | 2,4  | 3,2  | 4,2  | 6,3  | 7,9  |
| IV    | 12        | 30                      | 54  | 3                      | —16 | 12,1        | 11,7 | 11,3 | 11,0 | 9,9  | 9,0  | 8,2  | 7,5  | 6,4  | 6,2  | 6,6  | 7,6  |
| V     | 20        | 40                      | 63  | 8                      | —9  | 18,7        | 18,1 | 17,5 | 17,0 | 15,6 | 14,4 | 13,3 | 12,5 | 10,7 | 9,8  | 8,4  | 8,4  |
| VI    | 26        | 49                      | 66  | 12                     | —1  | 23,6        | 23,2 | 22,6 | 22,1 | 19,8 | 18,4 | 17,2 | 16,3 | 14,3 | 13,0 | 10,8 | 10,0 |
| VII   | 29        | 54                      | 70  | 15                     | 4   | 27,2        | 26,7 | 26,2 | 25,9 | 22,8 | 21,5 | 20,2 | 19,2 | 17,1 | 15,6 | 13,0 | 11,6 |
| VIII  | 27        | 52                      | 66  | 13                     | 3   | 26,1        | 26,0 | 25,7 | 25,5 | 23,2 | 22,2 | 21,3 | 20,5 | 18,7 | 17,4 | 14,8 | 13,2 |
| IX    | 20        | 43                      | 60  | 8                      | —5  | 19,7        | 20,0 | 20,1 | 20,1 | 19,0 | 18,9 | 18,8 | 18,8 | 18,2 | 17,4 | 15,6 | 14,1 |
| X     | 9         | 26                      | 48  | 1                      | —19 | 10,4        | 11,0 | 11,2 | 11,8 | 11,4 | 12,5 | 13,4 | 14,3 | 15,2 | 15,5 | 15,1 | 14,3 |
| XI    | —1        | 9                       | 31  | —8                     | —43 |             |      |      |      | 3,6  | 5,3  | 6,9  | 8,4  | 10,6 | 11,8 | 13,4 | 13,5 |
| XII   | —8        | 0                       | 18  | —15                    | —39 |             |      |      |      | —0,2 | 1,5  | 2,8  | 4,5  | 6,9  | 8,5  | 11,0 | 11,9 |
| Год   | 10        | 26                      | 70  | 0                      | —46 |             |      |      |      | 10,3 | 10,4 | 10,5 | 10,7 | 10,8 | 10,9 | 10,8 | 11,0 |

Таблица 41

Средняя месячная температура поверхности почвы различной обеспеченности.  
1947—1970 гг.

| Месяц | Средняя | Обеспеченность, %  |       |       |      |      |      |      |
|-------|---------|--------------------|-------|-------|------|------|------|------|
|       |         | 2                  | 5     | 10    | 50   | 90   | 95   | 98   |
| I     | —9      | —17,4              | —15,0 | —13,3 | —8,9 | —5,6 | —4,7 | —3,6 |
| II    | —7      | —20,0 <sup>1</sup> | —14,8 | —11,7 | —6,2 | —2,3 | —1,6 | —0,9 |
| III   | 2       | —3,3               | —2,3  | —1,3  | 2,0  | 6,0  | 6,9  | 8,0  |
| IV    | 12      | 8,7                | 9,6   | 10,3  | 12,6 | 14,8 | 15,4 | 16,2 |
| V     | 20      | 14,6               | 16,2  | 17,3  | 20,0 | 22,4 | 23,0 | 23,8 |
| VI    | 26      | 21,6               | 22,5  | 23,3  | 25,6 | 28,1 | 28,8 | 29,7 |
| VII   | 29      | 25,2               | 25,8  | 26,4  | 29,1 | 32,2 | 33,3 | 34,7 |
| VIII  | 27      | 23,7               | 24,6  | 25,3  | 27,2 | 29,0 | 29,4 | 29,7 |
| IX    | 20      | 16,3               | 17,3  | 18,0  | 19,5 | 21,9 | 23,0 | 24,6 |
| X     | 9       | 5,7                | 6,5   | 7,2   | 9,4  | 10,8 | 11,4 | 12,4 |
| XI    | —1      | —6,3               | —5,6  | —4,9  | —1,6 | 2,5  | 3,3  | 4,4  |
| XII   | —8      | —16,2              | —14,2 | —12,3 | —7,7 | —3,1 | —2,0 | —0,8 |

<sup>1</sup> Взято приближенно.

торые показывают, как часто в отдельные годы при определенной средней температуре<sup>1</sup> могут наблюдаться те или иные значения. Например, в Алма-Ате при средней температуре января —9 °С один раз в 50 лет (2 %-ная обеспеченность) температура поверхности почвы может понижаться до —17,4 °С.

Температура верхних слоев почвы (5—20 см) измеряется коленчатыми термометрами, которые устанавливаются на теплый период (апрель — октябрь) на открытой, взрыхленной, свободной от растительности поверхности (см. табл. 40). Данные таблицы характеризуют термический режим пахотного слоя.

Для характеристики особенностей термического режима почвы на разных горизонтах привлечены данные вытяжных термометров под естественной поверхностью: летом — под растительным покровом, зимой — под снегом (см. табл. 40).

Отрицательные значения средней месячной температуры почвы на глубине 20 см наблюдаются с декабря по февраль (см. табл. 40). Минимум отмечается в январе —1,6 °С. В марте температура почвы на глубине 20 см начинает прогреваться и к маю ее температура повышается до 15,6 °С, достигая максимума в августе (23,2 °С). С сентября начинается довольно значительное понижение температуры и к октябрю температура понижается на 11,8 °С, а в декабре на этой глубине устанавливаются отрицательные температуры.

В годовом ходе самые высокие средние месячные температуры на глубинах 40 и 80 см наблюдаются в августе (22,2 и 20,5 °С соответственно), на глубине 160 см — в сентябре (17,4 °С), а на глубине 320 см — в октябре (14,3 °С) (см. табл. 40). Самые низкие температуры на глубине 40 и 80 см отмечаются в феврале, с глу-

биной минимум смещается — на глубине 160 см на март, а на глубине 320 см — на апрель.

Ниже приводятся данные о первых и последних заморозках, о продолжительности безморозного периода на разных глубинах (табл. 42).

В табл. 43 приводятся данные о числе дней с температурой почвы на разных глубинах, равной или ниже 0 °С, хотя бы в один из сроков наблюдений (по вытяжным термометрам, под естественной поверхностью).

Для целей строительного проектирования, закладки фундаментов и различных подземных сооружений на основе ежемесячных данных температур почвы на глубинах 20, 40, 80, 160 и 320 см были получены вероятностные значения средних месячных температур (табл. 20 приложения). Эти данные учитываются при оценке возможных изменений таких свойств грунтов, как сжатие, сцепление в зависимости от их температур.

Таблица 42

Дата первого и последнего мороза в почве и продолжительность безморозного периода

| Глубина, см | Дата мороза |              |               |         |              |               | Средняя продолжительность безморозного периода, дни |
|-------------|-------------|--------------|---------------|---------|--------------|---------------|-----------------------------------------------------|
|             | последнего  |              |               | первого |              |               |                                                     |
|             | средняя     | самая ранняя | самая поздняя | средняя | самая ранняя | самая поздняя |                                                     |
| 20          | 19 III      | 12 II        | 6 IV          | 23 XII  | 19 XI        | 22 II         | 278                                                 |
| 40          | 6 III       |              | 5 IV          | 6 I     | 24 XI        |               | 305                                                 |
| 80          | .           |              | 16 III        | .       | 12 XIII      |               |                                                     |

Примечание. Точка (·) обозначает, что на данной глубине в данном месяце морозы были менее чем в 50 % лет.

Таблица 43

Среднее и наибольшее число дней с температурой почвы 0 °С и ниже

| Глубина, см | Число дней | X   | XI  | XII  | I    | II   | III  | IV  | V   | VI | Сумма за месяц | Процент лет, когда не было мороза на глубинах |
|-------------|------------|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|----|----------------|-----------------------------------------------|
|             |            |     |     |      |      |      |      |     |     |    |                |                                               |
| 20          | Среднее    | 0,0 | ·   | 11,8 | 25,0 | 21,4 | 12,1 | ·   | 0,0 |    | 75,5           | 25                                            |
|             | Наибольшее | 0   | 12  | 31   | 31   | 29   | 30   | 8   | 0   |    | 129            |                                               |
| 40          | Среднее    | 0,0 | ·   | ·    | 12,0 | 15,5 | ·    | ·   | 0,0 |    | 38,9           | 74                                            |
|             | Наибольшее | 0   | 7   | 23   | 31   | 29   | 30   | 3   | 5   |    | 113            |                                               |
| 80          | Среднее    | 0,0 | 0,0 | ·    | ·    | ·    | ·    | 0,0 | 0,0 |    |                | 81                                            |
|             | Наибольшее | 0   | 0   | 8    | 31   | 28   | 16   | 0   | 0   |    |                |                                               |

Примечание. Точка (·) обозначает, что в данном месяце температура 0 °С наблюдалась менее чем в 50 % зим.

За глубину промерзания почвы нами принята глубина проникновения температуры  $0^{\circ}\text{C}$  в почву, полученная по данным вытяжных термометров под естественной поверхностью. Глубина промерзания, полученная путем бурения или вырубки монолитов, меньше глубины проникновения температуры  $0^{\circ}\text{C}$  в почву, так как переход почвы в мерзлое состояние происходит при температуре несколько ниже  $0^{\circ}\text{C}$ .

В Алма-Ате устойчивое промерзание (проникновение температуры  $0^{\circ}\text{C}$  в почву) наблюдается с ноября по март. Максимальная глубина проникновения температуры  $0^{\circ}\text{C}$  в почву наблюдается в феврале и составляет 59 см (рис. 28). Но несмотря на сравнительно небольшие, в среднем многолетнем, глубины проникновения  $0^{\circ}\text{C}$  в почву в отдельные годы нулевая изотерма может опускаться на значительно большую глубину. Так, в зиму 1944-45 г. глубина проникновения  $0^{\circ}\text{C}$  в почву составила 127 см.

Глубина проникновения  $0^{\circ}\text{C}$  в почву распределяется по территории города довольно неравномерно. В феврале 1964 г. разница в глубинах нулевой изотермы в восточной и западной частях города составила 50 см, в восточной и южной частях — 56 см [52].

В зимний период на тепловые свойства почвы большое влияние оказывает снежный покров, который является плохим проводником тепла, особенно если снег рыхлый. Под снежным покровом глубина нулевой изотермы меньше, чем без него. О защитной роли снежного покрова свидетельствуют данные эксперимента на площадке КазНИИ, расположенной в южной части города [52].

При проектировании различного рода подземных сооружений необходимы сведения о вероятностных значениях глубины проникновения  $0^{\circ}\text{C}$  в почву. Ниже помещены данные о максимальной глубине проникновения  $0^{\circ}\text{C}$  в почву, возможной один раз в 10, 20 и 50 лет (Алма-Ата, ГМО):

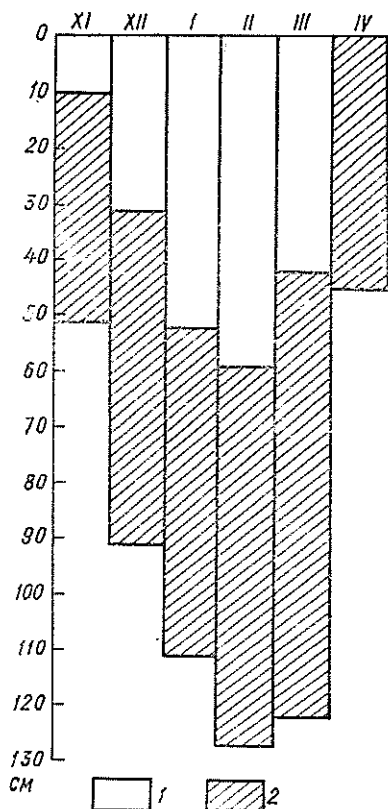


Рис. 28. Средняя (1) и наибольшая (2) глубина проникновения температуры  $0^{\circ}\text{C}$  в почву (под естественным покровом).

|                       |        |        |        |
|-----------------------|--------|--------|--------|
|                       | 10 лет | 20 лет | 50 лет |
| Глубина, см . . . . . | 112    | 123    | 136    |

## 5. РЕЖИМ АТМОСФЕРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

### 5.1. Влажность воздуха

Влажность воздуха определяется количеством водяных паров, содержащихся в нем и характеризуется тремя величинами: парциальным давлением водяного пара ( $e$ ), относительной влажностью ( $r$ ) и дефицитом влажности ( $d$ ). Эти данные по ст. Алма-Ата, ГМО получены за период наблюдений 1936—1977 гг. Основные из них представлены в табл. 44. Парциальное давление водяного пара (абсолютная влажность) имеет четко выраженный годовой ход, согласующийся с ходом температуры воздуха (рис. 29). Минимум парциального давления водяного пара приходится на январь (3,0 гПа), а максимум — на июль (12,7 гПа). Это связано с тем, что влага поступает в воздух в результате испарения, которое тем больше, чем выше температура, а с повышением температуры газа растет и его давление. Среднее годовое парциальное давление водяного пара составляет около 8 гПа, а годовая амплитуда — более 9 гПа. Междумесечная изменчивость в общем невелика. Весной и осенью она больше, чем зимой ( $\pm 2... \pm 3$  и около  $\pm 0,4$  соответственно).

Таблица 44  
Средняя месячная и годовая влажность воздуха

| Месяц | Парциальное давление водяного пара | Относительная влажность, % |    |    |    |       |             | Число дней с относительной влажностью, % |       |        |
|-------|------------------------------------|----------------------------|----|----|----|-------|-------------|------------------------------------------|-------|--------|
|       |                                    | срок наблюдений, ч         |    |    |    |       | минимальная | в один из сроков                         |       | в 13 ч |
|       |                                    | 1                          | 7  | 13 | 19 | сутки |             | ≤30                                      | ≤50   | ≥80    |
| I     | 3,0                                | 75                         | 76 | 67 | 76 | 74    | 19          | 0,7                                      | 9,4   | 8,7    |
| II    | 3,4                                | 77                         | 78 | 67 | 76 | 74    | 21          | 0,7                                      | 8,2   | 7,4    |
| III   | 5,3                                | 75                         | 77 | 65 | 72 | 72    | 12          | 1,6                                      | 10,6  | 7,5    |
| IV    | 7,6                                | 65                         | 66 | 51 | 57 | 59    | 11          | 6,8                                      | 18,3  | 3,1    |
| V     | 10,0                               | 61                         | 61 | 48 | 54 | 56    | 12          | 6,3                                      | 22,5  | 2,2    |
| VI    | 11,9                               | 59                         | 55 | 42 | 49 | 49    | 13          | 8,7                                      | 26,1  | 0,9    |
| VII   | 12,7                               | 48                         | 52 | 36 | 46 | 45    | 7           | 14,9                                     | 29,5  | 0,4    |
| VIII  | 11,3                               | 48                         | 52 | 34 | 43 | 44    | 9           | 17,5                                     | 29,2  | 0,5    |
| IX    | 8,5                                | 52                         | 54 | 35 | 47 | 47    | 10          | 15,6                                     | 27,4  | 0,7    |
| X     | 6,5                                | 61                         | 64 | 47 | 58 | 58    | 10          | 9,0                                      | 21,8  | 3,3    |
| XI    | 4,7                                | 73                         | 75 | 65 | 73 | 72    | 10          | 2,4                                      | 10,8  | 7,6    |
| XII   | 3,5                                | 76                         | 76 | 69 | 76 | 74    | 18          | 0,9                                      | 8,4   | 10,0   |
| Год   | 7,4                                | 64                         | 66 | 52 | 60 | 60    | 7           | 85,1                                     | 222,2 | 51,3   |

В суточном ходе максимум парциального давления водяного пара зимой наступает около 13 ч (табл. 45). В теплое время года он смещается на послеполуденные часы, а минимум — в предутренние и ночные часы. Суточная амплитуда в зимние месяцы около 1 гПа, а летом увеличивается до 2,8 гПа (август).



Рис. 29. Годовой ход характеристик влажности и температуры воздуха. Алма-Ата, ГМО.

1 — температура воздуха, 2 — дефицит насыщения, 3 — парциальное давление водяного пара, 4 — относительная влажность воздуха.

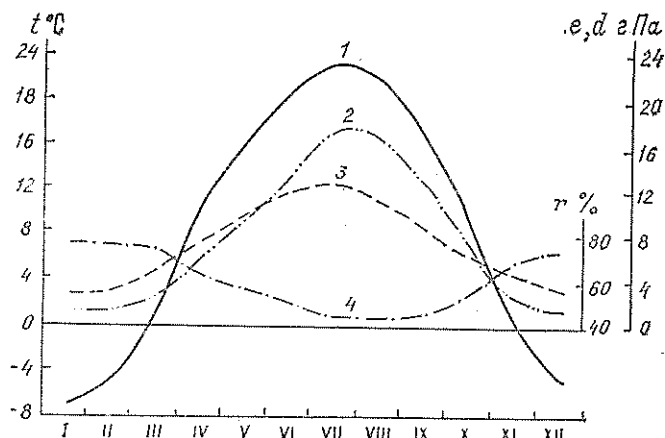


Таблица 45

Среднее месячное и годовое парциальное давление водяного пара (гПа) в разные часы суток. Алма-Ата, ГМО

| Время, ч  | I   | II  | III | IV  | V    | VI   | VII  | VIII | IX  | X   | XI  | XII | Год |
|-----------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1         | 2,8 | 3,2 | 5,0 | 7,2 | 9,3  | 10,4 | 11,2 | 10,4 | 8,1 | 6,4 | 4,4 | 3,3 | 6,8 |
| 7         | 2,7 | 3,0 | 4,7 | 7,1 | 9,8  | 11,6 | 12,6 | 11,3 | 8,2 | 6,0 | 4,2 | 3,1 | 7,0 |
| 13        | 3,3 | 3,6 | 5,6 | 7,7 | 10,4 | 12,5 | 12,8 | 11,1 | 8,4 | 6,7 | 5,2 | 3,7 | 7,8 |
| 19        | 3,1 | 3,6 | 5,7 | 8,3 | 10,8 | 13,0 | 14,0 | 12,4 | 9,3 | 7,0 | 5,0 | 4,0 | 8,0 |
| Амплитуда | 0,6 | 0,6 | 1,0 | 1,2 | 1,5  | 2,6  | 2,8  | 2,0  | 1,2 | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 1,6 |

Относительная влажность воздуха представляет наибольший практический интерес, так как характеризует степень насыщения воздуха водяными парами. В Алма-Ате наиболее высокой относительная влажность воздуха бывает в холодное время года. Средние месячные значения ее в это время (ноябрь — март) составляют 72—74 % (как в г. Сочи) с отклонениями в отдельные годы от 63 до 86 % (см. табл. 44). В теплое время года по мере повышения температуры воздуха относительная влажность падает. В период с апреля по октябрь значения ее колеблются от 59—56 до 45—44 % с минимумом в августе. Таким образом, годовой ход относительной влажности воздуха обратен годовому ходу температуры воздуха (см. рис. 29).

Амплитуда суточных колебаний относительной влажности в среднем составляет 12 % с минимальными значениями зимой и максимальными с июля по октябрь.

Максимум относительной влажности воздуха наблюдается около 7 ч утра, а минимум — в околополуденные часы. Суточный ход относительной влажности в горных условиях в значительной степени связан с направлением горно-долинного ветра. В утренние часы с повышением температуры относительная влажность в уро-

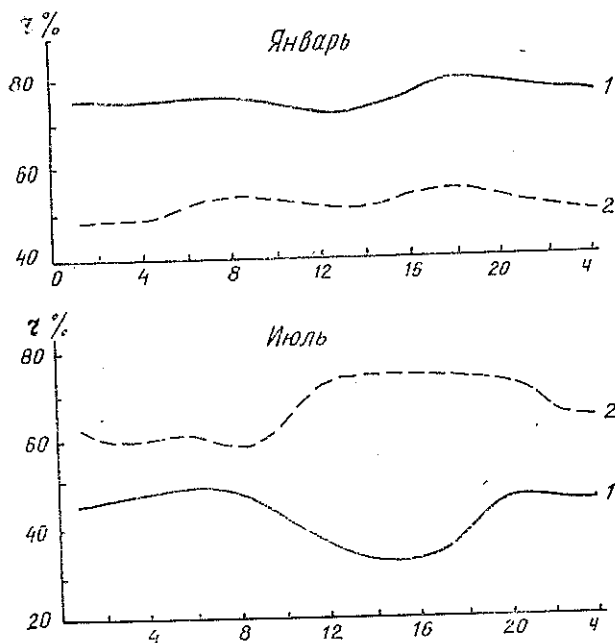


Рис. 30. Суточный ход относительной влажности воздуха.  
1 — Алма-Ата, ГМО; 2 — Мынжилки.

чище Мынжилки начинает несколько снижаться примерно с 6 ч. Такой закономерный ход относительной влажности нарушается в 9—10 ч, когда относительная влажность начинает возрастать со сменой горного ветра на долинный. Еще более заметно влияние горно-долинного ветра на влажность воздуха в вечерние часы. В Заилийском Алатау после смены ветра (около 22 ч) по направлению к предгорной долине отмечается заметное уменьшение влажности воздуха в урочище Мынжилки и увеличение ее в городе. Таким образом, горно-долинный ветер способствует некоторому увлажнению воздуха предгорной равнины в ночные часы. В зимние месяцы суточный ход относительной влажности сглажен (рис. 30).

Абсолютные отклонения от нормы месячных значений относительной влажности (средняя междугодовая изменчивость) зимой минимальны — около  $\pm 3... \pm 4$  %, а в теплое время года они увеличиваются до  $\pm 5... \pm 7$  % с максимумом в октябре. Это значит, что в отдельные годы зимой средняя месячная относительная влажность может достигать 81—86 % (81 % — январь 1974 г., 83 % — декабрь 1972 г., 86 % — февраль 1952 г.), а в годы минимума она на 20 % меньше.

В самые сухие месяцы года средняя месячная относительная влажность воздуха составляет только около 30 % (31 % в июле и 32 % в августе 1944 г.), а в годы максимума ее значения не достигают 60 % (55 % — июль 1944 и 1964 гг., 58 % — август 1958 г.).

Наименьшие значения относительной влажности воздуха наблюдаются в дневные часы. В холодное время года (с ноября по март) и в период с июля по сентябрь средние месячные значения ее изменяются незначительно—в пределах 65—69 и 34—36 % соответственно. В переходные периоды эти различия выражены более резко, особенно осенью. Если от марта к апрелю различия в средних месячных значениях составляют 14 % (65 и 51 %) то от октября (47 %) к ноябрю (65 %) они порядка 20 %. В отдельные годы отклонения относительной влажности в 13 ч от средней многолетней могут быть значительными. Так, в декабре 1936 г. они составили 18 %, а в июле 1944 г.—только 7 %. Наиболее полное представление о возможных значениях относительной влажности в отдельные годы дают вероятностные характеристики, позволяющие раскрыть структуру режима влажности, обусловленного как суточным и сезонным ходом температуры, так и циркуляционными особенностями. Расчеты были выполнены по данным ежедневных наблюдений ст. Алма-Ата, ГМО за 40 лет для всех месяцев и года (табл. 46).

По обеспеченности средней месячной относительной влажности воздуха можно судить о том, в каких пределах она колеблется в отдельные годы. Максимальные значения средней месячной влажности не превышают 86 % (табл. 46). Минимум не опускается ниже 30 %. Но при этом минимальные значения влажности могут достигать 65 %. Амплитуда колебаний средней относительной влажности составляет 18—29 % и лишь в октябре она более значительная и составляет 39 %. Наименьшая изменчивость наблюдается в зимние месяцы (декабрь, январь). Так, в декабре и январе средняя месячная относительная влажность в 80 % случаев выше 70 %. В сухие летние месяцы (июль, август) в 70 % случаев влажность бывает менее 50 %. Случаи с влажностью менее 40 % составляют 10—20 %.

Значения минимальной относительной влажности в виде характеристик различной обеспеченности, приведенные в табл. 47, свидетельствуют о пределах вариации минимальных значений относительной влажности во влажные и сухие годы. Анализ данных таблицы показывает, что минимумы имеют своеобразный годовой ход. Самые низкие значения минимумов приходится на июль и август (7—9 % соответственно), а самые высокие—на зимние месяцы (18—21 %). В период с июля по сентябрь относительная влажность в дневные часы 20 % и ниже наблюдается в 60—80 % случаев.

Косвенным показателем сухости климата служит число дней с относительной влажностью воздуха 30 % и ниже в любой из сроков наблюдений. Наибольшее число таких дней приходится на лето (15—18), а наименьшее (0,7—0,9)—на зиму. В году их бывает до 85.

В отдельные годы число дней с такой относительной влажностью может быть в 1,5—2,0 раза больше или меньше. Например, в июле 1943 и 1944 гг. дней с относительной влажностью 30 % и

Таблица 46

Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха (%)  
различной вероятности. Алма-Ата, ГМО

| Месяц | Средняя | Максимальная | Вероятность, % |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Минимальная |
|-------|---------|--------------|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|
|       |         |              | 5              | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 95 |             |
| I     | 74      | 81           | 80             | 79 | 77 | 76 | 75 | 74 | 73 | 72 | 71 | 68 | 65 | 63          |
| II    | 74      | 86           | 84             | 82 | 78 | 77 | 76 | 75 | 73 | 72 | 71 | 70 | 67 | 65          |
| III   | 72      | 83           | 81             | 79 | 78 | 77 | 75 | 73 | 73 | 71 | 68 | 64 | 62 | 58          |
| IV    | 59      | 73           | 71             | 69 | 66 | 64 | 62 | 60 | 58 | 56 | 55 | 52 | 47 | 44          |
| V     | 56      | 68           | 66             | 65 | 63 | 60 | 58 | 57 | 55 | 54 | 52 | 47 | 43 | 41          |
| VI    | 49      | 63           | 58             | 57 | 56 | 54 | 51 | 50 | 48 | 46 | 45 | 43 | 42 | 39          |
| VII   | 45      | 55           | 54             | 53 | 51 | 49 | 47 | 46 | 44 | 43 | 42 | 38 | 35 | 31          |
| VIII  | 44      | 58           | 55             | 53 | 50 | 48 | 47 | 45 | 43 | 42 | 39 | 37 | 34 | 32          |
| IX    | 47      | 57           | 56             | 54 | 52 | 50 | 49 | 48 | 46 | 44 | 42 | 40 | 38 | 37          |
| X     | 58      | 78           | 73             | 69 | 64 | 62 | 59 | 58 | 54 | 52 | 49 | 46 | 43 | 39          |
| XI    | 72      | 80           | 79             | 78 | 77 | 75 | 73 | 72 | 70 | 68 | 67 | 63 | 58 | 54          |
| XII   | 74      | 83           | 82             | 81 | 80 | 78 | 76 | 74 | 73 | 72 | 70 | 68 | 67 | 65          |
| Год   | 60      | 86           | 70             | 68 | 66 | 64 | 62 | 60 | 59 | 58 | 56 | 53 | 50 | 31          |

Таблица 47

Минимальная относительная влажность воздуха (%)  
различной вероятности. Алма-Ата, ГМО

| Месяц | Средняя из минимальных | Вероятность, % |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Наблюдаемый минимум |       |
|-------|------------------------|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------------------|-------|
|       |                        | 5              | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 95 | %                   | год   |
| I     | 31                     | 41             | 39 | 36 | 33 | 32 | 31 | 30 | 27 | 25 | 23 | 21 | 19                  | 1953  |
| II    | 32                     | 43             | 38 | 36 | 34 | 33 | 31 | 30 | 28 | 27 | 24 | 23 | 21                  | 1964  |
| III   | 27                     | 41             | 37 | 32 | 31 | 28 | 26 | 25 | 23 | 22 | 20 | 17 | 12                  | 1944  |
| IV    | 21                     | 30             | 27 | 24 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 16 | 14 | 12 | 11                  | 1950, |
|       |                        |                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                     | 1965  |
| V     | 23                     | 31             | 29 | 28 | 27 | 26 | 24 | 22 | 20 | 18 | 16 | 14 | 12                  | 1951  |
| VI    | 22                     | 31             | 29 | 26 | 24 | 22 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 13                  | 1941  |
| VII   | 19                     | 27             | 25 | 23 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 14 | 11 | 7                   | 1944  |
| VIII  | 18                     | 24             | 23 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 12 | 9                   | 1944  |
| IX    | 17                     | 24             | 22 | 20 | 18 | 17 | 16 | 15 | 15 | 14 | 13 | 11 | 10                  | 1951  |
| X     | 18                     | 30             | 27 | 22 | 18 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 11 | 10                  | 1956  |
| XI    | 25                     | 37             | 35 | 31 | 30 | 28 | 24 | 22 | 20 | 18 | 16 | 13 | 10                  | 1972  |
| XII   | 30                     | 46             | 42 | 36 | 34 | 31 | 30 | 28 | 25 | 23 | 21 | 19 | 18                  | 1936  |
| Год   | 24                     | 34             | 31 | 28 | 26 | 25 | 23 | 22 | 20 | 19 | 17 | 15 | 7                   | 1944  |

меее было по 30, а в 1958 и 1959 гг. — только по 1. Повторяемость низкой относительной влажности в разные часы суток, представленная в табл. 48, имеет хорошо выраженный суточный ход с максимумом в 13 ч, который особенно велик в августе и сентябре (до 12 %).

Таблица 48

Повторяемость (в % от общего числа часов) относительной влажности 30 % и менее в разные часы суток. Алма-Ата, ГМО

| Месяц | Срок наблюдения, ч |     |     |     | Месяц | Срок наблюдения, ч |     |      |     |
|-------|--------------------|-----|-----|-----|-------|--------------------|-----|------|-----|
|       | 1                  | 7   | 13  | 19  |       | 1                  | 7   | 13   | 19  |
| IV    | 0,8                | 0,8 | 5,0 | 1,7 | VIII  | 2,4                | 0,8 | 12,1 | 3,2 |
| V     | 0,8                | 0,8 | 3,2 | 1,6 | IX    | 1,7                | 1,7 | 11,7 | 3,3 |
| VI    | 0,8                | 0,0 | 5,8 | 1,7 | X     | 1,6                | 1,6 | 6,5  | 2,4 |
| VII   | 2,4                | 0,8 | 9,6 | 2,4 |       |                    |     |      |     |

Большой практический интерес представляют сведения о высокой влажности воздуха, которая затрудняет эксплуатацию техники, способствует возникновению коррозии, создает дискомфортность погодных условий и т. д. О высокой влажности принято судить по дням, когда относительная влажность воздуха в 13 ч равна 80 % и более. В Алма-Ате такие дни в году составляют 51 день (14 %), 41 из них приходится на холодное время года (с ноября по март), когда в среднем за месяц их бывает от 7 до 10 с максимумом в декабре.

Летом влажные дни не ежегодны (1 день в 2,0—2,5 года) и меньше всего таких дней в июле. В отдельные годы значения колеблются в широких пределах. Например, в месяце максимума (в декабре) число влажных дней может быть и 20 (1931 г.) и 2 (1962 г.). В июле, как правило, их нет, но может быть 2 дня (1928, 1940 и 1968 гг.).

Для определения общей продолжительности влажного периода и его суточного хода по материалам ежечасных наблюдений вычислена суммарная средняя месячная и годовая продолжительность перепадов с относительной влажностью 70—100, 80—100 и 90—100 % (табл. 49). Следует отметить, что наиболее часто высокая влажность отмечается в холодное время года.

Таблица 49

Средняя продолжительность (ч) высокой относительной влажности воздуха. Алма-Ата, ГМО

| Относительная влажность, % | I   | II  | III | IV  | V   | VI | VII | VIII | IX | X   | XI  | XII | Холодный период (XI—II) | Теплый период (IV—X) | Год  |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|------|----|-----|-----|-----|-------------------------|----------------------|------|
| 70—100                     | 464 | 439 | 432 | 230 | 177 | 88 | 48  | 46   | 83 | 223 | 410 | 470 | 2215                    | 895                  | 3110 |
| 80—100                     | 332 | 319 | 309 | 140 | 100 | 44 | 22  | 21   | 43 | 138 | 284 | 337 | 1581                    | 508                  | 2089 |
| 90—100                     | 166 | 153 | 169 | 66  | 44  | 14 | 6   | 6    | 16 | 70  | 146 | 160 | 794                     | 222                  | 1016 |

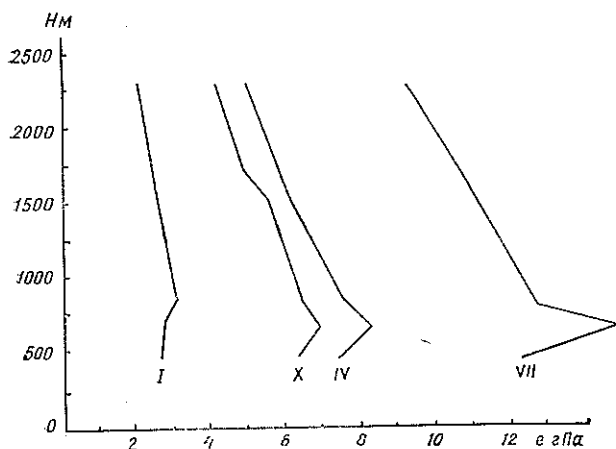


Рис. 31. Изменение парциального давления водяного пара с высотой на северном склоне Зайлийского Алатау.

В период с ноября по март наблюдается до 2215 ч с влажностью 70 % и более, из которых 794 ч приходится на период с влажностью 90 % и выше. В теплое время года продолжительность влажного периода сокращается до 895 ч. Непрерывная суточная продолжительность этого периода колеблется от 516 до 900 ч, причем в вечерние, ночные и утренние часы повторяемость его примерно одинакова — 27—29 % средней годовой продолжительности периода с высокой относительной влажностью (70 % и более) и 9—10 % всего времени года. Днем повторяемость этого периода наблюдается лишь в 17 %, а на фоне общего годового количества часов — в 6 %.

Дефицит насыщения, как и парциальное давление водяного пара, имеет годовой ход, аналогичный температуре воздуха (см. рис. 29) с максимумом в июле (17,6 гПа) и минимумом в январе (1,2 гПа). В суточном ходе наибольшие значения дефицита насыщения отмечаются в дневные часы во все месяцы года (табл. 50).

Характер годового и суточного хода влажности воздуха город—окрестности в районе Алма-Аты обусловлен не столько урбанизацией, т. е. антропогенными факторами, сколько главным образом различиями ландшафтных зон и абсолютных высот территории на небольшой протяженности, о чем убедительно свидетельствуют данные табл. 51. С увеличением высоты местности парциальное давление водяного пара убывает, и различия эти наиболее ярко выражены летом. В это время года в районе аэропорта, расположенного почти на 200 м ниже городской станции Алма-Ата, ГМО, значения парциального давления водяного пара на 1,8 гПа выше, а в горах, в районе Медео, на 1,7 гПа ниже относительно города. В холодное время года в горных районах наблюдаются инверсии влажности воздуха порядка нескольких гектопаскалей. На рис. 31 прослеживается изменение градиента от зимы к лету и по высоте места. Летом до 700 м высоты он поло-

Таблица 50

Средний месячный и годовой дефицит насыщения (гПа)  
в различные часы суток. Алма-Ата, ГМО

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

Таблица 51

Различия в режиме влажности города и окрестностей

| Станция                 | Средняя за сезон |          |            | 1 ч        |          |            | 13 ч       |          |            |
|-------------------------|------------------|----------|------------|------------|----------|------------|------------|----------|------------|
|                         | $e$<br>гПа       | $r$<br>% | $d$<br>гПа | $e$<br>гПа | $r$<br>% | $d$<br>гПа | $e$<br>гПа | $r$<br>% | $d$<br>гПа |
| Зима                    |                  |          |            |            |          |            |            |          |            |
| Алма-Ата, ГМО           | 3,3              | 74       | 1,3        | 3,1        | 76       | 1,1        | 3,5        | 68       | 1,9        |
| Алма-Ата, аэро-<br>порт | 3,0              | 82       | 0,7        | 2,8        | 85       | 0,5        | 3,4        | 74       | 1,2        |
| Разность                | -0,3             | 8        | -0,6       | -0,3       | 9        | -0,6       | -0,1       | 6        | -0,7       |
| Алма-Ата, ГМО           | 3,8              | 74       | 1,3        | 3,1        | 76       | 1,1        | 3,5        | 68       | 1,9        |
| Медео                   | 2,5              | 53       | 2,5        | 2,4        | 53       | 2,6        | 2,7        | 51       | 3,5        |
| Разность                | -0,8             | -21      | 1,2        | -0,7       | -23      | 1,5        | -0,8       | -17      | 1,6        |
| Весна                   |                  |          |            |            |          |            |            |          |            |
| Алма-Ата, ГМО           | 7,6              | 62       | 5,9        | 7,2        | 67       | 4,4        | 7,9        | 55       | 7,9        |
| Алма-Ата, аэро-<br>порт | 8,4              | 70       | 5,2        | 8,0        | 80       | 2,3        | 8,3        | 53       | 9,9        |
| Разность                | 0,8              | 8        | -0,7       | 0,8        | 13       | 2,1        | 0,4        | -2       | 2,0        |
| Алма-Ата, ГМО           | 7,6              | 62       | 5,9        | 7,2        | 67       | 4,4        | 7,9        | 55       | 7,9        |
| Медео                   | 6,1              | 61       | 4,7        | 5,3        | 60       | 4,2        | 7,1        | 61       | 5,7        |
| Разность                | -1,5             | -1       | -1,2       | -1,9       | -7       | -0,2       | -0,8       | 6        | -2,2       |
| Лето                    |                  |          |            |            |          |            |            |          |            |
| Алма-Ата, ГМО           | 12,0             | 46       | 15,9       | 10,7       | 50       | 12,0       | 12,1       | 37       | 22,6       |
| Алма-Ата, аэро-<br>порт | 13,8             | 56       | 13,7       | 12,8       | 70       | 6,2        | 12,9       | 36       | 25,5       |
| Разность                | 1,8              | 10       | -2,2       | 2,1        | 20       | -5,8       | 0,8        | -1       | 2,9        |
| Алма-Ата, ГМО           | 12,0             | 46       | 15,9       | 10,7       | 50       | 12,0       | 12,1       | 37       | 22,6       |
| Медео                   | 10,3             | 53       | 10,2       | 8,8        | 52       | 8,8        | 12,0       | 52       | 12,7       |
| Разность                | -1,7             | 7        | -5,7       | -1,9       | 2        | -3,2       | -0,1       | 15       | -9,9       |
| Осень                   |                  |          |            |            |          |            |            |          |            |
| Алма-Ата, ГМО           | 6,6              | 59       | 6,7        | 6,3        | 62       | 5,2        | 6,8        | 49       | 10,3       |
| Алма-Ата, аэро-<br>порт | 6,9              | 67       | 5,6        | 6,7        | 76       | 2,6        | 7,1        | 47       | 12,1       |
| Разность                | 0,3              | 8        | -1,1       | 0,4        | 14       | -2,6       | 0,3        | -2       | 1,8        |
| Алма-Ата, ГМО           | 6,6              | 59       | 6,7        | 6,3        | 62       | 5,2        | 6,8        | 49       | 10,3       |
| Медео                   | 5,2              | 52       | 5,9        | 4,8        | 52       | 5,4        | 6,1        | 52       | 7,5        |
| Разность                | -1,4             | -7       | -0,8       | -1,5       | -10      | 0,2        | -0,7       | 3        | -2,8       |

жительный (до 1 гПа), а выше парциальное давление водяного пара убывает до 0,2 гПа на каждые 100 м подъема (июль). Зимой (январь) изменение парциального давления водяного пара незначительное (0,1 гПа и менее).

В суточном ходе наибольшие различия в значениях парциального давления водяного пара наблюдаются в ночные часы, особенно летом. В районе аэропорта парциальное давление водяного пара на 2,1 гПа выше, чем в городе, а в горах (Медео) она на 1,9 гПа ниже.

Относительная влажность воздуха к северу от Алма-Аты во все сезоны года в среднем на 7—10 % выше, чем в городе, а летом в ночные часы — на 20 %. К югу от города, в горах, годовой ход относительной влажности воздуха противоположен годовому ходу  $t$  на равнине (рис. 32). Увеличение количества осадков и понижение температуры с высотой обуславливает здесь максимальные значения влажности в весенне-летний период и смещение максимальных ее значений на зиму из-за инверсий и фёновых явлений. Изменение относительной влажности с высотой в окрестностях Алма-Аты для представителей сезонов года показано на рис. 33. Различия в значениях влажности между городом и его окрестностями тем больше, чем больше разница в абсолютных высотах местности (табл. 52). Данные этой таблицы свидетельствуют также о росте сухих и влажных дней с высотой, причем наибольшее число сухих дней в году отмечается на высоте от 2 до 3 тыс. м над ур. м. (Верхний Горельник — 120 дней). Если при разности высот 1100 м число влажных дней увеличивается на

Таблица 52

Годовой ход относительной влажности воздуха и число дней за год с влажностью 30 % и менее в любой из сроков наблюдений и 80 % и более в 13 ч на северных склонах Заилийского Алатау

| Станция           | Высота над уровнем моря, м | Относительная влажность, % |       |      |       | Число дней с относительной влажностью, % |      | Местоположение      |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|-------|------|-------|------------------------------------------|------|---------------------|
|                   |                            | зима                       | весна | лето | осень | ≤ 30                                     | ≥ 80 |                     |
| Усть-Горельник    | 1943                       | 53                         | 67    | 62   | 56    | 86                                       | 78   | Горная котловина    |
| Алма-Ата, ГМО     | 847                        | 74                         | 62    | 46   | 59    | 85                                       | 51   |                     |
| Разность          | 1096                       | —21                        | 5     | 16   | —3    | 1                                        | 27   | Склон горной долины |
| Верхний Горельник | 2272                       | 50                         | 64    | 61   | 52    | 120                                      | 84   |                     |
| Алма-Ата, ГМО     | 847                        | 74                         | 62    | 46   | 59    | 85                                       | 51   | Высокогорная долина |
| Разность          | 1425                       | —24                        | 2     | 15   | —7    | 35                                       | 33   |                     |
| Мынжилки          | 3017                       | 50                         | 62    | 66   | 52    | 107                                      | 99   | Высокогорная долина |
| Алма-Ата, ГМО     | 847                        | 74                         | 62    | 46   | 59    | 85                                       | 51   |                     |
| Разность          | 2170                       | —24                        | 0     | 20   | —7    | 22                                       | 48   |                     |



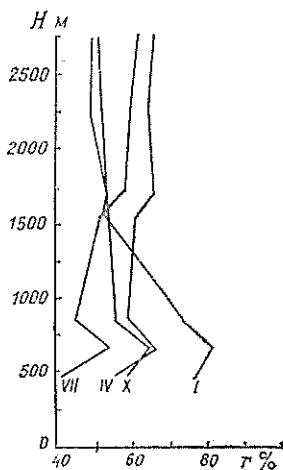


Рис. 32. Изменение относительной влажности воздуха  $r$  с высотой на северном склоне Заилийского Алатау.

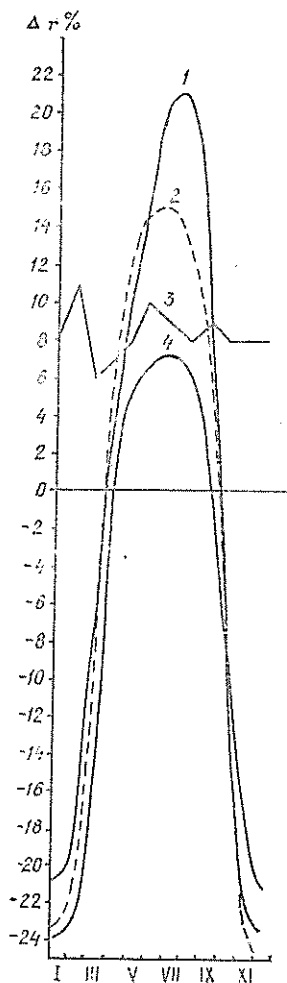


Рис. 33. Различия в режиме влажности (город—окрестности).  
1 — Мынжиляки, 2 — Верхний Горельник, 3 — Алма-Ата, аэропорт, 4 — Медео.

27, 1500 м — на 33, то при различиях высот более 2000 м — почти на 50.

Значения дефицита насыщения с высотой уменьшаются (рис. 34). В январе различия невелики, в пределах 1 гПа, а в июле они выражены более ярко: в городе дефицит насыщения равен 17,6 гПа, на высоте 2000 м — около 7 гПа, а выше 3000 м уже около 4 гПа.

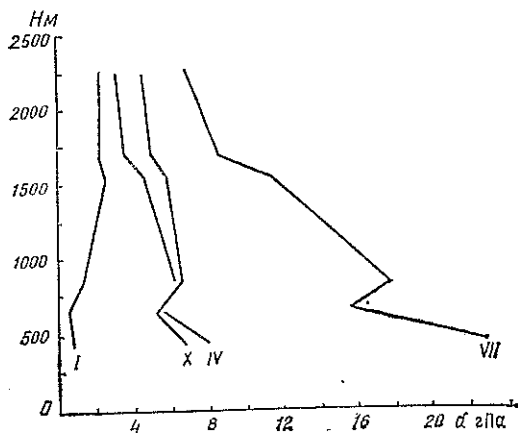


Рис. 34. Изменение дефицита насыщения с высотой на северном склоне Занлийского Алатау.

## 5.2. Атмосферные осадки

Количество осадков определяется толщиной (в мм) слоя выпавшей воды. При осадках (дождь, морось, туман, обильные росы, град, снег, снежная крупа и т. д.) давших 1 мм воды, на каждый квадратный метр поверхности приходится по метру воды, а на гектар — 10 т.

На метеорологической сети в настоящее время осадки измеряют осадкомерами, приемная поверхность которых имеет высоту 2 м. Прежние измерения по дождемеру (до 1951 г.) приведены к показаниям современного прибора — осадкомера [59].

Осадкомер не является достаточно точным прибором для измерения количества осадков, так как образующиеся вокруг осадкомера завихрения воздушного потока препятствуют попаданию в ведро снежинок и капелек, часть снега выдувается ветром из измерительного ведра. Вследствие смачивания пленка воды удерживается дном и стенками осадкомерного ведра и поэтому не учитывается при измерении. За время между сроками измерений осадки частично испаряются. Все это приводит к значительным потерям. Для жидких осадков погрешности измерения, как правило, не превышают 10 %, для твердых — увеличиваются до 30—35 %, а при сильном ветре достигают 50 % и более.

Вопрос о поправках к измеренному количеству осадков еще не решен окончательно, поэтому при вычислении средних экстремальных сумм, повторяемостей, сравнения данных за различные годы используют неисправленные данные об осадках. В текущие наблюдения, начиная с 1966 г., вводится поправка на смачивание, поэтому наряду с измеренными средними многолетними суммами приведены многолетние нормы с поправкой на смачивание (табл. 53), а также нормы с суммарной поправкой на смачивание и ветровой недоучет.

Таблица 53

Среднее количество осадков (мм). Алма-Ата, ГМО

| Период                                        | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII | XI-III | IV-X | Год |
|-----------------------------------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|--------|------|-----|
| Без введения поправок                         |    |    |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |        |      |     |
| 1-я декада                                    | 9  | 8  | 16  | 25 | 32 | 24 | 13  | 9    | 6  | 13 | 18 | 10  |        |      |     |
| 2-я декада                                    | 8  | 9  | 20  | 35 | 32 | 20 | 11  | 7    | 9  | 15 | 16 | 11  |        |      |     |
| 3-я декада                                    | 11 | 12 | 26  | 32 | 28 | 13 | 12  | 8    | 11 | 21 | 13 | 10  |        |      |     |
| Месяц                                         | 28 | 29 | 62  | 92 | 93 | 57 | 36  | 24   | 26 | 49 | 47 | 32  | 198    | 377  | 575 |
| С поправками на смачивание                    |    |    |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |        |      |     |
| Месяц                                         | 30 | 30 | 66  | 98 | 97 | 60 | 40  | 26   | 28 | 51 | 51 | 34  | 211    | 400  | 611 |
| С поправками на смачивание и выдувание ветром |    |    |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |        |      |     |
| Месяц                                         | 33 | 34 | 70  | 99 | 98 | 61 | 40  | 26   | 28 | 52 | 52 | 36  | 225    | 404  | 629 |

Из табл. 53 следует, что за год в Алма-Ате осадков выпадает столько, сколько и в зоне достаточного увлажнения (Москва, Ленинград, Брест и др.), но своеобразие годового их распределения и высокий температурный фон теплого периода создают здесь условия засушливости. Так, с мая по октябрь (более 180 дней) в среднем в Алма-Ате испаряемость превышает осадки в 4 раза, а в августе — в 11 раз (рис. 35). Коэффициент увлажнения  $K$ , представляющий отношение среднего годового количества осадков к среднему годовому количеству испаряемости, для Алма-Аты равен 0,45 (табл. 54). Это значит, что в Алма-Ате выпадает почти половина того количества влаги, которое может испариться при средней температуре воздуха и средней относительной влажности, вычисленной по формуле Н. Н. Иванова

$$E_m = 0,0018 (25 + t)^2 (100 - a),$$

Таблица 54

Средние значения температуры, относительной влажности, испаряемости и коэффициента увлажнения. Алма-Ата, ГМО

| Характеристика | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | V-X  | Год  |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $t$ °C         | -7,4 | -5,6 | 1,8  | 10,5 | 16,2 | 20,6 | 23,3 | 22,3 | 16,9 | 9,5  | 0,8  | -4,8 | 18,1 | 8,7  |
| $r$ %          | 74   | 74   | 72   | 59   | 56   | 50   | 45   | 44   | 46   | 56   | 71   | 73   | 50   | 60   |
| $E_m$ мм       | 15   | 18   | 32   | 93   | 134  | 187  | 231  | 256  | 171  | 94   | 35   | 20   | 1073 | 1286 |
| $K$            | 1,84 | 1,65 | 1,92 | 0,98 | 0,69 | 0,30 | 0,16 | 0,09 | 0,15 | 0,52 | 1,34 | 1,62 | 0,27 | 0,46 |

где  $E_m$  — испаряемость за месяц, мм;  $t$  — средняя месячная температура, °C;  $a$  — средняя месячная относительная влажность, %.

Как известно, активизация атмосферных процессов, усиление термической и динамической конвекции в условиях северных склонов Заилийского Алатау обуславливают увеличение количества осадков примерно до высоты 2 км. В связи с этим, если в северных, равнинных районах города (аэропорт) выпадает

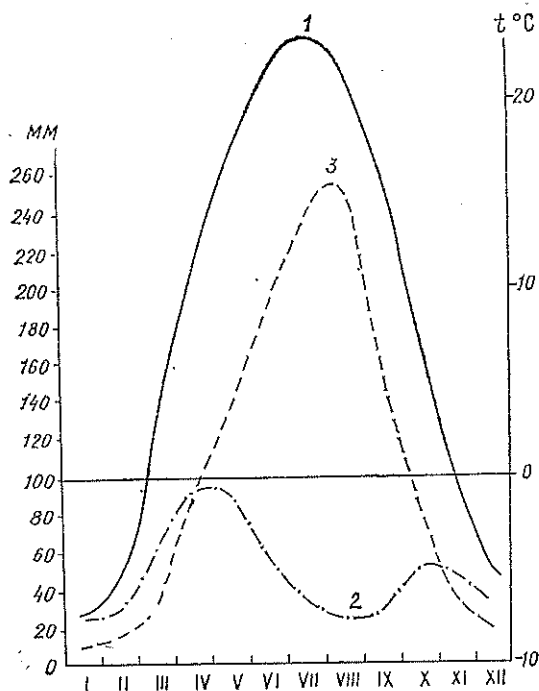


Рис. 35. Годовой ход температуры воздуха (1), осадков (2) и испаряемости (3). Алма-Ата, ГМО.

456 мм, в центральных — 575 мм, то в южных и горных — уже 890 мм. Это значит, что на отрезке длиной в 30 км на каждые 100 м высоты в среднем за год количество осадков увеличивается на 50 мм.

Временная изменчивость атмосферных осадков велика. В наиболее дождливом 1958 г. выпало 923 мм — единственный случай за 97 лет (с 1879 по 1979 г.), а в наиболее сухом 1917 г. за тот же период было лишь 296 мм. Как выдающиеся влажные, так и очень сухие годы могут повторяться 2—3 раза подряд. Например, 1901 и 1902 гг. в Алма-Ате были влажными (816 и 810 мм соответственно), а осадки 1909 и 1910 гг. составили 70—54 % нормы.

По характеру внутригодового распределения месячных осадков в Алма-Ате выделяется глубокий минимум летом (август — 24 мм) и 2 максимума — главный весной и второстепенный осенью (см. рис. 36). В 1920 г. весенний максимум осадков в годовом ходе сместился на осень. Наиболее влажными в течение года являются май и апрель (40 и 35 % лет соответственно). Один раз в 10 лет максимум в годовом ходе приходится на март, один раз в 15 лет — на июнь, один раз в 35 лет — на октябрь и один раз в 100 лет — на декабрь (1943 г.).

Значительна изменчивость и месячных сумм осадков в отдельные годы. Если в июле—августе 1913 г. не было ни одного дождя,

Таблица 55

Месячное и годовое количество осадков (мм) различной вероятности

| Месяц | Наблюденный максимум |            | Вероятность, % |     |     |     |     |     |     |     | Наблюденный минимум |                                       |
|-------|----------------------|------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------|---------------------------------------|
|       | мм                   | год        | 2              | 5   | 10  | 20  | 50  | 80  | 90  | 95  | мм                  | год                                   |
| I     | 79                   | 1896       | 69             | 58  | 50  | 40  | 26  | 15  | 10  | 8   | 4                   | 1955                                  |
| II    | 67                   | 1934       | 64             | 57  | 52  | 44  | 29  | 15  | 8   | 5   | 1                   | 1901                                  |
| III   | 137                  | 1966       | 134            | 116 | 100 | 82  | 54  | 36  | 26  | 21  | 12                  | 1930                                  |
| IV    | 190                  | 1896       | 178            | 162 | 146 | 126 | 90  | 56  | 42  | 30  | 17                  | 1927                                  |
| V     | 209                  | 1958       | 198            | 171 | 152 | 130 | 91  | 53  | 37  | 26  | 5                   | 1885                                  |
| VI    | 190                  | 1979       | 146            | 119 | 102 | 83  | 54  | 39  | 19  | 10  | 3                   | 1927, 1955                            |
| VII   | 102                  | 1896       | 87             | 76  | 65  | 53  | 31  | 16  | 8   | 5   | 0,2                 | 1913                                  |
| VIII  | 75                   | 1958       | 71             | 62  | 54  | 43  | 23  | 5   | 2   | 1   | 0                   | 1884,<br>1913, 1919                   |
| IX    | 94                   | 1973       | 76             | 52  | 43  | 32  | 23  | 10  | 5   | 2   | 0                   | 1889,<br>1893,<br>1894,<br>1922, 1925 |
| X     | 145                  | 1969       | 133            | 110 | 91  | 69  | 53  | 27  | 19  | 12  | 0                   | 1954, 1955                            |
| XI    | 112                  | 1941       | 102            | 88  | 77  | 64  | 46  | 28  | 19  | 13  | 4                   | 1915                                  |
| XII   | 85                   | 1893, 1943 | 78             | 62  | 53  | 44  | 29  | 15  | 9   | 6   | 2                   | 1919                                  |
| Год   | 923                  | 1958       | 860            | 800 | 748 | 684 | 563 | 464 | 412 | 371 | 293                 | 1917                                  |

то в 1896 г. в июле их выпало 102 мм, а в августе 1958 г. — 75 мм, т. е. в 3—4 раза выше нормы. В табл. 55 приводятся данные о повторяемости различного количества осадков в Алма-Ате с 1881 по 1980 г.

В июле месячная сумма осадков, равная 65 мм, имеет 10%-ую обеспеченность. Это означает, что в среднем один раз в 10 лет сумма осадков будет не меньше 65 мм, а в 90 % лет — меньше этого значения.

Число дней с различным количеством осадков отражает как частоту выпадения осадков, так и количество их за сутки. Общее число дней с осадками за год (0,1 мм и выше) в Алма-Ате равно 108 с колебаниями в отдельные годы от 136 (1941 г.) до 58 (1944 г.).

Годовой ход числа дней с осадками повторяет годовое распределение их количества с главным максимумом весной и минимумом в сентябре—августе (табл. 56).

Вследствие длительного теплого периода и сравнительно мягкой зимы с часто наблюдающимися оттепелями в Алма-Ате из общего количества осадков 65 % приходится на дни с жидкими, 14 % — на дни с твердыми и 21 % на дни со смешанными осадками. Распределение их для каждого месяца показано на рис. 36. В период с ноября по март в среднем 1—2 дня в месяц жидкие осадки выпадают при отрицательных температурах. В апреле и октябре такие случаи наблюдаются очень редко (табл. 57). В районе аэропорта один раз в 15 лет они бывают и в мае, а в зоне

Таблица 56

Число дней с различным количеством осадков. Алма-Ата, ГМО

| Месяц | Осадки, мм |      |      |      |       |       |       |
|-------|------------|------|------|------|-------|-------|-------|
|       | ≥0,1       | ≥0,5 | ≥1,0 | ≥5,0 | ≥10,0 | ≥20,0 | ≥30,0 |
| I     | 9          | 7    | 5    | 2    | 0,5   | 0,03  |       |
| II    | 9          | 7    | 6    | 2    | 0,9   | 0,06  | 0,02  |
| III   | 12         | 10   | 9    | 4    | 2     | 0,5   | 0,1   |
| IV    | 11         | 10   | 9    | 6    | 4     | 1     | 0,4   |
| V     | 12         | 10   | 9    | 6    | 4     | 1     | 0,5   |
| VI    | 10         | 8    | 7    | 3    | 2     | 0,5   | 0,2   |
| VII   | 9          | 7    | 5    | 2    | 0,9   | 0,2   | 0,1   |
| VIII  | 6          | 5    | 4    | 2    | 0,7   | 0,2   | 0,03  |
| IX    | 5          | 4    | 4    | 2    | 0,9   | 0,2   | 0,05  |
| X     | 7          | 6    | 6    | 3    | 2     | 0,5   | 0,1   |
| XI    | 9          | 7    | 5    | 3    | 2     | 0,3   | 0,03  |
| XII   | 9          | 7    | 6    | 2    | 0,9   | 0,08  |       |
| Год   | 108        | 88   | 75   | 37   | 21    | 5     | 2     |

Таблица 57

Повторяемость  $P$  (%) жидких осадков при отрицательных температурах воздуха. Алма-Ата, ГМО

| Характеристика | X   | XI   | XII  | I    | II   | III  | IV   | X-IV |
|----------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| $\bar{n}_1$    | 6,1 | 5,8  | 3,4  | 2,1  | 3,0  | 8,2  | 10,6 | 39,2 |
| $\bar{n}_2$    | 0,4 | 1,0  | 1,4  | 1,2  | 1,2  | 1,5  | 0,3  | 7,0  |
| $P\%$          | 6,6 | 17,2 | 41,2 | 57,1 | 40,0 | 18,3 | 2,8  | 18,0 |

Примечание.  $\bar{n}_1$  — среднее число дней с жидкими осадками,  $\bar{n}_2$  — среднее число дней с жидкими осадками при отрицательных температурах.

среднегорья, в южных районах, жидкие осадки при отрицательных температурах выпадают в период с сентября по май. Максимум таких дней в годовом ходе наблюдается в марте, а второй — в декабре.

В среднем за сутки в Алма-Ате с осадками 0,1 мм и более выпадает следующее количество ( $X$ ):

|              |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Месяц . . .  | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII | Год |
| $X$ мм . . . | 3,4 | 3,5 | 5,6 | 8,8 | 8,2 | 6,1 | 4,4 | 4,5  | 5,4 | 7,7 | 5,4 | 3,7 | 5,6 |

Распределение суточного максимума осадков повторяет распределение среднего их количества. В экстремально влажные годы сумма осадков за сутки может превышать их месячную норму (см. табл. 21 приложения). Изменчивость суточного максимума осадков из года в год представлена в табл. 58. В мае, например, один раз в 5 лет можно ожидать суточный максимум 38 мм и более, а один раз в 20 лет — 51 мм и более. Как правило, эти осадки имеют ливневый характер и наблюдаются обычно

Рис. 36. Доля дней с жидкими (1), твердыми (2) и смешанными (3) осадками. Алма-Ата, ГМО.

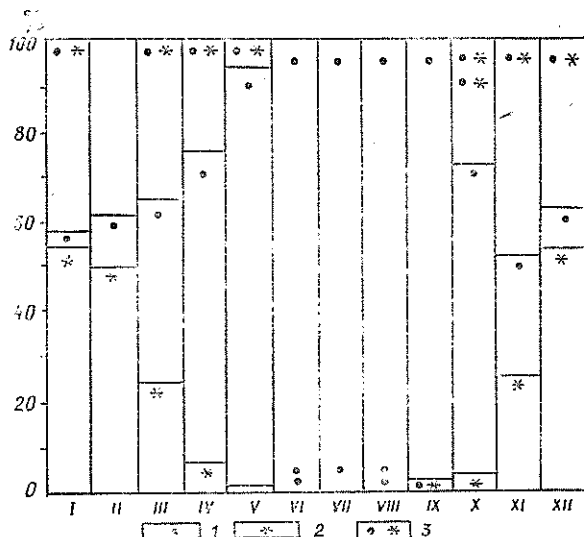


Таблица 58

Максимумы суточного количества осадков (мм) различной обеспеченности. Алма-Ата, ГМО. 1879—1980 гг.

| Месяц | Средний максимум | Обеспеченность, % |    |    |    |    |    | Наблюдаемый максимум |      |
|-------|------------------|-------------------|----|----|----|----|----|----------------------|------|
|       |                  | 63                | 20 | 10 | 5  | 2  | 1  | мм                   | год  |
| I     | 10               | 8                 | 14 | 17 | 20 | 24 | 26 | 27                   | 1886 |
| II    | 11               | 8                 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 33                   | 1892 |
| III   | 18               | 13                | 26 | 30 | 33 | 35 | 36 | 36                   | 1966 |
| IV    | 26               | 22                | 36 | 40 | 44 | 48 | 50 | 50                   | 1961 |
| V     | 28               | 23                | 38 | 46 | 51 | 57 | 60 | 62                   | 1884 |
| VI    | 22               | 16                | 30 | 37 | 48 | 61 | 70 | 74                   | 1942 |
| VII   | 14               | 9                 | 22 | 28 | 34 | 44 | 54 | 55                   | 1896 |
| VIII  | 12               | 7                 | 20 | 26 | 30 | 34 | 37 | 37                   | 1958 |
| IX    | 14               | 10                | 22 | 28 | 34 | 40 | 43 | 44                   | 1890 |
| X     | 18               | 15                | 25 | 29 | 34 | 40 | 44 | 44                   | 1940 |
| XI    | 16               | 13                | 22 | 26 | 29 | 35 | 40 | 46                   | 1904 |
| XII   | 12               | 10                | 16 | 20 | 23 | 28 | 31 | 35                   | 1980 |
| Год   | 37               | 34                | 44 | 49 | 55 | 65 | 71 | 74                   | 1942 |

с апреля по июль. Среднее число дней с ливнями в этот период составляет 6—8, а в отдельные годы — 16—19. Холодному времени года свойственны обложные осадки. Зимой (месяцы максимума) их доля относительно общего числа дней с осадками составляет 80—90 %. Переходному периоду свойственны морозящие осадки.

В суточном ходе обложные осадки во все времена года чаще всего (51 %) отмечаются в ночные часы, а ливневые днем в пос-

леполуденные часы, в период наибольшей вероятности грозовой деятельности.

Характер выпадающих осадков характеризует их продолжительность, годовой ход которой противоположен годовому ходу количества осадков. Как показано в табл. 59, суммарная продолжительность зимних осадков в 3 раза больше продолжительности летних. Максимальная продолжительность осадков (125 ч) наблюдается в марте, а наименьшая — в августе—сентябре (25 и 27 соответственно). Средняя продолжительность осадков в день с осадками 0,1 мм и более тоже наибольшая в холодное время года и наименьшая летом. Ниже дано распределение продолжительности осадков  $\tau$  в отдельные месяцы в течение суток:

|                  |      |      |      |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |
|------------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Месяц . . .      | I    | II   | III  | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII | Год |
| $\tau$ ч . . . . | 10,7 | 10,8 | 10,6 | 8,4 | 6,8 | 4,8 | 3,5 | 4,4  | 5,2 | 6,6 | 9,1 | 9,8 | 7,6 |

Таблица 59

Продолжительность осадков (ч). Алма-Ата, ГМО

| Продолжительность | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X          | XI   | XII  | Год  |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------|------|------|
| Средняя           | 94   | 93   | 125  | 93   | 80   | 47   | 32   | 25   | 27   | 54         | 86   | 90   | 846  |
| Максимальная      | 217  | 169  | 212  | 152  | 156  | 85   | 54   | 65   | 71   | 153        | 158  | 191  | 1198 |
| Год               | 1969 | 1961 | 1966 | 1958 | 1960 | 1967 | 1971 | 1970 | 1969 | 1951       | 1962 | 1959 | 1972 |
| Минимальная       | 23   | 26   | 38   | 35   | 24   | 16   | 3    | 2    | 2    | 0          | 38   | 30   | 479  |
| Год               | 1963 | 1968 | 1944 | 1945 | 1943 | 1940 | 1943 | 1945 | 1959 | 1954, 1955 | 1967 | 1950 | 1944 |

Средняя непрерывная продолжительность различного вида осадков и их повторяемость (число случаев) приводятся в табл. 22 приложения.

Продолжительность осадков определяет их интенсивность. Средняя месячная интенсивность осадков (мм/мин) в городе, полученная как отношение месячной суммы осадков к их продолжительности, следующая:

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   |
| 0,005 | 0,005 | 0,009 | 0,017 | 0,021 | 0,021 | 0,017 | 0,016 | 0,016 | 0,014 | 0,010 | 0,006 |

Максимальная интенсивность осадков, полученная по лентам самописца дождя (плювиографа) для различных интервалов времени (табл. 60), в Алма-Ате была отмечена 15 мая 1947 г.: за 1—2 мин интенсивность осадков составила 4,85 мм/мин.

В этой же таблице приводится наибольшая интенсивность осадков различной обеспеченности для определения интервалов времени, выполненная по методическому указанию ГГО. Эти расчеты показывают, что за 30 мин интенсивность осадков 0,6 мм/мин может наблюдаться каждые 5 лет (10%-ная обеспеченность); за 2 мин интенсивность осадков 5 мм/мин повторяется один раз в 50 лет (2 %-ная обеспеченность). Примером редкой повторяемости максимальной интенсивности осадков может служить ливень 7 июня 1979 г., когда из 34 мм суточного максимума



Таблица 60

Средняя и максимальная интенсивность осадков (мм/мин) и ее обеспеченность  
для различных интервалов времени. Год. Алма-Ата, ГМО

| Интенсивность               | Интервал времени     |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                       |                        |                       |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
|                             | минуты               |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      | часы                  |                        |                       |
|                             | 1                    | 2                    | 3                    | 4                    | 5                    | 10                   | 20                   | 30                   | 1                     | 12                     | 24                    |
| Средняя                     | 1,09<br>0,94<br>2,21 | 1,03<br>0,87<br>2,47 | 0,92<br>0,68<br>1,97 | 0,85<br>0,56<br>1,44 | 0,79<br>0,50<br>1,18 | 0,61<br>0,33<br>0,86 | 0,44<br>0,22<br>0,97 | 0,33<br>0,16<br>1,21 | 0,22<br>0,095<br>1,45 | 0,040<br>0,017<br>1,25 | 0,025<br>0,08<br>1,95 |
| Наблюденная<br>максимальная | 4,85                 | 4,85                 | 3,77                 | 2,88                 | 2,32                 | 1,56                 | 1,05                 | 0,86                 | 0,59                  | 0,091                  | 0,063                 |
| Число, месяц                | 15 V                 | 15 V                 | 15 V                 | 15 V                 | 15 V                 | 8—9 V                | 8—9 V                | 8—9 V                | 8—9 V                 | 8—9 V                  | 8—9 V                 |
| Год                         | 1947                 | 1947                 | 1947                 | 1947                 | 1947                 | 1963                 | 1963                 | 1963                 | 1963                  | 1963                   | 1963                  |
| Обеспеченность, %           |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                       |                        |                       |
| 2                           | 5,3                  | 5,1                  | 3,8                  | 2,9                  | 2,5                  | 1,6                  | 1,2                  | 0,9                  | 0,6                   | 0,10                   | 0,06                  |
| 5                           | 4,1                  | 3,8                  | 2,9                  | 2,4                  | 2,1                  | 1,4                  | 1,0                  | 0,8                  | 0,5                   | 0,09                   | 0,05                  |
| 10                          | 3,2                  | 2,9                  | 3,3                  | 2,0                  | 1,8                  | 1,2                  | 0,9                  | 0,7                  | 0,4                   | 0,08                   | 0,04                  |
| 20                          | 2,4                  | 2,1                  | 1,8                  | 1,6                  | 1,5                  | 1,1                  | 0,8                  | 0,6                  | 0,3                   | 0,06                   | 0,04                  |
| 50                          | 1,3                  | 1,2                  | 1,2                  | 1,1                  | 1,0                  | 0,8                  | 0,6                  | 0,4                  | 0,2                   | 0,05                   | 0,03                  |

30 мм выпало за 27 мин. Интенсивность этого дождя за 1—2 мин составила 5 мм/мин, за 3 мин — 4, за 4 мин — 3,5, за 5 мин — 3,2, за 10 мин — 2,4, за 20 мин — 1,5 и за 30 мин — 1 мм/мин. В Алма-Ате четко выражены дождливые и бездождные периоды. Дождливым считается период, в течение которого осадки выпадают ежедневно или с перерывами не более чем один день, а их суточная сумма не менее 1 мм. В Алма-Ате в 70 % случаев продолжительность таких периодов в среднем 2—3 дня, а в апреле 1896 и 1974 гг. она составила 14 дней. Сухим (бездождным) периодом считается такой период, в течение которого все дни были без осадков или с осадками менее 1 мм. В Алма-Ате средняя продолжительность бездождного периода составляет 17 дней. В отдельные годы она увеличивается до 50—60 дней (за 8 лет было 4 таких случая) и более (74 дня в 1910 г. и 79 дней в 1913 г.).

Для Алма-Аты, расположенной в селеопасной зоне, немаловажное значение имеют сведения о значительных и обильных осадках [26]. Значительными осадками принято называть осадки количеством более 8 мм за 12 ч. Дожди, дающие за сутки 30 мм и более, относятся к обильным и являются опасными для народного хозяйства.

В среднем за год число полусуток со значительными осадками в Алма-Ате составляет 22 с колебаниями в отдельные годы от 12 в 1967 г. до 33 в 1934 г. В северных районах города это значение уменьшается до 17, а в районах среднегорья достигает 33.

Значительные осадки чаще всего выпадают в жидком виде в дневные часы (74 %). Значительные осадки твердой и смешанной фаз наблюдаются редко и в основном ночью, когда их повторяемость составляет 12—20 % соответственно.

Продолжительность периодов непрерывного выпадения значительных осадков отдельных видов различна. Непрерывное выпадение обложных осадков в пределах 12 ч и менее отмечается в 90—100 % случаев, с максимумом в интервале 6—12 ч (60—65 %) на всей территории города от северных равнин до южного среднегорья. Продолжительность значительных ливневых осадков в 95—100 % составляет 12 ч. Продолжительность менее 2 ч бывает в 11—15 % случаев.

Обильные осадки отмечаются ежегодно в среднем по 2 дня, а в годы максимума их может быть 7 (1963 г.). Среднее годовое количество обильных осадков составляет 34 мм. Осадки с суточным слоем 31 мм имеют обеспеченность 95 %. На 5 % обеспечены обильные осадки с суточным количеством 47 мм. Наблюденный максимум в 1942 г. составил 74 мм.

При проектировании могут представлять интерес сведения об увлажнении вертикальных стен косыми дождями, обусловленными скоростью и направлением ветра [59, 60]. Как показано в табл. 61, количество осадков, поступающее на стены зданий при косых дождях, в среднем за год составляет 340 мм, или 60 % общего количества осадков, выпадающих на горизонтальную по-

Таблица 61

Среднее количество осадков (мм), поступающее на стены зданий различной ориентации при косых дождях. Алма-Ата, ГМО

| Месяц | С  | СВ | В  | ЮВ | Ю  | ЮЗ | З  | СЗ | За месяц |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|
| I     | 2  | 2  | 1  | 0  | 1  | 2  | 2  | 2  | 12       |
| II    | 3  | 2  | 0  | 1  | 1  | 2  | 2  | 2  | 13       |
| III   | 6  | 5  | 1  | 2  | 5  | 6  | 5  | 5  | 35       |
| IV    | 6  | 4  | 2  | 7  | 14 | 10 | 11 | 7  | 61       |
| V     | 4  | 3  | 2  | 9  | 15 | 11 | 7  | 5  | 56       |
| VI    | 2  | 1  | 1  | 7  | 12 | 7  | 4  | 2  | 36       |
| VII   | 1  | 1  | 1  | 7  | 8  | 5  | 2  | 1  | 26       |
| VIII  | 1  | 1  | 0  | 5  | 7  | 3  | 2  | 1  | 20       |
| IX    | 1  | 1  | 1  | 3  | 5  | 3  | 2  | 2  | 18       |
| X     | 4  | 4  | 1  | 3  | 4  | 4  | 3  | 3  | 26       |
| XI    | 4  | 3  | 1  | 2  | 3  | 4  | 3  | 3  | 23       |
| XII   | 3  | 2  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 2  | 13       |
| Год   | 37 | 29 | 12 | 47 | 76 | 59 | 44 | 35 | 339      |

верхность (см. табл. 53); 54 % годового количества осадков — это осадки ветров южной составляющей.

Иногда за один косой дождь количество осадков, падающих на ограждающие конструкции, может превысить не только месячную норму осадков, но и их суточный максимум (табл. 62). Примером может служить дождь 7 июня 1979 г., давший на вертикальную поверхность 100 мм осадков за 29 мин. Скорость северо-западного ветра при этом достигала 16—20 м/с.

Таблица 62

Максимум осадков (мм) за один косой дождь различной обеспеченности в отдельные месяцы. Алма-Ата, ГМО

| Месяц | Наблюденный максимум |      | Обеспеченность, % |    |    |    |    |    |    |
|-------|----------------------|------|-------------------|----|----|----|----|----|----|
|       | мм                   | год  | 5                 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| IV    | 36                   | 1961 | 33                | 28 | 23 | 20 | 18 | 15 | 13 |
| V     | 68                   | 1947 | 51                | 41 | 30 | 23 | 18 | 15 | 13 |
| VI    | 52                   | 1949 | 40                | 32 | 23 | 18 | 14 | 10 | 7  |
| VII   | 34                   | 1948 | 22                | 18 | 14 | 11 | 8  | 6  | 4  |
| VIII  | 52                   | 1946 | 26                | 19 | 13 | 10 | 7  | 5  | 2  |
| IX    | 27                   | 1951 | 25                | 20 | 14 | 9  | 6  | 4  | 2  |
| X     | 43                   | 1946 | 28                | 21 | 14 | 10 | 8  | 7  | 6  |

### 5.3. Снежный покров

Снежный покров не только важный элемент климата, но и мощный климатообразующий фактор, влияние которого сказывается на режиме погодных, гидрологических и почвенных процессов.

Увеличение высоты места над уровнем моря внутри города с севера на юг накладывает свой отпечаток на распределение во времени и характер залегания снежного покрова в Алма-Ате.

Первые снегопады раньше всего отмечаются в южных окрестностях города — в первой декаде октября в районе Медео. Во второй декаде месяца снежный покров отмечается непосредственно в городе, а в третьей декаде — в северных районах, в районе аэропорта. В отдельные годы отклонения от средних дат колеблются в пределах месяца как в сторону более ранних, так и более поздних сроков. Самый ранний снегопад за 60-летний период наблюдений в городе зарегистрирован 14 сентября 1969 г., а в 1954 г. выпадение снега задержалось до 21 ноября (табл. 63).

Таблица 63

Даты первого снегопада, появления и образования устойчивого снежного покрова

| Станция            | Высота над уровнем моря, м | Дата первого снегопада |        |         | Дата появления снежного покрова |        |         |
|--------------------|----------------------------|------------------------|--------|---------|---------------------------------|--------|---------|
|                    |                            | средняя                | ранняя | поздняя | средняя                         | ранняя | поздняя |
| Алма-Ата, аэропорт | 671                        | 22 X                   | 23 IX  | 21 XI   | 10 XI                           | 15 X   | 13 XII  |
| Алма-Ата, ГМО      | 847                        | 19 X                   | 14 IX  | 21 XI   | 1 XI                            | 5 X    | 27 XI   |
| Медео              | 1530                       | 6 X                    | 10 IX  | 10 XI   | 13 X                            | 12 IX  | 14 XI   |

| Станция            | Дата образования устойчивого снежного покрова |        |         | Продолжительность предзимья, дни |
|--------------------|-----------------------------------------------|--------|---------|----------------------------------|
|                    | средняя                                       | ранняя | поздняя |                                  |
| Алма-Ата, аэропорт | 5 XII                                         | 30 X   | 13 I    | 22 (0—68)                        |
| Алма-Ата, ГМО      | 3 XII                                         | 1 XI   | 19 I    | 33 (0—79)                        |
| Медео              | 10 XI                                         | 19 X   | 14 XII  | 26 (0—60)                        |

Примечание. В скобках приведены предельные (минимальные и максимальные) значения продолжительности предзимья.

Обычно за год в Алма-Ате бывает 40 дней со снегом. За это время твердые осадки дают около 80 мм, что составляет 14 % общей годовой суммы.

Снежный покров, как и первые снегопады, прежде всего появляется в горных районах города (район Медео) — во второй декаде октября, 1 ноября — в центральных районах города и к концу декады (10 ноября) — в районе аэропорта. В отдельные годы даты появления снежного покрова могут отклоняться от средних на 4—5 недель в ту или иную сторону. Но этот первый снежный покров, как правило, быстро исчезает и в течение месяца

отмечается несколько его становлений. С декабря снежный покров ложится в зиму и сохраняется около 100 дней. Один раз в 35 лет он может быть 1 ноября (1936 и 1943 гг.), а в 1968 г. он сформировался только 19 января. Это самая поздняя дата за весь период наблюдений (рис. 37). В экстремальные годы продолжительность его может увеличиваться до 150 дней либо сокращаться до 30.

Наращение высоты снежного покрова в начале зимы происходит довольно равномерно, на 2—3 см от декады к декаде, достигая максимума в начале февраля в городе, со смещением на начало марта в южных его окрестностях (см. табл. 23 приложения). Особенности орографии города обуславливают рост средней за зиму высоты снежного покрова с севера на юг от 7 до 25 см, а средней из максимальных — от 30 до 70 см. В мало-снежные зимы максимальная высота снежного покрова в городе едва достигает 10 см, а в экстремальные по снежности зимы она превышает 50 см. Повторяемость максимальной высоты снежного покрова в различные зимы по ст. Алма-Ата, ГМО с 1891 по 1975 г. представлена в табл. 64.

Таблица 64

Наибольшая декадная высота снежного покрова (см) различной обеспеченности

| Станция                            | Наименьшая из декадных, см | Вероятность декадных высот, % |    |    |    |    |    |    | Наибольшая из декадных, см |
|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----------------------------|
|                                    |                            | 95                            | 90 | 75 | 50 | 25 | 10 | 5  |                            |
| Алма-Ата, город<br>и Алма-Ата, ГМО | 7<br>(1966)                | 15                            | 18 | 23 | 30 | 38 | 45 | 49 | 58<br>(1967)               |

В середине декабря устанавливается период с высотой снежного покрова 10 см и более и держится 2—3 недели. Но зимой 1951-52 г. он сохранялся только 9 дней.

Уменьшение высоты снежного покрова вследствие таяния и уплотнения снега в обычные годы начинается около 15 февраля с колебаниями в отдельные годы от 11 января до 12 марта.

Следует иметь в виду, что высота снежного покрова измеряется на участках, где снежный покров в течение зимы не нарушается. В городе (за исключением территории парков, скверов, внутренних дворов) снег убирается, а в некоторых случаях вывозится; приведенные значения высоты снежного покрова для большей части города условные. Высоту снежного покрова важно знать при учете работ по уборке снега, определении нагрузки на крыши домов, скорости движения транспорта, глубины промерзания почвы и др.

Скорость снеготаяния зависит от интенсивности весенних процессов. При средней продолжительности 25—30 дней этот период в отдельные годы колеблется от 8 до 55 дней.

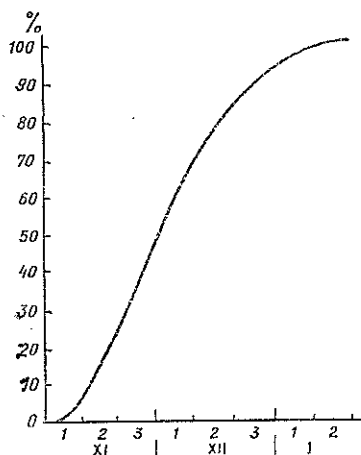


Рис. 37. Обеспеченность (%) указанных и более ранних дат образования устойчивого снежного покрова. Алма-Ата, ГМО.

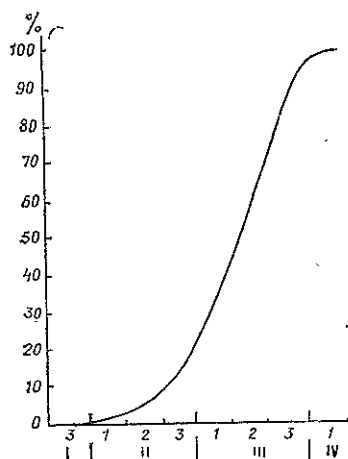


Рис. 38. Обеспеченность (%) указанных и более поздних дат схода снежного покрова. Алма-Ата, ГМО.

Разрушение устойчивого снежного покрова начинается с северных районов города — 9 марта, в центральных — 11 марта и 6 апреля — на южных окраинах (табл. 65).

Таблица 65

Даты разрушения устойчивого снежного покрова, схода снежного покрова, последнего снегопада и продолжительность периода со снежным покровом

| Станция            | Число дней со снежным покровом | Дата разрушения устойчивого снежного покрова |        |         | Дата схода снежного покрова |        |         |
|--------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|--------|---------|-----------------------------|--------|---------|
|                    |                                | средняя                                      | ранняя | поздняя | средняя                     | ранняя | поздняя |
| Алма-Ата, аэропорт | 110                            | 9 III                                        | 19 II  | 31 III  | 27 III                      | 24 II  | 12 V    |
| Алма-Ата, ГМО      | 112                            | 11 III                                       | 28 I   | 4 IV    | 2 IV                        | 26 II  | 12 V    |
| Медео              | 164                            | 6 IV                                         | 23 II  | 26 IV   | 28 IV                       | 4 IV   | 30 V    |

| Станция            | Дата последнего снегопада |        |         | Процент зим с неустойчивым снежным покровом |
|--------------------|---------------------------|--------|---------|---------------------------------------------|
|                    | средняя                   | ранняя | поздняя |                                             |
| Алма-Ата, аэропорт | 10 IV                     | 8 III  | 29 V    | 1,5                                         |
| Алма-Ата, ГМО      | 18 IV                     | 28 II  | 30 V    |                                             |
| Медео              | 10 V                      | 4 IV   | 22 IV   |                                             |

В отдельные годы разрушение устойчивого снежного покрова может наступить на месяц раньше обычной даты или на столько же задержаться (28 января 1963 г. и 4 апреля 1905 г.).

Сход снежного покрова в 75 % лет обеспечен к 20 марта (рис. 38), после чего в 8 годах из 10 возможно новое его кратковременное образование продолжительностью до 7 дней.

Весной, после схода снежного покрова, нередко возвраты холодов, сопровождающиеся снегопадами. Выпадение снега в Алма-Ате на майские цветущие сады возможно в 15 % лет, т. е. каждые 1—2 года из 10 лет. В 1929 и 1958 гг. такое явление отмечено даже 30 мая.

Распределение запасов воды в снеге перед началом весеннего снеготаяния в районе Алма-Аты обусловлено орографическим увеличением количества выпадающих зимних осадков и погодными условиями в течение холодного полугодия, что хорошо прослеживается в табл. 66.

Таблица 66

Изменение высоты снежного покрова и запасов воды в снеге по северному склону Заилийского Алатау

| Станция                                     | Высота над уровнем моря, м | Наибольшая за зиму высота снежного покрова, см |              |             | Наибольший запас воды в снеге за зиму, см |              |             |
|---------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------|--------------|-------------|-------------------------------------------|--------------|-------------|
|                                             |                            | средняя                                        | максимальная | минимальная | средний                                   | максимальный | минимальный |
| Или, ж.-д. станция                          | 455                        | 15                                             | 37           | 4           | 39                                        | 78           | 9           |
| Алма-Ата, ГМО                               | 847                        | 35                                             | 58           | 7           | 69                                        | 123          | 23          |
| Медео и Алма-Атинская селестоксовая станция | 1530                       | 67                                             | 112          | 38          | 157                                       | 270          | 99          |
|                                             | 1712                       |                                                |              |             |                                           |              |             |
| Верхний Горельник                           | 2272                       | 77                                             | 109          | 37          | 182                                       | 207          | 75          |
| Мынжилки                                    | 3017                       | 91                                             | 138          | 48          | 266                                       | 524          | 116         |

Значительные колебания запасов воды в снеге из года в год свидетельствуют о неустойчивости их как дополнительного фактора увлажнения почвы и источника весеннего половодья рек.

Быстрый рост высоты снежного покрова и запасов воды в снеге по северному склону Заилийского Алатау, у подножия которого расположен город, при определенных метеорологических условиях зимой и весной приводит к обвалам и снежным оползням. Особенно быстро движется вниз по склонам мокрый, насыщенный водой снег. Образующиеся в связи с этим грязе-каменные потоки нередко производят громадную разрушительную работу. Например, в верховьях долины р. Малой Алматинки в урочище Мынжилки в ноябре 1941 г. снежной лавиной была разрушена метеостанция.

Помимо изложенных характеристик снежного покрова особый интерес для городского хозяйства представляют обильные снего-

пады [38]. Их отрицательное влияние наиболее ощутимо сказывается на работе транспорта, поэтому для эффективного проведения снегоочистительных мероприятий необходимы сведения о режиме сильных снегопадов.

С этой целью по ежедневным данным четырех метеорологических станций, расположенных на линии аэропорт—город—высокогорный каток «Медео», были выбраны все случаи за период 1936—1975 гг., когда суточный приrost высоты снежного покрова у постоянной рейки (независимо от защищенности участка) был 10 см и более. За это же время (за время снегопада) выбирались температура воздуха, скорость и направление ветра, подсчитывалась продолжительность снегопадов и их интенсивность. Если продолжительность одного случая превышала 24 ч, а суточный приrost высоты снежного покрова не превышал 10 см, такой случай из обработки исключался.

Результаты обработки показали, что в районе Алма-Аты такие снегопады ежегодны и повторяемость их увеличивается с севера на юг от 3 до 9 случаев за зиму (табл. 67). В отдельные годы число их удваивается (табл. 66). В центральных районах города обильные снегопады наблюдаются с октября по апрель с максимумом в ноябре—декабре. В северных районах города этот период на месяц короче, а в южных районах снегопады отмечаются с сентября по май.

Анализ метеорологических условий при обильных снегопадах свидетельствует о том, что последние в 20—45 % случаев обязаны ветрам западной четверти (табл. 68). Скорость ветра при обильных снегопадах слабая — 1 м/с и менее (табл. 69).

Большие скорости ветра при снегопадах — явление очень редкое. Так, в районе аэропорта за 20 лет отмечено 2 случая со скоростью ветра 17 м/с, а в городе за 40 лет — один случай, когда

Таблица 67

Число случаев (*n*) с обильными снегопадами по северному склону  
Зайлиского Алатау

| Станция                                                     | Характеристика                        | IX             | X             | XI            | XII           | I             | II            | III           | IV            | V             | IX—V                                     |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------------------------------|
| Алма-Ата, аэропорт (1936—1958 гг.)                          | $\bar{n}$<br>$n_{\min}$<br>$n_{\max}$ |                | 0,1<br>0<br>1 | 0,6<br>0<br>2 | 0,8<br>0<br>2 | 0,4<br>0<br>2 | 0,4<br>0<br>2 | 0,5<br>0<br>3 |               |               | 2,8<br>0<br>5 (1949, 1950 гг.)           |
| Алма-Ата, ГМО (1936—1975 гг.)                               | $\bar{n}$<br>$n_{\min}$<br>$n_{\max}$ |                | 0,1<br>0<br>2 | 1,0<br>0<br>3 | 1,0<br>0<br>2 | 0,8<br>0<br>3 | 0,6<br>0<br>3 | 0,8<br>0<br>3 | 0,2<br>0<br>2 |               | 4,5<br>1 (1944 г.)<br>9 (1957, 1975 гг.) |
| Медео и Алма-Атинская селестоксовая станция (1936—1964 гг.) | $\bar{n}$<br>$n_{\min}$<br>$n_{\max}$ | 0,03<br>0<br>1 | 0,7<br>0<br>2 | 1,8<br>0<br>4 | 1,6<br>0<br>5 | 1,2<br>0<br>3 | 0,9<br>0<br>3 | 1,7<br>0<br>5 | 1,1<br>0<br>3 | 0,1<br>0<br>1 | 9,1<br>4 (1944 г.)<br>18 (1958 г.)       |



Таблица 68

Повторяемость (%) направлений ветра при обильных снегопадах на северном склоне Заилийского Алатау

| Станция                                     | С  | СВ | В | ЮВ | Ю  | ЮЗ | З  | СЗ |
|---------------------------------------------|----|----|---|----|----|----|----|----|
| Алма-Ата, аэропорт                          | 18 | 5  | 2 | 3  |    | 32 | 18 | 22 |
| Алма-Ата, ГМО                               | 14 | 10 | 2 | 10 | 12 | 20 | 15 | 17 |
| Медео и Алма-Атинская селестоксовая станция | 10 | 1  | 1 | 21 | 9  | 1  | 11 | 46 |

Таблица 69

Повторяемость (%) скоростей ветра различных градаций при обильных снегопадах на северном склоне Заилийского Алатау

| Станция                                     | Скорость, м/с |     |     |     |     |       |    |    | Число случаев |
|---------------------------------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-------|----|----|---------------|
|                                             | 0-1           | 2-3 | 4-5 | 6-7 | 8-9 | 10-11 | 12 | 17 |               |
| Алма-Ата, аэропорт                          | 36            | 36  | 17  | 9   |     |       |    | 2  | 47            |
| Алма-Ата, ГМО                               | 51            | 35  | 8   | 3   | 2   |       | 1  |    | 181           |
| Медео и Алма-Атинская селестоксовая станция | 56            | 34  | 8   | 2   |     |       |    |    | 276           |

скорость ветра западного румба достигала 12 м/с при температуре  $-3,7^{\circ}\text{C}$ . В районе Медео скорости ветра не превышали 7 м/с.

Температура воздуха, сопровождающая обильные снегопады, по территории города колеблется в широких пределах — от  $+14$  до  $-14,0^{\circ}\text{C}$ . Но, как правило, до 80 % случаев снегопады бывают при температуре  $\pm 4,0^{\circ}\text{C}$  (табл. 70). Максимум же повторяемости относится к градации  $0 \dots -2,0^{\circ}\text{C}$ , а в северных районах города он смещается на градацию до  $-4,0^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 70

Повторяемость (%) температур воздуха при обильных снегопадах на северном склоне Заилийского Алатау

| Станция                                     | Температура воздуха, °C |           |          |         |         |         |         |          |             |             |             |             |               |               | Число случаев |
|---------------------------------------------|-------------------------|-----------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
|                                             | 14,0-12,1               | 12,0-10,1 | 10,0-8,1 | 8,0-6,1 | 6,0-4,1 | 4,0-2,1 | 2,0-0,1 | 0...-1,9 | -2,0...-3,9 | -4,0...-5,9 | -6,0...-7,9 | -8,0...-9,9 | -10,0...-11,9 | -12,0...-13,9 |               |
| Алма-Ата, аэропорт                          | 2                       |           |          |         | 4       | 13      | 17      | 15       | 23          | 13          | 11          | 2           |               |               | 47            |
| Алма-Ата, ГМО                               |                         |           |          | 0,6     | 3       | 11      | 28      | 30       | 15          | 5           | 4           | 2           | 0,7           | 0,7           | 181           |
| Медео и Алма-Атинская селестоксовая станция | 0,4                     | 0,4       | 0,8      | 1       | 1       | 13      | 19      | 20       | 18          | 13          | 9           | 2           | 2             | 0,4           | 276           |

Важной характеристикой сильных снегопадов является продолжительность их и интенсивность.

Обычно в 30—40 % общего числа случаев увеличение высоты снежного покрова на 10 см и более наблюдается за 16—24 ч. Довольно часто такой снег выпадает и за более короткий срок — 8—14 ч (табл. 71).

Средняя интенсивность снегопадов при этом изменяется по территории города от 0,8 до 1,3 см/ч соответственно.

Но большая продолжительность снегопада и его максимальная интенсивность не всегда определяют наибольший прирост высоты снежного покрова и большое количество осадков.

Так, 6 декабря 1933 г. в районе аэропорта за 4 ч прирост высоты снежного покрова на 10 см составил 9 мм осадков, а 28 марта 1949 г. такой же прирост высоты снежного покрова был получен за 10 ч, но количество осадков составило 31 мм.

В марте 1968 г. в городе за 10 ч прирост высоты снежного покрова составил 20 см, а количество осадков — 28 мм, 30—31 октября 1975 г. слой выпавшего снега в 14 см за 7 ч дал 20 мм осадков. Эти оба случая могут рассматриваться как опасные явления.

Примером несогласованности максимальной интенсивности, прироста высоты снежного покрова и большого количества осадков в районе Медео являются снегопады 20—21 февраля 1949 г. (интенсивность 9,8 мм/ч), когда за 4 ч слой снега вырос до 3,9 см, а количество осадков составило лишь 4 мм. В то же время снегопад 5—6 апреля 1946 г. за 10 ч увеличил высоту снежного покрова на 46 см и дал 37 мм осадков; 7—9 апреля 1960 г. за 44 ч прирост высоты снежного покрова составил 45 см, а количество осадков 53 мм. Интенсивность при этом (как видно из двух последних примеров) изменялась от 4,5 до 1 см/ч соответственно.

Максимальное увеличение высоты снежного покрова в течение суток за счет обильных снегопадов по территории города как во времени, так и в пространстве изменяется в значительных пределах. Как следует из табл. 72, наибольшие значения отмечены в южных районах и минимальные в северных. Центральные его районы занимают промежуточное положение.

Исходя из данных максимального прироста высоты снежного покрова за сутки и его плотности, можно рассчитать снеговую нагрузку, возможную в течение суток. В Алма-Ате при максимальном суточном приросте высоты снежного покрова на 34 см и плотности, принятой для этого района,  $0,11 \text{ г/см}^3$  [37], максимальная масса снежного покрова за сутки составляет  $37 \text{ кг/м}^2$ . Масса снежного покрова за сутки различной вероятности, рассчитанная для Алма-Аты, приведена в табл. 73.

Из приведенной таблицы видно, что значения массы снежного покрова, возможные один раз в 100 лет, в 1,5 раза больше значений, возможных один раз в 5 лет. Наблюдавшееся максимальное значение массы снежного покрова лежит между значениями 2 %-ной и 5 %-ной обеспеченности, т. е. встречаются реже, чем

Таблица 71

Повторяемость (%) обильных снегопадов различной продолжительности  
 $\tau$  (ч) на северном склоне Запныйского Алатау

| Станция                                       | Показатель       | $\tau_{\text{мин}}$ | Интервал времени, ч |         |          |          |          |          |         |        |        |        |        | $\tau_{\text{макс}}$  | Число случаев |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------------|---------------------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|---------------|
|                                               |                  |                     | 4—5                 | 6—7     | 8—12     | 13—15    | 16—24    | 25—30    | 31—35   | 36—39  | 40—45  | 46—50  | ≥ 50   |                       |               |
| Алма-Ата, аэропорт                            | Число случаев, % | 4 (6 XII 1939 г.)   | 3<br>5              | 6<br>10 | 13<br>23 | 9<br>15  | 19<br>33 | 5<br>8   | 1<br>2  | 2<br>4 |        |        |        | 39 (6—7 XII 1947 г.)  | 58            |
| Алма-Ата, ГМО                                 | Число случаев, % | 4 (13 XII 1945 г.)  | 3<br>2              | 9<br>5  | 30<br>17 | 28<br>16 | 71<br>40 | 19<br>11 | 8<br>5  | 4<br>2 | 1<br>1 | 3<br>2 |        | 48 (12—14 II 1961 г.) | 17,6          |
| Медео, Алма-Атинская<br>селестоксовая станция | Число случаев, % | 4 (20 II 1949 г.)   | 7<br>3              | 17<br>7 | 61<br>23 | 33<br>12 | 86<br>33 | 31<br>12 | 10<br>4 | 4<br>2 | 5<br>2 | 2<br>1 | 2<br>1 | 57 (5—7 IV 1939 г.)   | 258           |

Таблица 72

Увеличение высоты снежного покрова за сутки на 10 см и более различной вероятности (%) на северном склоне Занлийского Алатау

| Станция                                    | Наблюденный максимум, см | Вероятность (%) указанных или меньших значений высоты снежного покрова |    |    |    |    |    |    |    | Наблюденный минимум, см |
|--------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------|
|                                            |                          | 2                                                                      | 5  | 10 | 20 | 50 | 70 | 80 | 95 |                         |
| Алма-Ата, аэропорт                         | 23                       | 27                                                                     | 23 | 20 | 18 | 14 | 12 | 11 | 10 | 10                      |
| Алма-Ата, ГМО                              | 34                       | 35                                                                     | 31 | 28 | 24 | 19 | 16 | 15 | 11 | 12                      |
| Медео и Алма-Атинская селестоковая станция | 56                       | 59                                                                     | 54 | 49 | 43 | 34 | 28 | 24 | 17 | 14                      |

Таблица 73

Масса снежного покрова за сутки (кг/см<sup>2</sup>) различной вероятности

| Станция       | Максимальная | Вероятность (%) указанной массы или меньше |    |    |    |    |
|---------------|--------------|--------------------------------------------|----|----|----|----|
|               |              | 1                                          | 2  | 5  | 10 | 20 |
| Алма-Ата, ГМО | 37           | 42                                         | 38 | 33 | 31 | 26 |

один раз в 20 лет, но чаще, чем один раз в 50 лет. Если учесть, что максимальная снеговая нагрузка за зиму для города равна 63 кг/м<sup>2</sup>, то один сильный снегопад может дать около половины всей расчетной снеговой нагрузки, принимаемой при проектировании и решении ряда технических задач.

## 6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

### 6.1. Облачность

Облачность является одной из основных характеристик атмосферных процессов и существенным фактором радиационного баланса системы Земля — атмосфера. Она ограничивает приток солнечной радиации в дневное время, уменьшает выхолаживание земной поверхности в ночные часы. С облачностью связано выпадение осадков. Образование и распад определенных форм облаков позволяет судить об атмосферных процессах в данном районе, что может быть учтено при составлении прогноза погоды.

Режим облачности формируется под влиянием циркуляционных процессов, определяющих преобладающее направление движения воздушных масс и их влагосодержание, а также под влиянием воздействия подстилающей поверхности. Горный рельеф в значительной мере способствует видоизменению циркуляции воздушных масс.

При наблюдениях за облачностью обычно определяется количество облаков на небосводе по 10-балльной шкале, форма облаков и высота их нижней границы. При этом даются две оценки: общий балл покрытия небосвода облаками любых форм и количество нижней облачности — облаков нижнего яруса и вертикального развития.

Средняя месячная и годовая облачность (см. табл. 24 приложения) является недостаточной характеристикой степени покрытия небосвода облаками, так как ее среднее значение, например по ст. Алма-Ата, ГМО, по месяцам составляет 4—6 баллов, тогда как повторяемость градаций 3—7 баллов для Алма-Аты (см. табл. 25 приложения) является минимальной (всего 16 %), т. е. в данном случае среднее значение непоказательно. Что касается нижней облачности, то по количеству она составляет 40—50 % общей, ее роль не является превалирующей в формировании облачного покрова над Алма-Атой. Отношение среднего месячного количества нижней облачности к общей имеет следующие значения (в %):

| I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII | Год |
|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|-----|
| 38 | 38 | 45  | 47 | 48 | 49 | 50  | 52   | 44 | 44 | 52 | 51  | 46  |

Среднее количество нижней облачности составляет 1,5—3,0 балла, что соответствует наибольшей повторяемости отметок нижней облачности от 0 до 3 баллов.

Наиболее полно количество облачности характеризуется повторяемостью определенного сочетания облаков по градациям (см. табл. 25 приложения). По общей облачности зимой и весной преобладает количество облаков 8—10 баллов, повторяемость их в это время составляет более 50 %, а летом и осенью 30—40 %.

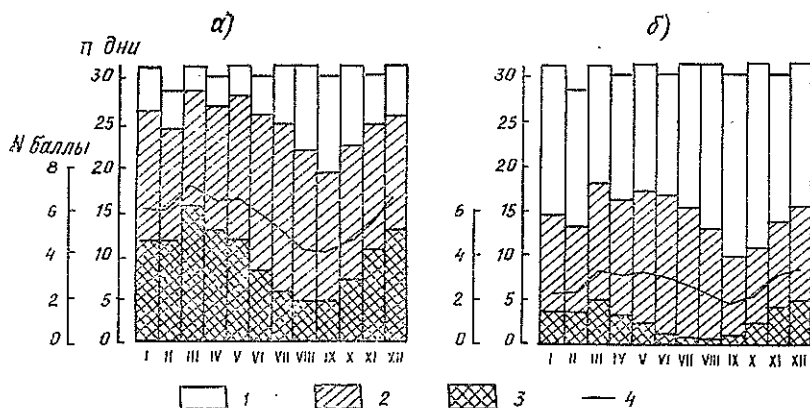


Рис. 39. Годовой ход числа ясных (1), полужасных (с переменной облачностью) (2) и пасмурных (3) дней по общей (а) и нижней (б) облачности и количество нижней облачности  $N$  (в баллах) (4). Алма-Ата, ГМО.

Однако следует помнить, что это в основном облака верхнего и среднего ярусов, легко пропускающие прямую солнечную радиацию. Плотные низкие облака наблюдаются гораздо реже. Повторяемость пасмурного состояния неба по нижней облачности составляет всего 12 % летом и 20—30 % в остальное время года; ясная погода с отметкой нижней облачности 0—2 балла в течение года повторяется почти в 70 % случаев.

Количество облачности на протяжении суток определяет общую характеристику дня — ясный или пасмурный. День, когда в среднем за каждый срок наблюдений количество облаков было не менее 8 баллов, считается пасмурным, в ясный день количество облаков не должно превышать 2 баллов.

Погода в Алма-Ате поражает обилием солнечных дней, особенно в летний период (рис. 39). Пасмурные дни, когда небо покрыто низкими плотными облаками, в летние месяцы наблюдаются не каждый год, а в холодный период составляют 10—15 % общего числа. И хотя по общей облачности повторяемость пасмурных дней значительная и в отдельные месяцы достигает 30—40 %, в целом климат Алма-Аты воспринимается как малооблачный, так как в большинстве случаев небо покрыто тонкими облаками верхнего и несколько более плотными облаками среднего ярусов, которые только частично уменьшают приход солнечной радиации.

Представление об устойчивости ясной или пасмурной погоды можно получить при помощи соотношения

$$K_{\text{я}} = \frac{n_{\text{я}}}{P_{(0-2)}}; \quad K_{\text{п}} = \frac{n_{\text{п}}}{P_{(8-10)}},$$

где  $K_{\text{я}}$  и  $K_{\text{п}}$  — коэффициенты устойчивости ясной и пасмурной погоды, %;  $P_{(0-2)}$  и  $P_{(8-10)}$  — повторяемость ясного и пасмурного состояния неба, %;  $n_{\text{я}}$  и  $n_{\text{п}}$  — число ясных и пасмурных дней, %.

Коэффициенты устойчивости ясной погоды по нижней облачности в Алма-Ате довольно высокие в течение всего года, наименьшим коэффициентом характеризуется погода мая ( $K_{\text{я}} = 71 \%$ ), наибольшей устойчивостью — ясная погода сентября ( $K_{\text{я}} = 89 \%$ ). Коэффициенты устойчивости пасмурной погоды имеют значения гораздо меньшие, в летние месяцы они особенно малы (табл. 74).

Таблица 74

Коэффициент устойчивости (%) ясной и пасмурной погоды по нижней облачности. Алма-Ата, ГМО

| Коэффициент устойчивости | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII |
|--------------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|
| $K_{\text{я}}$           | 78 | 79 | 73  | 75 | 71 | 74 | 79  | 82   | 89 | 87 | 79 | 80  |
| $K_{\text{п}}$           | 48 | 52 | 47  | 44 | 30 | 23 | 9   | 22   | 30 | 40 | 50 | 59  |

Годовой ход облачности выражен довольно четко (см. рис. 39). Значительная облачность наблюдается весной, в период наибольшего развития циклонической деятельности, минимум — в августе—сентябре. Амплитуда годового хода небольшая. По общей облачности она составляет 3 балла, по нижней — полтора.

Суточный ход облачности (см. табл. 26 приложения) носит сглаженный характер, особенно в зимние месяцы, когда амплитуда ее не достигает и одного балла. В переходные сезоны и особенно летом максимум облачности хорошо прослеживается в послеполуденные часы (около 15 ч мск), а минимум падает на 0 ч (ближайший к прежнему часовому по среднему солнечному времени). Суточная амплитуда облачности в летние месяцы равна 2,0—2,5 баллам. Послеполуденный максимум облачности в теплый период обусловлен наличием мощной конвективной циркуляции в предгорной зоне, в результате которой образуются кучевые и кучево-дождевые облака.

Преобладающие формы облаков, так же как и количество облачности, меняются в течение года. Для теплого периода характерны кучевообразные облака (Cu, Cb, Sc), являющиеся, как правило, результатом горно-долинной циркуляции и конвективных токов. Слоистообразные облака (St, Ns, As) имеют наибольшую повторяемость в зимнее время.

В табл. 27 приложения представлена повторяемость основных форм облаков нижнего и среднего ярусов как наиболее определяющих продолжительность солнечного сияния, влагосодержание воздуха, а также выпадение осадков различного характера. Процент повторяемости вычислен от числа наблюдений за формой облаков.

Как видно, наибольшей стабильностью повторяемости отличаются высоко-кучевые облака (Ac). Они наблюдаются в течение всего года, несколько реже зимой (15—20 %) и чаще летом (40 %). Суточный ход их повторяемостей имеет два максимума — утром и в послеполуденные часы и один минимум — в вечернее-ночное время.

Кучевые (Cu) и кучево-дождевые облака (Cb) над Алма-Атой возникают чаще всего вследствие горно-конвективной циркуляции. Как правило, они начинают развиваться в утренние часы над горами в результате возникающего в это время долинного ветра, затем по мере увеличения облачности существенную роль в их развитии приобретают конвективные токи, связанные с выделением в облаке теплоты конденсации. Наибольшего развития Cu достигают к 12 ч, повторяемость их в это время летом равна 70 %. Весной и осенью повторяемость Cu в дневные часы также значительная (25—35 %). При дальнейших благоприятных условиях кучевые облака превращаются в кучево-дождевые (Cb), дающие ливневые осадки. Наибольшей повторяемости Cu достигают к 15 ч, затем, после выпадения ливней, склоны гор резко охлаждаются, разности температур горы — атмосфера уменьшаются, циркулирующие воздушные массы смещаются ниже по склону, а вместе с ними смещается и облачность. Таким образом, над городом, у подножия гор, повторяемость Cb также еще значительна и после захода солнца. Зимой кучевые облака наблюдаются очень редко, повторяемость их в это время не превышает 3 %.

Слоисто-кучевые облака (Sc) зимой имеют небольшую повторяемость (4—6 %) и сглаженный суточный ход. В переходные периоды и особенно летом повторяемость их увеличивается до 25 %, и в суточном ходе хорошо прослеживается максимум в послеполуденные часы (15 и 18 ч) и минимум утром (9 ч). Очевидно, что Sc связаны с процессами растекания конвективной облачности.

Повторяемость слоистых облаков (St) летом практически сводится к нулю, весной и осенью она составляет около 3 % и только зимой увеличивается до 6 %.

Слоисто-дождевые облака (Ns), так же как и слоистые (St), почти отсутствуют в летнее время, в другие сезоны повторяемость их составляет 5—10 %.

Высоко-слоистые облака (As) наблюдаются круглый год, повторяемость их изменяется от 4—6 % летом до 10—20 % зимой. В течение суток наибольшая повторяемость наблюдается в дневные часы (12—15 ч), наименьшая — в вечерние и ночные (21—0 ч).

Наряду с количеством облачности и формой облаков большое значение имеют наблюдения за высотой облачности. Ведь высота нижней границы облаков в значительной мере определяет возможности взлета и посадки самолетов.

В табл. 28 приложения представлена повторяемость высоты нижней границы облаков ниже определенных пределов. Процент повторяемости рассчитан от общего числа случаев наблюдений за месяц в пределах периода 1966—1975 гг. На ст. Алма-Ата, ГМО наблюдения за высотой облаков проводились визуально, на двух других станциях — с помощью шаропилотного метода или потолочного прожектора.

Наибольшая повторяемость низких облаков (300 м и менее) приходится на декабрь (около 20 %), также значительна их повторяемость и в другие месяцы холодного периода. В теплое время



года низкие облака наблюдаются очень редко, летом они практически отсутствуют. Повторяемость высоты облаков 50 м и менее очень мала, даже в период максимума она составляет менее 1 %.

## 6.2. Атмосферные явления

Туман и дымка. Одной из важных характеристик климата Алма-Аты являются туманы. Туман представляет собой помутнение воздуха, обусловленное наличием очень мелких, неразличимых простым глазом, капель воды или кристаллов льда, при этом горизонтальная видимость становится менее 1000 м. По условиям образования туманы подразделяют на радиационные, возникающие в результате местного выхолаживания воздуха в ночные часы, адвективные, образующиеся при переносе относительно теплых и влажных масс воздуха в районы с более холодной подстилающей поверхностью, и смешанные, или адвективно-радиационные.

Радиационные туманы в Алма-Ате составляют около 40 % общего числа дней с туманом [30]. Сравнительно большая их повторяемость объясняется континентальностью климата и преобладанием в данном районе антициклонических типов погоды, в условиях которых они образуются.

Туманы в Алма-Ате, как и на всей территории Казахстана, наблюдаются преимущественно в холодное время года, в летние месяцы они бывают крайне редко (см. табл. 29 приложения), что обусловлено длительным, очень сухим теплым периодом с высокими температурами подстилающей поверхности. Число дней с туманом за год в городе и его окрестностях составляет 48—70. С высотой, в пределах среднегорной зоны, вопреки ожиданию, количество туманов увеличивается незначительно (аэропорт — 47 дней, Медео — 52 дня). Очевидно, влияние увеличения влагосодержания облачности с высотой перекрывается наличием дополнительного количества ядер конденсации непосредственно в городе, связанным с загрязнением атмосферы отходами промышленных предприятий и автотранспорта, что способствует увеличению количества туманов. На ст. Алма-Ата, агро наибольшая повторяемость туманов по сравнению с другими станциями, очевидно, объясняется особенностями ее физико-географического положения. Из года в год число дней с туманом сильно колеблется. Отклонения от средней многолетней могут достигать  $\pm (35-45)$  дней (см. табл. 29 приложения).

Ниже приведена вероятность годового числа дней с туманом, подсчитанная за период 1936—1964 гг. по ст. Алма-Ата, ГМО:

|                                          |    |    |    |    |    |    |    |     |
|------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Число дней с туманом<br>за год . . . . . | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20  |
| Вероятность, % . . . . .                 | 7  | 7  | 17 | 41 | 52 | 83 | 90 | 100 |

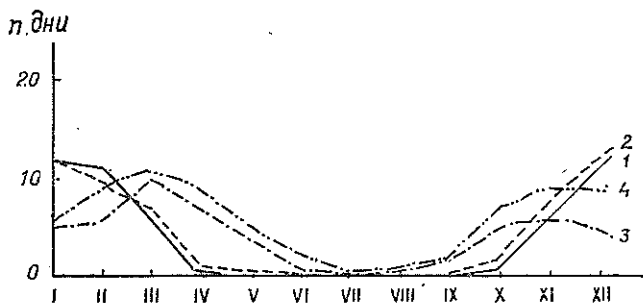


Рис. 40. Годовой ход числа дней с туманом.  
1 — Алма-Ата, аэропорт; 2 — Алма-Ата, ГМО; 3 — Медое и Алма-Атинская селестоксовая станция; 4 — Алма-Ата, агро.

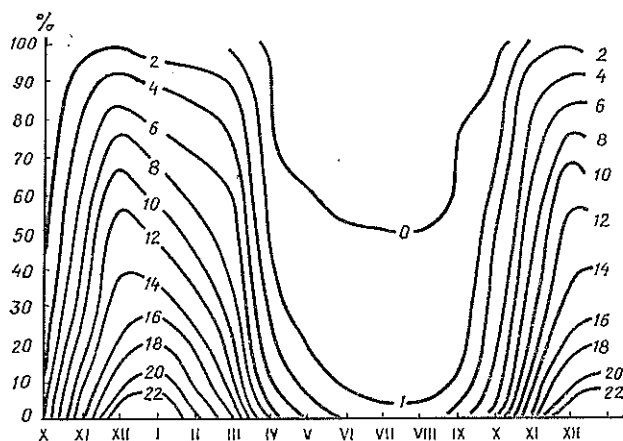


Рис. 41. Число дней с туманом различной вероятности (%) выше указанных пределов в отдельные месяцы. Алма-Ата, ГМО.

Годовой ход туманов (рис. 40) в Алма-Ате является характерным для большинства станций Казахстана — с максимумом числа дней в зимние месяцы и отсутствием туманов в жаркий период. В окрестностях города (в предгорной зоне) преобладает тип годового хода, характерный для горных долин, где наибольшего развития туманы достигают весной и осенью.

Вероятность числа дней с туманом в различные месяцы на ст. Алма-Ата, ГМО представлена на рис. 41.

К числу важных характеристик тумана следует отнести среднюю непрерывную продолжительность за период (см. табл. 30, 31 приложения).

При подсчете за продолжительность отдельного периода принималось время от начала до конца тумана, когда внутри этого промежутка времени туман прерывался не более чем на 15 мин. Наиболее часто в Алма-Ате повторяются туманы продолжительностью 6 ч и менее, составляющие около 80 % всех туманов. Особенно большая повторяемость (35 %) туманов продолжитель-

ностью от 1 до 3 ч. Средняя непрерывная продолжительность тумана в зимний период составляет 4—5 ч, в теплое время 0—2 ч. Однако бывают случаи, когда туман не прекращается в течение 2 и даже 3 суток. Так, на ст. Алма-Ата, ГМО зафиксировано 3 случая тумана продолжительностью 54—56 ч, а в районе аэропорта 5—8 декабря 1945 г. туман продолжался 86 ч. Туманы наибольшей продолжительности в годовом ходе, так же как и число дней с туманом, в северных и центральных районах города (аэропорт и обсерватория) приходится на зимние месяцы, в южных районах окрестностей (Медео) они смещаются на март.

О характере суточного хода туманов дают представление данные табл. 32 приложения, в которой представлена продолжительность туманов в разные часы суток, выраженная в процентах от общей продолжительности. В районе аэропорта туманы чаще наблюдаются в ночные и утренние часы. На долю первой половины суток (0—12 ч) приходится около 70 % туманов. В городе наиболее часто туманы бывают в первой половине дня (6—12 ч), продолжительность их составляет около 35 %.

В большинстве случаев туманы в Алма-Ате образуются при штилевой погоде и слабых ветрах, о чем свидетельствуют данные наблюдений по ст. Алма-Ата, ГМО, вычисленные за период 1936—1975 гг.:

|                          |      |      |     |     |     |
|--------------------------|------|------|-----|-----|-----|
| Скорость ветра, м/с      | 0—1  | 2—3  | 4—5 | 6—7 | 8—9 |
| Повторяемость туманов, % | 82,6 | 14,7 | 2,5 | 0,1 | 0,1 |

Как правило, туманы наблюдаются при ветрах разных направлений. В 30—40 % случаев они образуются при штилевой погоде (рис. 42 а). Поскольку туманы в Алма-Ате в летнее время наблюдаются крайне редко, повторяемость туманов при разных направлениях ветра представлена только для осени, зимы и весны. Для каждой станции характерна своеобразная роза ветров, способствующих началу образования туманов.

На южных окраинах города, в районе Медео, во все сезоны года ярко выражено преобладание северо-западных и юго-восточных ветров, что обусловлено наличием горно-долинной циркуляции в данном районе. Причем при северо-западном ветре туманы наблюдаются примерно в два раза чаще, чем при юго-восточном, т. е. долинны ветры более благоприятны для образования туманов. Часто эти ветры вызывают перемещение слоистообразных облаков из более низкой зоны в районе станции, где они воспринимаются наблюдателем как туман, так как стелются над поверхностью земли и ухудшают горизонтальную видимость.

В городе (рис. 42 б) роза ветров при туманах имеет более сглаженный вид. Прослеживается некоторое преобладание ветра южной и северо-восточной четвертей.

На ст. Алма-Ата, агро (рис. 42 в), расположенной на водоразделе между двумя долинами рек, в начальный период образования тумана преобладают ветры западной четверти.

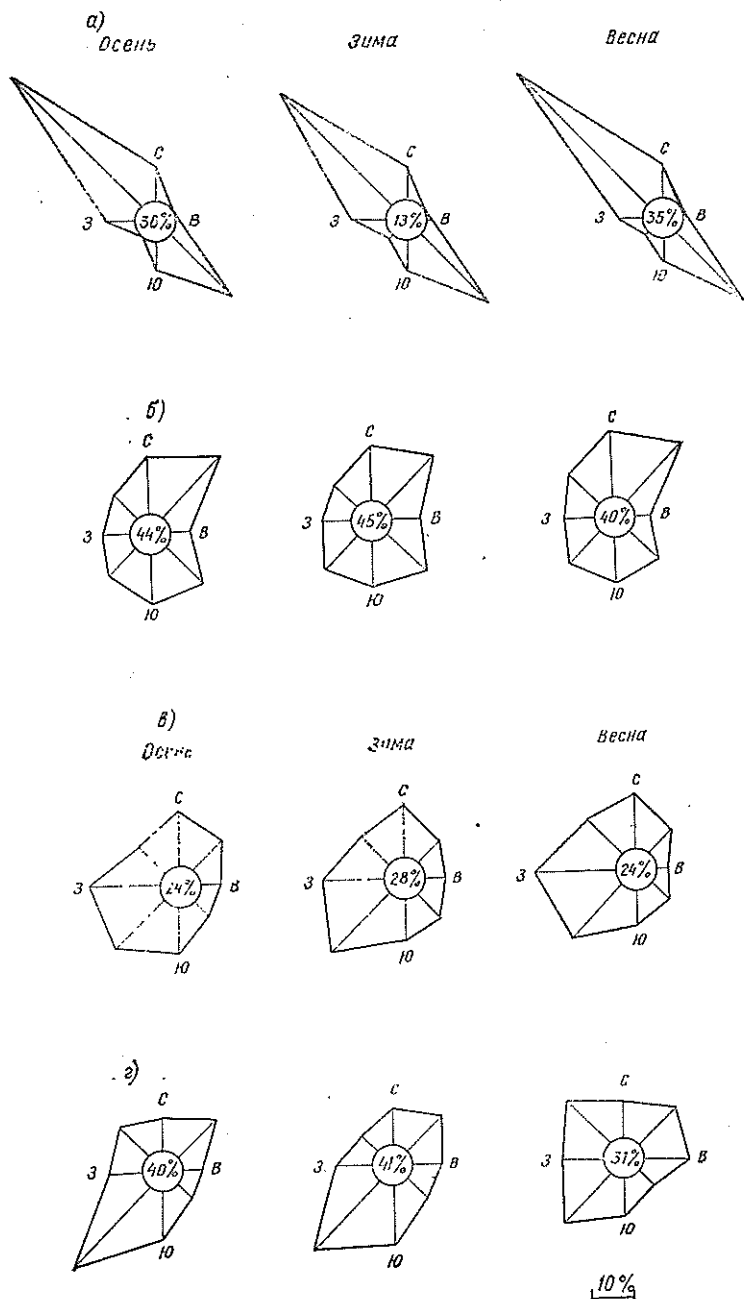


Рис. 42. Повторяемость (%) туманов при ветрах различных направлений.  
 а — Алма-Атинская селестоксовая станция (Медео), б — Алма-Ата, ГМО, в — Алма-Ата, агро, г — Алма-Ата, аэропорт.

В районе аэропорта (рис. 42 г) туманы образуются в основном при юго-западных и северо-восточных ветрах, повторяемость туманов при юго-западном ветре особенно велика.

Гораздо чаще, чем туман, в Алма-Ате наблюдается дымка. Наличие в приземном слое атмосферы большого количества взвешенных частиц увеличивает рассеяние света настолько, что глаз воспринимает его в виде своеобразной световой завесы, хорошо заметной на фоне отдельных предметов. Это рассеяние света получило название атмосферной дымки [20]. Во время дымки видимость объектов в атмосфере уменьшается от 10 км до 1000 м.

Особенно часто (почти ежедневно) дымка в Алма-Ате отмечается в зимние месяцы.

В табл. 75 представлено среднее число дней с дымкой, подсчитанное за период 1966—1975 гг. (по ст. Бурундай — за период 1971—1975 гг.). Анализ приведенных данных показал, что дымка в Алма-Ате связана чаще всего с чрезмерным загрязнением атмосферы в холодный период, когда многочисленные отопительные котельные выбрасывают в воздух огромное количество сажи, тогда как за городом (ст. Алма-Ата, агро) дымка наблюдается не более 5—7 дней в месяц.

Таблица 75  
Число дней с дымкой

| Станция            | I  | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII | Год |
|--------------------|----|----|-----|----|---|----|-----|------|----|----|----|-----|-----|
| Алма-Ата, аэропорт | 30 | 28 | 27  | 10 | 4 | 1  | 1   | 0    | 1  | 12 | 27 | 37  | 171 |
| Бурундай           | 31 | 28 | 27  | 13 | 3 | 0  | 0   | 1    | 1  | 7  | 26 | 30  | 167 |
| Алма-Ата, ГМО      | 24 | 22 | 24  | 15 | 6 | 1  | 0   | 1    | 3  | 15 | 22 | 25  | 158 |
| Алма-Ата, агро     | 4  | 5  | 7   | 3  | 2 | 0  | 1   | 1    | 1  | 4  | 4  | 3   | 35  |

Суммарная продолжительность дымки (см. табл. 33 приложения) за городом примерно в 15 раз меньше, чем в городе и его северных окрестностях, где продолжительность дымки зимой может достигать в отдельные годы 580 ч в месяц. Однако следует отметить, что чаще всего наблюдаются дымки слабой интенсивности, при которых видимость составляет более 4 км.

**Метели.** Метель — это перенос снега над земной поверхностью сильным ветром, который сопровождается вихревыми движениями снежинок, выпадающих из облаков или поднятых с поверхности земли.

Метели в Алма-Ате, где преобладает штилевая погода и погода со слабыми ветрами, явление очень редкое. Они наблюдаются не каждую зиму, а лишь в 35—40 % лет. В среднем за сезон в городе и его окрестностях бывает 0,4—1,0 день с метелью (см. табл. 34, 35 приложения). Наибольшее их число (5 метелей за год) было отмечено в районе обсерватории зимой 1946-47 г.

Возможное число дней с метелью за сезон различной вероятности можно рассчитать по номограмме (рис. 43), составленной

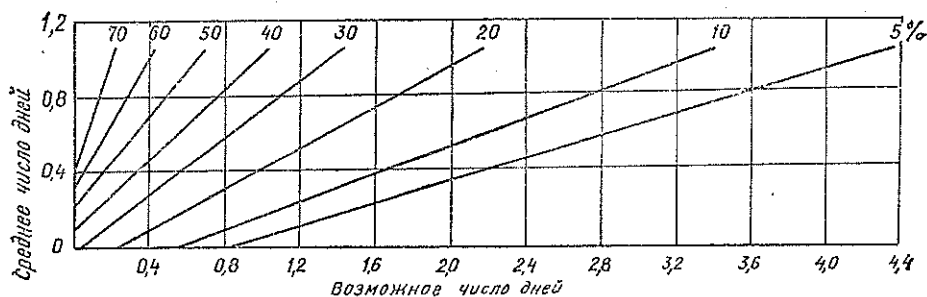


Рис. 43. Номограмма для расчета числа дней с метелью за год различной обеспеченности выше указанных пределов. Алма-Ата, ГМО.

по данным четырех станций (Медео и Алма-Атинская селестоксовая станция; Алма-Ата, аэропорт; Алма-Ата, агро; Алма-Ата, ГМО).

Средняя продолжительность периодов с метелью составляет 1—2 ч (см. табл. 36, 37 приложения). Наиболее продолжительная метель, которая не прекращалась в течение 7 ч, наблюдалась в марте 1938 г. на ст. Алма-Ата, аэропорт; метель продолжительностью 6,5 ч была отмечена в районе Медео в феврале 1958 г.

Метели в Алма-Ате наблюдаются при западных и юго-западных ветрах, скорость которых не превышает 9 м/с.

В связи с тем что метели для климата Алма-Аты совершенно не типичны, объем снегопереноса при них настолько мал, что не представляет практического интереса.

Грозы — одно из наиболее величественных и опасных явлений природы. Они представляют собой мощные электрические разряды в кучевых и кучево-дождевых облаках. Развитие гроз обычно связано с прохождением фронтов, с мощными восходящими токами в атмосфере в результате бурного поднятия теплого воздуха, вытесняемого валом надвигающегося холодного.

Однако в условиях Алма-Аты довольно часто наблюдаются грозы местного происхождения, образующиеся в результате сильного развития конвективных токов над нагретой поверхностью земли. Они отмечаются при высокой температуре и влажности воздуха, преимущественно в послеполуденные часы. Как правило, грозы сопровождаются выпадением ливней, сильным ветром и иногда градом.

В Алма-Ате и ее окрестностях грозы — довольно распространенное явление. В течение грозового периода наблюдается в среднем от 23 до 45 дней с грозой, а в отдельные годы это число дней может увеличиваться до 46—68 (см. табл. 38 приложения). Повторяемость гроз увеличивается по территории с севера на юг, что объясняется более благоприятными условиями образования гроз в районах, расположенных ближе к горам.

Основной период грозовой деятельности в Алма-Ате — с апреля по сентябрь. В марте и октябре грозы наблюдаются не каждый год, а в зимние месяцы их повторяемость составляет в среднем

один раз в 50 лет (см. Алма-Ата, ГМО). Максимальной повторяемостью гроз отличается период май—июль, когда в среднем каждый третий, а в отдельные годы и каждый второй день с грозой.

Грозы над Алма-Атой не отличаются большой продолжительностью (см. табл. 39 приложения). В 65—80 % они длятся не более часа. Средняя продолжительность грозы составляет 0,7—0,8 ч, максимальная в летние месяцы может достигать 4—7 ч.

Град — осадки, выпадающие в виде частичек льда в теплое время года. Они наблюдаются при вторжениях холодных масс воздуха, во время ливней с грозами, сопровождающихся сильными ветрами. В Алма-Ате град отмечен вместе с грозами в 85 % случаев, причем процент случаев выпадения града с высотой уменьшается. Так, на прилегающей равнине град во всех случаях сопровождается грозами, а выше Алма-Аты, на ст. Усть-Горельник ( $H = 1943$  м) — в 74 % случаев.

Град — очень редкое явление в Алма-Ате (см. табл. 40 приложения). В районе обсерватории в среднем в году отмечается 1—2 дня с градом, максимум за период с 1916 по 1975 г. достигает 7 дней, но в разных районах города число дней с градом колеблется в зависимости от высоты над уровнем моря. На северных окраинах города, расположенных ниже района обсерватории, град наблюдается реже, на южных — чаще.

Выпадение града в Алма-Ате возможно в период с марта по октябрь. Наибольшая его повторяемость приходится на май, когда в городе град выпадает примерно один раз в два года. Однако в отдельные годы в течение одного этого месяца может быть до 3 дней с градом (см. табл. 41 приложения).

Продолжительность выпадения града невелика, в среднем составляет 7 мин (см. табл. 42 приложения), в 93 % случаев она не превышает 15 мин.

В суточном ходе максимум повторяемости града приходится на послеполуденные часы. В ночное время (0—5 ч) в городе не было отмечено ни одного случая выпадения града.

Дальность видимости — атмосферное явление, представляющее большой интерес и прежде всего для авиации. Уменьшение видимости может препятствовать движению наземного транспорта, поэтому при планировании перевозок, при оснащении дорог средствами сигнализации также необходимы данные о дальности видимости.

Наблюдения над горизонтальной видимостью в атмосфере ведутся в основном визуально, с помощью выбранных объектов, находящихся на определенном расстоянии от глаза наблюдателя. В связи с тем что эти объекты порой затруднительно подобрать в строгом соответствии с Наставлением, данные наблюдений за видимостью носят несколько ориентировочный характер. Наибольшее практическое значение имеют данные о видимости 2 км и менее, обычно они являются более достоверными.

В табл. 43 приложения представлена повторяемость различных

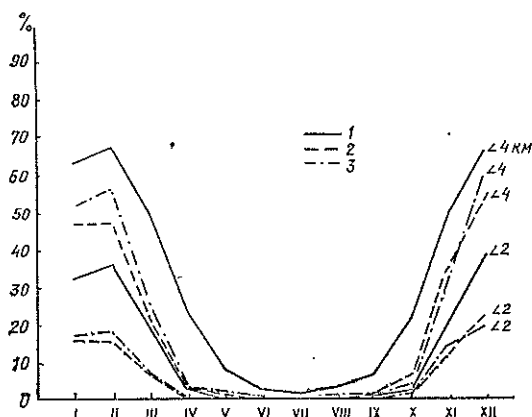


Рис. 44. Годовой ход повторяемости (%) дальности видимости 4 км и менее.  
1 — Алма-Ата, ГМО; 2 — Алма-Ата, аэропорт; 3 — Бурундай.

градаций дальности видимости. Процент повторяемости вычислен от общего числа случаев наблюдений за месяц. Как показывают данные, видимость 2 км и менее в Алма-Ате особенно часто наблюдается в зимние месяцы, когда повторяемость ее составляет 15—21 % в северных окрестностях города и 32—38 % в районе обсерватории. В марте и ноябре повторяемость видимости 2 км и менее уменьшается до 7—21 %, а с апреля по октябрь такая видимость почти не наблюдается. Значительное ухудшение видимости в зимнее время, по сравнению с теплым полугодием, обусловлено частым повторением туманов и снегопадов. Годовой ход повторяемости дальности видимости 4 км и менее наглядно представлен на рис. 44. В летнее время в большинстве случаев (60—70 %) дальность видимости в городе более 10 км, в районе Бурундая наибольший процент повторяемости приходится на градацию 4—10 км.

В табл. 44 приложения представлены данные о повторяемости горизонтальной видимости 1 км и менее при разных скоростях ветра. В период с ноября по март видимость 1 км и менее на всех исследуемых станциях в основном отмечается при скорости ветра до 2 м/с (80—100 % случаев). При скорости ветра 6—11 м/с ухудшение видимости наблюдается редко (повторяемость 1—3 %), а при скорости более 12 м/с — лишь в отдельных случаях.

Как было отмечено ранее, в период с апреля по октябрь ухудшение видимости до 2 км и менее в Алма-Ате наблюдается очень редко. Необходимо заметить, что высокий процент повторяемости видимости 1 км и менее при той или иной градации скорости ветра в этот период не означает частое ухудшение видимости при данной скорости ветра. Например, по данным ст. Алма-Ата, аэропорт в августе всего один раз в 10 лет наблюдалось ухудшение видимости до 1 км, которому соответствовала скорость ветра более 12 м/с, и так как других случаев ухудшения видимости в августе не было, то этот единственный составил 100 % при данной градации скорости и т. д. Обычно ухудшение видимости в летний



период связано с ливневыми осадками или пыльной бурей перед выпадением дождя.

Гололедно-изморозевые явления. В ряде отраслей народного хозяйства необходимы сведения о гололедно-изморозевых отложениях льда, так как даже при незначительных размерах их ухудшается слышимость на линии связи, происходит утечка тока, вибрация проводов. С увеличением отложений льда происходит обрыв проводов, возможна поломка опор, повреждение деревьев.

Наблюдения за гололедными явлениями в Алма-Ате до 1951 г. велись визуально, с 1951 г. — с помощью гололедного станка, приемной частью которого являются провода диаметром 5 мм, натянутые в широтном и меридиональном направлениях на высоте 2 м над поверхностью земли.

Обледенение проводов и других предметов происходит чаще всего в результате оседания на них переохлажденных капель воды, находящихся в воздухе в виде тумана, мороси и дождя. При этом могут образовываться различные формы льда, начиная от пушистой кристаллической изморози и кончая прозрачным стекловидным гололедом. Реже обледенение может быть вызвано налипанием на провода мокрого снега.

Гололедные явления в Алма-Ате наблюдаются при адвекции влажного теплого воздуха зимой или резкого похолодания. Наиболее часто они возникают при выходе южно-каспийских циклонов или глубоких ложбин с запада. Реже гололедные явления наблюдаются при прохождении холодных фронтов с северо-запада. Гололедные явления могут возникать и в отроге сибирского антициклона [14].

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

В Алма-Ате, в районе обсерватории, в среднем за год насчитывается около 40 дней с тем или иным видом отложения льда (см. табл. 45 приложения). Наиболее характерным из всех видов обледенения является зернистая изморозь. Первые гололедно-изморозевые отложения в результате различных явлений отмечаются в октябре почти ежегодно. Заканчивается период с гололедно-изморозевыми явлениями обычно в апреле, но могут наблюдаться они и в мае, хотя повторяемость их в этом месяце незначительна, всего 4 раза в 100 лет.

Наблюдения над гололедно-изморозевыми явлениями на метеостанциях заключаются в определении продолжительности обледенения, времени нарастания отложения, размера большого и малого диаметров и массы льда на 1 м провода.

За продолжительность одного случая обледенения принимается промежуток времени с момента появления на проводах гололедно-изморозевого отложения до полного его исчезновения.

Средняя продолжительность одного случая гололеда и изморози в Алма-Ате составляет 12—14 ч, в течение холодного периода она несколько колеблется, наибольшая продолжительность за слу-

чай (16—20 ч) приходится на декабрь (см. табл. 46 приложения). Сложные отложения удерживаются на проводах намного дольше, в среднем за период 26 ч, в декабре 57 ч. В отдельных случаях продолжительность обледенения достигала 63 ч с гололедом, 84 ч с зернистой изморозью, 64 ч с кристаллической изморозью и 142 ч со сложным отложением.

В течение года в среднем провода покрыты тем или иным видом отложения в районе обсерватории 431 ч, в южных окрестностях (Медео) продолжительность обледенения несколько меньше (см. табл. 47 приложения). Продолжительность периода, когда отложение на проводах растет, составляет примерно одну третью часть от общей продолжительности обледенения, продолжительность отдельных случаев нарастания обледенения в 60—70 % не превышает 6 ч и лишь в 2—3 % случаев может наблюдаться нарастание отложения более 24 ч. Наибольшей продолжительностью сохранения обледенения на проводах, по сравнению с другими видами, отличается зернистая изморозь, средняя продолжительность ее равна 142 ч за год, но в отдельные годы достигает 300—359 ч (см. табл. 48 приложения). Средняя продолжительность за год других видов обледенения составляет 70—80 ч.

Зернистая изморозь наиболее часто наблюдается зимой, когда условия для ее образования наиболее благоприятны. Именно на зимние месяцы падает максимум повторения туманов в Алма-Ате, и температура воздуха часто бывает близка к  $-5...-10^{\circ}\text{C}$ . Кристаллическая изморозь чаще всего наблюдается в январе, обусловливаемая постепенным вторжением холодных воздушных масс в предгорья Казахстана и понижением температуры воздуха до  $-15...-20^{\circ}\text{C}$  при ясной погоде. Гололед наиболее часто наблюдается в марте, когда температура воздуха колеблется около нуля. Максимум числа дней со сложным отложением в декабре говорит о том, что декабрь является месяцем с наиболее изменчивыми условиями погоды в течение периодов гололедообразования.

Степень опасности гололедно-изморозевых явлений увеличивается с ростом размеров и массы отложения, а также скорости ветра. В Алма-Ате масса и размеры гололедно-изморозевых отложений обычно небольшие. По степени гололедности город относится к I району гололедности, где один раз в 10 лет толщина стенки гололеда может достигать 6,4 мм, один раз в 20 лет 9,0 мм [15]. По мере увеличения высоты места над уровнем моря размеры отложений несколько увеличиваются, Медео отнесен ко II району гололедности.

Размеры отложений колеблются в значительных пределах и зависят от вида явлений. Наибольшие размеры диаметров и масса отложений отмечены при налипании мокрого снега. Максимальные значения этого отложения за период наблюдений составляли 176 г (на одном метре провода) в городе и 216 г в районе Медео при размере большого диаметра 47 и 71 мм соответственно<sup>1</sup>. Размеры

<sup>1</sup> Здесь и далее размеры отложений даны с включением диаметра провода гололедного станка (5 мм).

плотных гололедных отложений не превышали 13 мм при массе 32 г/м (см. табл. 49 приложения).

Значительно возрастают размеры и масса гололедно-изморозевых отложений с увеличением высоты подвеса проводов линий связи и электропередачи над поверхностью земли. Увеличение размеров отложений в основном связано с увеличением скорости ветра и влагосодержания воздуха с высотой. В результате обобщения исследований, выполненных в ГГО [27, 28] с использованием многолетних экспериментальных данных, проводимых в различных районах Советского Союза, получены коэффициенты для пересчета гололедной нагрузки с провода гололедного станка на рабочие уровни линий электропередачи. В зависимости от массы отложений и скорости ветра для Алма-Аты коэффициент пересчета изменяется от 2,9 при отложениях льда 150—300 г/м до 3,7 при отложениях льда менее 100 г/м. Проведенные расчеты показали, что в Алма-Ате на проводах линий связи и электропередачи, находящихся на высоте 10—12 м над поверхностью земли, один раз в два года отложение льда может превышать 90 г/м, один раз в 5 и 10 лет составляет соответственно 188 и 300 г/м. Максимальная гололедная нагрузка на проводах линии связи за период наблюдений, согласно расчетам, составила от налипания мокрого снега 510 г/м (1960 г.).

Большую опасность при гололедно-изморозевых явлениях представляет ветер, так как создает дополнительную нагрузку на покрытые льдом провода. В Алма-Ате гололедно-изморозевые явления наблюдаются обычно при незначительных скоростях ветра (см. табл. 50 приложения). Лишь в 10—30 % случаев скорость ветра при обледенении проводов превышает 1 м/с. За весь период наблюдений в Алма-Ате отмечены лишь отдельные случаи обрыва телеграфных проводов в результате гололедно-изморозевых явлений (21 ноября 1953 г. и 15 марта 1975 г.).

Значительно большую опасность в Алма-Ате представляет гололедица на дорогах, возникающая в зимнее время при прохождении теплых фронтов, когда температура воздуха резко повышается до 0—3 °С, а подстилающая поверхность сохраняет отрицательную температуру. Чаще всего гололедица бывает в декабре, в период с марта по октябрь случаев с гололедицей не наблюдалось (см. табл. 51 приложения).

Наряду с данными о гололедно-изморозевых явлениях в приземном слое атмосферы особый интерес представляют сведения о максимальных гололедных нагрузках на высотные сооружения. В табл. 52 приложения приведены такие данные для высот 100, 200, 300 и 500 м над поверхностью земли, полученные в результате расчета методом, предложенным сотрудниками Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова [28]. Приведенные результаты расчетов являются ориентировочными, так как при определении интенсивности нарастания отложения скорость ветра 2 м/с и менее условно приравнивалась к 2 м/с. Вследствие малых скоростей ветра в Алма-Ате даже на больших высотах максималь-

ные гололедные нагрузки получаются сравнительно небольшие. Значения их, повторяющиеся, например, каждые 2 года, составляют 0,3—0,6 кг/м и только один раз в 15—20 лет на высотах 200—500 м могут быть гололедные отложения массой более 1 кг на 1 м провода.

**Пыльные бури.** Почвенно-климатические условия района, в котором расположена Алма-Ата, способствуют слабому проявлению пыльных бурь. Небольшие скорости ветров, значительное количество выпадающих осадков, защищенность почвы растительным покровом — все это способствует тому, что в среднем в районе Алма-Аты возникает 7—8 пыльных бурь в год.

Пыльные бури могут наблюдаться в северо-западных районах. Как показали исследования Н. Н. Романова [49], существуют два основных типа пыльных бурь: 1) кратковременные пыльные бури, связанные с прохождением холодных фронтов, и 2) продолжительные пыльные бури, связанные с увеличением барических градиентов.

Фронтальные пыльные бури в условиях Алма-Аты отличаются кратковременностью, и степень их развития зависит от интенсивности вторжений. Наиболее выражены фронтальные пыльные бури при северо-западных вторжениях. В районе аэропорта отмечались пыльные бури при западных и юго-западных ветрах.

Наибольшее число дней с пыльными бурями в районе Алма-Аты наблюдается в наиболее засушливые летние месяцы (табл. 76) в отличие от прилегающих с севера пустынных и полупустынных районов, где максимум их наблюдается несколько ранее, в мае — июне. Повышенной, повторяемости бурь здесь в эти месяцы способствует обострение циклонической деятельности при относительно небольшом количестве осадков, выпадающих в условиях пустынь и полупустынь.

Таблица 76

Среднее многолетнее число дней с пыльными бурями ( $\bar{n}$ ) и их среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ )

| Станция       | Период наблюдений | Характеристика        | IV         | V          | VI         | VII        | VIII       | IX         | X          | XI          | Год |
|---------------|-------------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-----|
| Алма-Ата, ГМО | 37                | $\bar{n}$<br>$\sigma$ | 0,3<br>0,7 | 0,5<br>0,6 | 1,7<br>1,6 | 1,9<br>2,2 | 1,4<br>1,5 | 0,9<br>1,0 | 0,6<br>1,1 | 0,02<br>0,2 | 7,5 |
| Алма-Ата      | 23                | $\bar{n}$<br>$\sigma$ | 0,6<br>0,6 | 0,6<br>0,8 | 1,6<br>1,2 | 2,1<br>2,1 | 1,8<br>1,2 | 1,1<br>0,9 | 0,8<br>0,9 |             | 8,6 |

В условиях же Алма-Аты пыльные бури в весенние месяцы наблюдаются хотя и реже, но вызываются ветрами значительных скоростей и наносят наибольший ущерб городскому хозяйству [50, 55].

Изменчивость циркуляционных процессов на юго-востоке Казахстана приводит к значительным вариациям в повторяемости пыльных бурь в отдельные годы. В 50 % лет в районе Алма-Аты за год наблюдается 6—8 пыльных бурь, в 80 % лет — 2—5 пыльных бурь.

Продолжительность пыльных бурь в условиях Алма-Аты и его пригородов невелика. Длительность наблюдавшихся бурь не превышает одного часа, длительность бурь более трех часов исключительно редка. Максимальная продолжительность пыльной бури на ст. Алма-Ата, ГМО 3—4 июля 1955 г. достигла 11 ч 45 мин, а в районе аэропорта 5 октября 1958 г. — 14 ч 45 мин.

В Алма-Ате при пыльных бурях преобладают скорости ветра 6—9 м/с, однако наблюдаются кратковременные усиления скоростей до больших значений (15—17 м/с).

## 7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ

С учетом характерных особенностей годового хода основных метеорологических величин и их значений год делится на климатические сезоны. Единые календарные сроки сезонов установлены по астрономическим признакам (зима: декабрь—февраль, весна: март—май, лето: июнь—август, осень: сентябрь—ноябрь). Сроки наступления и продолжительность фактических сезонов находятся в зависимости от складывающихся условий воздействия климатообразующих факторов и изменяются не только по территории, но и от года к году иногда очень резко.

При употреблении таких определений, как «ранняя весна» и «поздняя осень» имеются в виду не календарные сроки, а наступление определенного состояния природы в данный конкретный год.

Сезоны года тесно взаимосвязаны, начало каждого в какой-то степени зависит от характера предшествующего. Конец одного сезона и начало другого принято выражать определенной датой, хотя в действительности это некоторый промежуток времени, в течение которого происходят изменения в радиационном режиме, циркуляционных процессах и в состоянии подстилающей поверхности.

Если условно принять за начало и конец зимы переход средней суточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$ , а за лето — период с температурой воздуха  $15^{\circ}\text{C}$  и выше, то в среднем в Алма-Ате и ее окрестностях границы и конец сезонов года определяются датами, приведенными в табл. 77 и на рис. 1 приложения. Такое соотношение времен года по территории города обусловлено его

Таблица 77

Даты, определяющие границы климатических сезонов в различных районах Алма-Аты

| Станция            | Зима ( $\bar{t} \leq 0^{\circ}\text{C}$ ) | Весна ( $\bar{t} = 0...15^{\circ}\text{C}$ ) |
|--------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Алма-Ата, аэропорт | 11 XI—13 III (123)                        | 14 III—8 V (56)                              |
| Алма-Ата, ГМО      | 18 XI—10 III (113)                        | 11 III—7 V (58)                              |
| Медео              | 24 XI—12 III (109)                        | 13 III—8 VI (88)                             |
| Алма-Ата, агро     | 27 XI—11 III (105)                        | 12 III—26 V (75)                             |
| Станция            | Лето ( $\bar{t} > 15^{\circ}\text{C}$ )   | Осень ( $\bar{t} = 15...0^{\circ}\text{C}$ ) |
| Алма-Ата, аэропорт | 9 V—18 IX (133)                           | 19 IX—10 XI (53)                             |
| Алма-Ата, ГМО      | 8 V—24 IX (140)                           | 25 IX—17 XI (54)                             |
| Медео              | 9 VI—4 IX (88)                            | 5 IX—23 XI (80)                              |
| Алма-Ата, агро     | 27 V—15 IX (112)                          | 16 IX—26 XI (72)                             |

Примечание. В скобках приведено общее число дней сезона.

физико-географическими особенностями. Северные районы более континентальны, чем южные. Зима в северных районах на две недели дольше, лето — на 1,5 месяца, а весна и осень на месяц короче. Вследствие влияния инверсий зима в южных районах города мягче, но с более продолжительным залеганием снежного покрова. Средняя температура января здесь на  $2,5^{\circ}\text{C}$  выше, чем в центральных районах города и на  $6,6^{\circ}\text{C}$  выше, чем в аэропорту. Все это говорит о том, что с увеличением высоты места над уровнем моря климат становится более мягким, переход средней суточной температуры от низких зимних к летним происходит постепенно, более замедленно.

В дальнейшем для характеристики отдельных сезонов года удобнее пользоваться астрономическими сроками их наступления, так как приводимые при этом в таблицах различные климатические параметры за идентичные промежутки времени дают возможность проанализировать распределение их по территории.

## 7.1. Зима

Зима в Алма-Ате умеренно холодная, сравнительно непродолжительная, с явным преобладанием штилевой погоды, с устойчивым снежным покровом. Хотя период со средней суточной температурой воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$  составляет 110—120 дней, однако устойчивые морозы, когда температура воздуха в любой из сроков наблюдений месяц и более была ниже  $0^{\circ}\text{C}$ , сохраняются обычно только 67 дней — с 19 декабря по 23 февраля.

Зимой, в отличие от других сезонов года преобладает пасмурная погода. Средняя продолжительность солнечного сияния за день составляет 4,2—5,5 ч. Без солнца в среднем бывает по 7—8 дней за каждый зимний месяц, в отдельные годы число их может удваиваться.

В табл. 78 приведены средние и экстремальные значения температуры воздуха зимних месяцев. В 50 % зим самым холодным месяцем является январь. Температура февраля и декабря в среднем выше январской на  $2,0$ — $2,5^{\circ}\text{C}$ , но нередко эти месяцы бывают более холодными, чем январь. Зимние месяцы отличаются наибольшей в году неустойчивостью режима температуры. Квадратические отклонения средних месячных значений составляют  $2,5$ — $4,0^{\circ}\text{C}$ , а наибольшие отклонения наблюдавшиеся за отдельные годы, достигали  $11$ — $7^{\circ}\text{C}$ . Аномалии температуры за отдельные декады характеризуются еще большими значениями. Очень холодной в Алма-Ате была третья декада февраля 1951 г. Средняя декадная температура ее составила  $-23^{\circ}\text{C}$ , что ниже нормы на  $19^{\circ}\text{C}$ . Суточная амплитуда между ночными и дневными температурами зимой в среднем составляет около  $10^{\circ}\text{C}$ . Погода в зимние месяцы, как и в другие сезоны, часто резко меняется. Относительно теплые периоды сменяются резким похолоданием, и наоборот. При средней межсуточной изменчивости, равной  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ , не-

Таблица 78

## Термические характеристики зимы. Алма-Ата, ГМО

| Месяц | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $\bar{t}_{\text{наиб}}$ | Год  | $\bar{t}_{\text{наим}}$ | Год  | $\bar{t}_{\text{мин}}$ | $\sigma$ | $\bar{t}_{\text{макс}}$ | $\sigma$ | $T_{\text{мин}}$ | $T_{\text{макс}}$ | Среднее число дней с температурой в течение суток |                      |               |
|-------|-----------|----------|-------------------------|------|-------------------------|------|------------------------|----------|-------------------------|----------|------------------|-------------------|---------------------------------------------------|----------------------|---------------|
|       |           |          |                         |      |                         |      |                        |          |                         |          |                  |                   | ограничительной                                   | переходом через 0 °С | положительной |
| ХІІ   | —4,8      | 3,55     | 2,3                     | 1971 | —13,4                   | 1944 | —9,3                   | 3,83     | 0,5                     | 3,49     | —32              | 19                | 14                                                | 15                   | 2             |
| І     | —7,4      | 2,64     | —1,6                    | 1976 | —14,5                   | 1969 | —11,9                  | 2,89     | —2,0                    | 2,66     | —36              | 17                | 17                                                | 14                   | 0,4           |
| ІІ    | —5,6      | 3,63     | 0,3                     | 1958 | —16,8                   | 1931 | —9,8                   | 3,74     | —0,2                    | 3,59     | —38              | 20                | 13                                                | 14                   | 1             |

редко наблюдаются резкие изменения средней суточной температуры ото дня ко дню  $\pm (14-17^\circ\text{C})$ .

При вторжении арктических воздушных масс в Алма-Ате устанавливается морозная погода. Сильные морозы ( $-25^\circ\text{C}$  и ниже) могут наблюдаться в течение 6—8 дней подряд, морозы ниже  $-30^\circ\text{C}$  наблюдались не более 4 дней подряд. Самая низкая температура воздуха  $-38^\circ\text{C}$  отмечена в городе 26 февраля 1951 г. В районе аэропорта в это время термометр показывал  $-48^\circ\text{C}$ , а в горах — только  $-29^\circ\text{C}$ . Вероятность зим с абсолютным минимумом температуры воздуха ниже указанных пределов по ст. Алма-Ата, ГМО приводится ниже:

|                                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Абсолютный минимум,<br>°С . . . . . | —18 | —20 | —22 | —24 | —26 | —28 | —30 | —32 | —34 | —36 | —38 |
| Вероятность, % . . . . .            | 100 | 90  | 80  | 55  | 35  | 25  | 15  | 10  | 5   | 2   | 0   |

Приведенные данные свидетельствуют о том, что зимы с очень низкими температурами — явление довольно редкое для Алма-Аты, но периоды с температурами  $-15\ldots -20^\circ\text{C}$ , при которых по нормам недопустимы работы людей на открытом воздухе и которые оказывают вредное влияние на прочность отдельных частей механизмов [5], наблюдаются ежегодно. Средняя продолжительность периодов с такими температурами, по данным самописцев за 1960 и 1970 гг., составляет 225 и 60 ч соответственно [53].

Характерной чертой алма-атинской зимы являются оттепели. В отдельные годы число дней с оттепелью за зиму достигает 60—70 (1940-41, 1951-52, 1962-63 г.) или сокращается до 20—25 (1930-31, 1944-45 г.). В экстремально теплые зимы в дневные часы воздух прогревается до  $15-20^\circ\text{C}$ . Вероятность зим с абсолютным максимумом температуры воздуха выше определенных пределов по ст. Алма-Ата, ГМО приводится ниже:

|                                      |     |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|
| Абсолютный максимум,<br>°С . . . . . | 7   | 9  | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 |
| Вероятность, % . . . . .             | 100 | 90 | 80 | 50 | 25 | 10 | 2  |



Ветра зимой в городе практически нет. Средняя месячная скорость его 1 м/с — минимальная в годовом ходе. Более 40 % всех случаев за сезон составляют штили. Преобладающие направления ветра — южное и юго-восточное.

За зиму (декабрь—февраль) выпадает в среднем 89 мм осадков, что составляет около 16 % годовой суммы. Обычно это снег, а при резких потеплениях (2—4 дня в месяц) — дождь. Твердые осадки в зимние месяцы составляют 50—54 %, смешанные — 38—43 % общего количества, а на долю жидких в январе приходится 3 %, в декабре 9 % и в феврале 11 %.

Самой холодной за последние 60 лет была зима 1968-69 г., когда температура воздуха в среднем за сезон оказалась на 5,8 °С ниже нормы. Сравнительно холодными также были зимы 1935-36, 1944-45, 1950-51 гг. Зима 1940-41 г. оказалась наиболее теплой, со средней температурой выше нормы на 4,2 °С. Сведения о температурно-ветровом режиме наиболее теплой и наиболее холодной зим представлены в табл. 79. Разница между средними температурами этих зим составила 10 °С. Сумма отрицательных температур за три месяца холодной зимы почти в четыре раза больше, чем за теплую зиму. Разница в скоростях ветра небольшая. Максимальные скорости несколько больше за теплую зиму.

Несмотря на то что зима в Алма-Ате сравнительно мягкая, отопительный сезон (период со средней суточной температурой воздуха ниже 8 °С) сравнительно длинный. В пределах территории города продолжительность его колеблется от 166 до 175 дней. В северных и центральных районах отопительный сезон начинается на 5—6 дней раньше, чем в южных.

Учитывая большую изменчивость его от года к году, целесообразно представить обеспеченность дат начала, конца и продолжительности отопительного периода (табл. 80).

Промерзание почвы в Алма-Ате начинается в декабре, реже в ноябре. Благодаря мягкости зимы глубина промерзания сравнительно небольшая. Среднее ее значение из максимальных за зимы составляет 33 см, но в отдельные, более суровые годы, почва промерзает до 80 см (1950-51, 1968-69 гг.). Наиболее характерными атмосферными явлениями для зимних месяцев Алма-Аты являются туманы, изморозь и снег. Метель в Алма-Ате — большая редкость.

## 7.2. Весна

Весна в Алма-Ате начинается обычно в начале второй декады марта (11 марта), когда средняя суточная температура воздуха становится положительной. К этому времени разрушается устойчивый снежный покров. Однако весенний период характеризуется крайне неустойчивыми погодными условиями, и в сроках наступления его наблюдаются большие вариации. В зависимости от характера и темпов развития весенних процессов сроки разрушения

Таблица 79

Метеорологические условия в наиболее теплую (1940-41 г.) и наиболее холодную (1908-69 г.) зимы

| Показатель | Теплая зима |   |    |        | Холодная зима |   |    |        |
|------------|-------------|---|----|--------|---------------|---|----|--------|
|            | XII         | I | II | XII-II | XII           | I | II | XII-II |

## Температура воздуха, ° C

|                              |       |        |       |        |        |        |        |         |
|------------------------------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $\bar{t}$                    | 0,6   | -3,8   | -2,0  | -1,7   | -6,6   | -14,5  | -14,1  | -11,7   |
| $\Delta t$                   | 5,4   | 3,6    | 3,8   | 4,3    | -1,8   | -7,1   | -8,5   | -5,8    |
| $T_{\max}$                   | 13,4  | 12,1   | 12,2  | 13,4   | 11,0   | 5,8    | 5,9    | 11,0    |
| $T_{\min}$                   | -17,2 | -18,1  | -19,4 | -19,4  | -26,3  | -30,1  | -28,3  | -30,1   |
| $\sum t \text{ при } t < 0$  | -61,6 | -136,7 | -84,4 | -282,7 | -216,8 | -448,2 | -612,8 | -1277,8 |
| Число дней от $T_{\max} > 0$ | 26    | 21     | 21    | 68     | 13     | 4      | 4      | 21      |

## Ветер, м/с

|            |     |     |     |     |      |      |      |      |
|------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| $\bar{v}$  | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  |
| $\Delta v$ | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | -0,3 | -0,3 | -0,4 | -0,3 |
| $v_{\max}$ | 6   | 8   | 5   | 8   | 3    | 3    | 5    | 5    |

## Осадки, мм

|                        |    |    |    |     |    |    |    |    |
|------------------------|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| $\Sigma$               | 34 | 29 | 44 | 107 | 22 | 54 | 16 | 92 |
| Число дней со снегом   | 1  | 4  | 6  | 11  | 12 | 17 | 13 | 42 |
| с дождем               | 1  | 2  | 2  | 5   | 2  |    |    | 2  |
| со смешанными осадками | 3  |    | 8  | 11  |    |    |    |    |

Таблица 80

Даты начала и конца отопительного периода и его продолжительность  
различной вероятности. Алма-Ата, ГМО

| Показатель                  | Средняя | Наимень-<br>шая | Год        | Вероятность, % |        |        |      |       |       |       | Наиболь-<br>шая | Год        |
|-----------------------------|---------|-----------------|------------|----------------|--------|--------|------|-------|-------|-------|-----------------|------------|
|                             |         |                 |            | 5              | 10     | 25     | 50   | 75    | 90    | 95    |                 |            |
| Дата начала                 | 21 X    | 3 X             | 1920       | 10 X           | 12 X   | 15 X   | 21 X | 26 X  | 29 X  | 1 XI  | 2 XI            | 1919, 1927 |
| Дата конца                  | 6 IV    | 14 III          | 1944       | 19 III         | 24 III | 31 III | 6 IV | 11 IV | 17 IV | 22 IV | 24 IV           | 1916, 1942 |
| Продолжитель-<br>ность, дни | 168     | 147             | 1919, 1962 | 150            | 155    | 160    | 170  | 176   | 180   | 185   | 189             | 1972       |

Таблица 81

Термические характеристики весны. Алма-Ата, ГМО

| Месяц | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $\bar{t}_{\text{наиб}}$ | Год           | $\bar{t}_{\text{наим}}$ | Год  | $\bar{t}_{\text{мин}}$ | $\sigma$ | $\bar{t}_{\text{макс}}$ | $\sigma$ | $T_{\text{мин}}$ | $T_{\text{макс}}$ | Среднее число дней с температурой<br>в течение суток |                         |                    |
|-------|-----------|----------|-------------------------|---------------|-------------------------|------|------------------------|----------|-------------------------|----------|------------------|-------------------|------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|
|       |           |          |                         |               |                         |      |                        |          |                         |          |                  |                   | отрица-<br>тельной                                   | переходом<br>через 0 °C | положитель-<br>ной |
| III   | 1,8       | 2,47     | 7,5                     | 1944,<br>1962 | -2,2                    | 1951 | -2,6                   | 2,39     | 7,0                     | 2,72     | -27              | 25                | 5                                                    | 14                      | 12                 |
| IV    | 10,5      | 1,75     | 15,1                    | 1929          | 7,3                     | 1934 | 5,2                    | 1,68     | 16,3                    | 1,87     | -10              | 33                | 0,2                                                  | 4                       | 26                 |
| V     | 16,2      | 1,63     | 21,1                    | 1917          | 12,3                    | 1960 | 10,8                   | 1,52     | 21,7                    | 1,93     | -7               | 37                |                                                      |                         | 31                 |

Весной 1960 г. на 2—4 °С было холоднее обычного. Количество осадков составило 130 % нормы.

Таблица 83

Метеорологические условия наиболее теплой (1944 г.) и наиболее холодной (1960 г.) весны

| Показатель                        | Теплая весна |       |       |        | Холодная весна |       |       |        |
|-----------------------------------|--------------|-------|-------|--------|----------------|-------|-------|--------|
|                                   | III          | IV    | V     | III-V  | III            | IV    | V     | III-V  |
| Температура воздуха, °С           |              |       |       |        |                |       |       |        |
| $\bar{t}$                         | 7,5          | 11,4  | 17,9  | 12,3   | -2,1           | 8,9   | 12,3  | 6,4    |
| $\Delta t$                        | 5,5          | 0,8   | 1,5   | 2,6    | -4,1           | -1,7  | -4,1  | -3,3   |
| $T_{\text{макс}}$                 | 24,3         | 23,4  | 32,4  | 32,4   | 12,7           | 27,4  | 27,6  | 27,6   |
| $T_{\text{мин}}$                  | -8,0         | -4,7  | 1,3   | -8,0   | -16,3          | -9,2  | 2,3   | -16,3  |
| $\sum t$ при $t \geq 0$           | -18,5        |       |       | -18,5  | -94,7          | -17,9 |       | -112,6 |
| $\sum t$ при $t < 0$              | 246,2        | 340,6 | 804,2 | 1391,0 | 22,6           | 285,3 | 406,0 | 713,9  |
| Число дней с $T_{\text{мин}} < 0$ | 8            | 3     | 0     | 11     | 31             | 10    | 0     | 41     |
| Осадки, мм                        |              |       |       |        |                |       |       |        |
| $\sum$                            | 36           | 82    | 30    | 148    | 40             | 92    | 192   | 324    |
| Число дней с дождем               | 4            | 12    | 13    | 29     | 5              | 7     | 24    | 36     |
| Число дней со снегом              | 0            | 0     | 0     | 0      | 19             | 4     | 0     | 23     |
| Ветер, м/с                        |              |       |       |        |                |       |       |        |
| $v$                               | 2,4          | 2,5   | 3,0   | 2,6    | 1,4            | 1,5   | 1,6   | 1,5    |
| $\Delta v$                        | 1,0          | 0,8   | 1,1   | 1,0    | 0,0            | -0,2  | -0,3  | -0,2   |
| $v_{\text{макс}}$                 | 9            | 9     | 12    | 12     | 9              | 11    | 14    | 14     |

В наиболее теплую весну (1944 г.) с отклонением температуры от нормы за сезон на 2,6 °С осадков выпало 60 % нормы. Сумма положительных температур за три весенних месяца теплой весны почти вдвое больше, чем за холодную весну. Теплая весна оказалась наиболее ветреной. Отклонения скорости ветра от нормы составили 0,8—1,1 м/с.

Возможные атмосферные явления весной представлены в табл. 84. Если для начала весны туман, снег и дождь со снегом явления обычные, то вторая ее половина и особенно май — период дождей, нередко сопровождающихся грозами.

Таблица 84

Среднее число дней с атмосферными явлениями весной.  
Алма-Ата, ГМО

| Атмосферное явление | III  | IV   | V    | За сезон |
|---------------------|------|------|------|----------|
| Туман               | 7    | 1    | 0,4  | 8        |
| Метель              | 0,02 | 0,02 |      | 0,04     |
| Град                | 0,05 | 0,1  | 0,4  | 0,6      |
| Гололед             | 2    | 0,3  | 0,04 | 2        |
| Изморозь            | 2    |      |      | 2        |
| Гроза               | 0,2  | 2    | 6    | 8        |
| Снег                | 8    | 2    | 0,3  | 10       |
| Дождь               | 8    | 11   | 13   | 32       |
| Дождь со снегом     | 3    | 2    |      | 5        |

### 7.3. Лето

Лето в Алма-Ате продолжительное и жаркое, а иногда и знойное, с устойчивым сохранением средней суточной температуры воздуха выше 15 °С. Обычно этот период составляет 4,5 месяца (8 мая — 24 сентября). В зависимости от условий атмосферной циркуляции границы сезона значительно варьируют от года к году и могут сместиться на месяц как в сторону более ранней даты (начало сезона 8 апреля 1929 г.), так и более поздней (7 июня 1958 г.). Подъем и спад температуры воздуха от месяца к месяцу идет более плавно, чем в переходные периоды (весна, осень). Самый теплый месяц — июль, но каждый четвертый год может быть август, а в 1941 г. — это был июнь. Некоторые термические характеристики центральных месяцев лета представлены в табл. 85. Суточные колебания температуры воздуха в летний период наибольшие в году. Значения средней суточной амплитуды температуры в летние месяцы равны 11—12 °С, а в отдельные дни — 20—21 °С. Так как максимальные температуры воздуха в Алма-Ате 25 °С и выше наблюдаются ежедневно, то в качестве критерия знойной погоды (как одного из опасных явлений) принята повторяемость температур 30 °С и выше. В Алма-Ате таких дней в среднем за год бывает 36 с колебаниями в отдельные годы от 8 (1972 г.) до 58 (1944 г.). Максимум в годовом ходе приходится на июль (табл. 86). В такие дни в течение 1,5—2,0 ч отметки термометра могут показывать 40—42 °С.

Таблица 85  
Термические характеристики лета. Алма-Ата, ГМО

| Месяц | $\bar{T}$ | $\sigma$ | $\bar{T}_{\text{наиб}}$ | Год  | $\bar{T}_{\text{наим}}$ | Год  | $\bar{T}_{\text{макс}}$ | $\sigma$ | $T_{\text{макс}}$ | $\bar{T}_{\text{мин}}$ | $\sigma$ | $T_{\text{мин}}$ |
|-------|-----------|----------|-------------------------|------|-------------------------|------|-------------------------|----------|-------------------|------------------------|----------|------------------|
| VI    | 20,6      | 1,23     | 23,8                    | 1941 | 17,4                    | 1954 | 26,2                    | 1,40     | 39                | 14,9                   | 1,20     | 12               |
| VII   | 23,3      | 1,34     | 27,0                    | 1944 | 20,6                    | 1972 | 29,5                    | 1,55     | 42                | 17,4                   | 1,20     | 7                |
| VIII  | 22,3      | 1,26     | 25,6                    | 1923 | 19,3                    | 1936 | 28,6                    | 1,46     | 40                | 16,1                   | 1,19     | 4                |

Таблица 86  
Число дней с температурой воздуха 30 °С и выше. Алма-Ата, ГМО

| Показатель | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | Сезон |
|------------|------|------|------|------|------|-------|
| Среднее    | 1,1  | 5,6  | 14,4 | 12,1 | 2,3  | 35,5  |
| Наибольшее | 14   | 18   | 28   | 28   | 8    | 58    |
| Год        | 1917 | 1941 | 1944 | 1923 | 1978 | 1944  |

По данным 1916—1978 гг. продолжительность знойной погоды в Алма-Ате в 87 % случаев составляет 1—5 дней, а в годы максимума увеличивается до 23. Такими были периоды с 30 июля по 21 августа 1923 г., с 23 июля по 13 августа 1955 г. и с 3 по

25 июля 1956 г. Анализ непрерывной продолжительности знойной погоды в течение дня показал, что в Алма-Ате она чаще всего удерживается в течение 7 ч и менее. За период с 1932 по 1978 г. только 31 июля 1973 г. и 11 июля 1977 г. температура воздуха 30 °С и выше сохранялась 13 ч, а 13 августа 1975 г. — 14 ч. Сравнительно небольшая непрерывная продолжительность высоких температур отражает характерные черты климата предгорий, влияние горно-долинной циркуляции. В среднем за июнь продолжительность жаркой погоды равна 20,8 ч, за июль — 66,9 ч, а за август — 50,5 ч, что дает в общем за сезон 138,2 ч.

Данные суммарного числа дней с максимумами 30 °С и выше за каждый день теплого периода свидетельствуют о том, что наибольшая повторяемость температур 30 °С и выше в Алма-Ате приходится на 17—18, 21—22 июня и 2—5, 21—30 июля. Последний период наиболее продолжителен и вероятность появления в нем высоких температур в два раза больше, чем в первом (40—50 % против 22 %). Относительно высокая повторяемость (40—50 % лет) температур 30 °С и выше наблюдается 1—2 и 7—13 августа. Однако в отдельные годы, даже в самый разгар лета, возможны резкие похолодания. В такие дни температура воздуха в ночные часы понижается до 2 °С в июне, 7 °С в июле и 6 °С в августе.

Поверхность почвы в среднем за сутки теплее воздуха на 5 °С, а в отдельные годы различия возрастают на десятки градусов (42 °С температура воздуха и 70 °С температура почвы).

Относительная влажность воздуха летом изменяется от 50 % в июне до 44 % в августе, а в дневные часы — от 42 до 33 % соответственно. Число дней с относительной влажностью воздуха 30 % и ниже в любой из сроков наблюдения в июне 8, в июле 14 и в августе 18, что составляет 57 % сухих дней в году при средней продолжительности сухих периодов за лето 362 ч. Анализ данных табл. 87 показал, что в 62 % летних дней (57 за лето) в Алма-Ате создаются условия, вызывающие засушливо-сухую погоду.

Таблица 87

Число дней с суховеем (по Е. А. Цубербиллер)

| Показатель | IV   | V    | VI   | VII           | VIII | IX   | Год  |
|------------|------|------|------|---------------|------|------|------|
| Среднее    | 1,8  | 5,5  | 13,0 | 21,4          | 22,6 | 12,7 | 77   |
| σ          | 1,5  | 4,1  | 6,4  | 5,9           | 5,3  | 4,4  | 22,3 |
| Наибольшее | 7    | 15   | 24   | 31            | 30   | 23   | 104  |
| Год        | 1938 | 1961 | 1939 | 1943,<br>1956 | 1945 | 1959 | 1943 |

Облачность летом незначительная. Вероятность ясного неба по нижней облачности составляет 75 %, а число ясных дней 15—20.

По продолжительности солнечного сияния Алма-Ата занимает одно из первых мест в СССР — 2365 ч за год (Кисловодск —

2000 ч, Ялта — 2200 ч). Это значит, что в Алма-Ате в летние месяцы солнце светит непрерывно 9—10 ч.

Осадки летнего периода составляют 21 % годовой суммы с максимумом в июне (57 мм) и минимумом в августе (24 мм). Среднее число дней с осадками убывает в такой же последовательности — от 10 до 6. Выпадают они преимущественно в виде ливневых дождей, обычно во второй половине дня и часто сопровождаются грозами, а иногда и градом. Грозы бывают ежегодно с наибольшей повторяемостью в июне (10 дней). В отдельные годы каждый второй день летнего месяца может быть с грозой. Общая продолжительность летних дождей 94 ч за сезон с минимумом в августе (24 ч). Это значит, что дождь в течение суток длится обычно около 1 часа, но количество выпавших осадков за короткое время может быть большим. Алмаатинцам, например, памятен ливень 12 июня 1942 г., когда за 5,5 ч выпало 71 мм осадков при месячной норме 57 мм. Суточный же максимум этого дня 74 мм явился максимумом за все 100 лет наблюдений.

Экстремально влажными с пониженным температурным фоном являются 1896, 1954, 1958 гг. В июне 1979 г. выпало 190 мм осадков. Это наибольшее значение за весь период наблюдений в Алма-Ате (1879—1979 гг.). В условиях недостаточного увлажнения 1950, 1963, 1966, 1973, 1977-й и др. годы можно условно отнести к тепловлагообеспеченным. В эти годы температура воздуха выше 15 °С устойчиво держалась 145 дней с безморозным периодом от 170 до 195 дней, а количество осадков колебалось в пределах нормы. Исключительно жарким и сухим было лето 1944 г., за весь сезон выпало только 20 мм осадков (17 % нормы). Температура воздуха июля превысила норму на 4 °С, а 10 июля и 9 августа достигла абсолютного максимума (42 и 40 °С соответственно) за 100 лет. Следует заметить, что годы с малым количеством осадков (20—50 мм) за летний сезон вероятны один раз в 10 лет, а периоды без дождя могут быть 1,5—2,0 месяца подряд. Метеорологические условия наиболее теплого и наиболее холодного лета приведены в табл. 88.

Высокие температуры летних месяцев способствуют бурному таянию снега в горах, что в сочетании с ливневыми дождями может вызвать сели. Эти грязекаменные потоки, коверкая речную долину, стремительно несутся на город, сметая все на своем пути. Жителям Алма-Аты памятен сели 8 июля 1921 г. и 7 августа 1956 г. Сейчас, когда возведены и укрепляются защитные инженерные сооружения, вода тающих ледников, бегущая по руслу Малой Алматинки, больше не угрожает городу. Пропускаемая самотеком через специальные устройства, она служит кондиционером воздуха в летний зной одного из прекраснейших творений строителей Алма-Аты — Дворца культуры им. В. И. Ленина, не требуя никакого расхода электроэнергии.

Лету свойственно некоторое усиление ветровой деятельности, но и в это время года доминируют штили и слабые ветры. Два-три дня в месяц скорость ветра достигает 15 м/с и более, а в от-

Таблица 88  
Метеорологические условия наиболее теплого (1944 г.) и наиболее  
холодного (1954 г.) лета

| Показатель                      | Жаркое лето |        |       |        | Прохладное лето |       |       |        |
|---------------------------------|-------------|--------|-------|--------|-----------------|-------|-------|--------|
|                                 | VI          | VII    | VIII  | сезон  | VI              | VII   | VIII  | сезон  |
| Температура воздуха, °C         |             |        |       |        |                 |       |       |        |
| $\bar{t}$                       | 21,7        | 27,0   | 23,5  | 24,0   | 17,4            | 21,3  | 22,3  | 20,3   |
| $\Delta t$                      | 1,0         | 3,6    | 1,0   | 1,9    | -3,3            | -2,1  | 0,0   | -1,8   |
| $T_{\text{макс}}$               | 37,1        | 41,6   | 40,5  | 41,6   | 27,5            | 32,7  | 33,4  | 33,4   |
| $T_{\text{мин}}$                | 10,1        | 16,5   | 10,6  | 10,1   | 8,5             | 11,6  | 9,5   | 8,5    |
| $\sum t \text{ при } t > 0$     | 657,7       | 1838,6 | 718,2 | 3214,5 | 528,4           | 662,0 | 689,4 | 1879,8 |
| Осадки, мм                      |             |        |       |        |                 |       |       |        |
| $\bar{\Sigma}$                  | 11          | 5      | 4     | 20     | 129             | 47    | 54    | 230    |
| $\Delta \bar{\Sigma} (\%)$      | 19          | 14     | 17    | 17     | 222             | 131   | 225   | 197    |
| $\Sigma_{\text{макс}}$ за сутки | 5           | 2      | 2     | 5      | 42              | 23    | 18    | 42     |
| Число дней с дождем             | 18          | 9      | 8     | 35     | 21              | 15    | 17    | 53     |
| Скорость ветра, м/с             |             |        |       |        |                 |       |       |        |
| $\bar{v}$                       | 2,6         | 2,6    | 2,7   | 2,6    | 2,0             | 2,2   | 2,3   | 2,2    |
| $\Delta v$                      | 0,6         | 0,6    | 0,7   | 0,6    | 0,0             | 0,2   | 0,3   | 0,2    |
| $v_{\text{макс}}$               | 12          | 12     | 7     | 12     | 12              | 8     | 12    | 12     |

дельные годы число таких дней увеличивается до 10. Господствующее направление — юго-восточное. В это время года особенно четко проявляется полусуточная смена направлений ветра: днем — северный, а ночью — южный или юго-восточный, дующий с гор. В 2—4 днях в месяц наблюдается фён, повышающий температуру воздуха на 4—5 °C и снижающий его влажность на 20 %.

#### 7.4. Осень

Осень в Алма-Ате называют золотой. Это лучшее время года. Переход средней суточной температуры через 15 °C наступает обычно 24 сентября, и этот месяц по существу можно отнести к летнему сезону. В сентябре продолжает стоять теплая малооблачная сухая погода. Средняя суточная продолжительность солнечного сияния составляет 8,5 ч, или 66 % возможной, уменьшаясь к ноябрю до 5,5 ч (40 % возможной). Средняя месячная температура сентября около 17 °C, а в 1959 г. она составила 20,9 °C. Число дней с относительной влажностью воздуха 30 % и ниже равно 16, но может быть и 25. Около 13 дней в сентябре наблюдались с суховеями, а в 1959 г. число их достигло 23. Количество осадков, выпадающих в сентябре, минимальное после августа (26 мм) и составляет около 5 % годовой суммы. С 14 октября происходит переход температуры воздуха через 10 °C, в конце месяца (30 октября) — через 5 °C. В северной части города



переход через указанные пределы температуры наблюдается в более ранние сроки. Для осени характерно постепенное снижение средних суточных амплитуд температуры воздуха от 12 °С в сентябре до 10 °С в ноябре и лишь в отдельных случаях суточные колебания температуры могут составить 21—22 °С в сентябре—октябре и 24 °С в ноябре. Основные термические характеристики осени представлены в табл. 89.

Таблица 89

Термические характеристики осени. Алма-Ата, ГМО

| Месяц | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $\bar{t}_{\text{наиб}}$ | Год  | $\bar{t}_{\text{наим}}$ | Год  | $\bar{t}_{\text{макс}}$ | $\sigma$ | $T_{\text{макс}}$ | $\bar{T}_{\text{мин}}$ | $\sigma$ | $T_{\text{мин}}$ | Среднее число дней с температурой в течение суток |                      |               |
|-------|-----------|----------|-------------------------|------|-------------------------|------|-------------------------|----------|-------------------|------------------------|----------|------------------|---------------------------------------------------|----------------------|---------------|
|       |           |          |                         |      |                         |      |                         |          |                   |                        |          |                  | отрицательной                                     | переходом через 0 °С | положительной |
| IX    | 16,9      | 1,48     | 20,9                    | 1959 | 13,4                    | 1934 | 23,4                    | 1,58     | 36                | 11,0                   | 1,36     | —3               |                                                   | 0,7                  | 29,3          |
| X     | 9,5       | 1,58     | 14,2                    | 1936 | 6,6                     | 1961 | 15,5                    | 1,73     | 31                | 4,4                    | 1,44     | —16              | 0,2                                               | 5,3                  | 25,5          |
| XI    | 0,8       | 2,73     | 6,3                     | 1956 | —6,5                    | 1952 | 6,2                     | 2,90     | 25                | —3,6                   | 2,64     | —36              | 8                                                 | 12                   | 10            |

Первые осенние заморозки в воздухе начинаются 14 октября. В 11 годах из 60 они отмечались в третьей декаде сентября, один раз во второй (19 сентября 1899 г.) и один раз в первой (6 сентября 1968 г.). На поверхности почвы они отмечаются на декаду раньше (4 октября). Таким образом, сентябрь и первая половина октября — переходный период, когда возможно резкое похолодание и может быть по-летнему тепло. В сентябре 2 дня, как правило, и 8 дней (1978 г.), как исключение, температура воздуха составляет 30 °С и выше и может повторяться 5—6 дней подряд. Средняя месячная продолжительность периода с такой температурой порядка 7 ч. Во второй половине осени наблюдается увеличение облачности, туманообразования, относительной влажности, осадков. Среднее многолетнее количество осадков в октябре за 7 дней составляет 49 мм и за 10 дней в ноябре — 47 мм. Экстремальное количество осадков, выпавшее в отдельные годы, составляло: в сентябре 1973 г. — 94 мм, в октябре 1969 г. — 145 мм и в ноябре 1941 г. — 112 мм. В 1889, 1893, 1894, 1922, 1926 гг. в сентябре осадки не выпадали, так же как в октябре 1954, 1955 гг.

Во второй половине ноября наблюдается обычно устойчивый переход температуры воздуха к отрицательным значениям. Верхний слой почвы в ноябре промерзает до глубины 10 см. Конец осенних процессов и переход их к зимним приходится на 18 ноября. К этому времени (30 октября) появляется снежный покров (5 октября—21 ноября в отдельные годы), который вскоре исчезает. Окончательно он ложится в зиму через месяц и более, и только зима 1935-36 г. была без предзимья.

В табл. 90 приведены сведения о метеорологических условиях наиболее теплой и холодной осени.

Таблица 90

Метеорологические условия наиболее теплой (1956 г.) и наиболее холодной (1952 г.) осени

| Показатель              | Теплая осень |       |       |        | Холодная осень |       |        |        |
|-------------------------|--------------|-------|-------|--------|----------------|-------|--------|--------|
|                         | IX           | X     | XI    | IX-XI  | IX             | X     | XI     | IX-XI  |
| Температура воздуха, °C |              |       |       |        |                |       |        |        |
| $\bar{t}$               | 17,7         | 10,7  | 6,3   | 11,6   | 16,5           | 8,9   | -6,5   | 6,3    |
| $\Delta t$              | 0,7          | 1,1   | 5,5   | 2,4    | -0,5           | -0,7  | -7,3   | -2,8   |
| $T_{\text{макс}}$       | 31,4         | 28,1  | 17,7  | 31,4   | 31,7           | 25,4  | 19,5   | 31,7   |
| $T_{\text{мин}}$        | -1,7         | -3,5  | -2,7  | -3,5   | 2,9            | -8,4  | -34,1  | -31,4  |
| $\sum t$ при $t \geq 0$ | 522,6        | 323,8 | 186,9 | 1033,3 | 487,1          | 271,8 | 46,2   | 805,1  |
| $\sum t$ при $t < 0$    |              |       | -2,3  | -2,3   |                | -7,5  | -245,0 | -252,5 |
| Число дней с морозом    | 2            | 6     | 10    | 18     | 0              | 8     | 23     | 31     |
| Ветер, м/с              |              |       |       |        |                |       |        |        |
| $v$                     | 1,8          | 1,4   | 1,1   | 1,4    | 2,2            | 2,0   | 1,0    | 1,7    |
| $\Delta v$              | -0,1         | -0,1  | 0,0   | -0,1   | 0,3            | 0,5   | -0,1   | 0,2    |
| $v_{\text{макс}}$       | 5            | 5     | 4     | 5      | 7              | 8     | 3      | 8      |
| Осадки, мм              |              |       |       |        |                |       |        |        |
| $\sum$                  | 17           | 34    | 18    | 69     | 23             | 49    | 35     | 107    |
| Число дней с дождем     | 4            | 5     | 5     | 14     | 4              | 6     | 2      | 12     |
| Число дней со снегом    | 1            | 3     | 7     | 11     | 0              | 2     | 12     | 14     |

В 1956 г. осень продолжалась на 2 недели дольше обычного — с 26 сентября по 1 декабря. Температура воздуха во все месяцы была выше нормы, в ноябре — на 5,5 °C. Осадки за сезон составили менее 60 % нормы, а в ноябре — менее 40 %. Из 18 морозных дней температура воздуха не опускалась ниже -3,5 °C, а днем воздух прогревался до 31—18 °C с сентября по ноябрь соответственно. Теплыми и сухими осенние месяцы были в 1955 и 1971 гг. Благоприятные погодные условия отмечались и в 1936 г. Примером холодной и короткой осени с быстрым переходом к зиме является осень 1952 г. — с 19 октября по 10 ноября, на месяц короче обычной. Средняя месячная температура воздуха за сезон была ниже средней многолетней на 3 °C, а в ноябре — на 7,3 °C. Заморозки начались с 7 октября. Из 39 осенних дней 31 наблюдался с морозом. Его интенсивность в ноябре составила -34 °C. Холодной и сырой отмечена осень 1976 г. Повторяемость сильных ветров сокращается с сентября по ноябрь от 0,8 до 0,5 дня и только в отдельные годы их может быть 5. Повторяемость штилей увеличивается от 12 % в сентябре до 29 % в ноябре. Преобладающим направлением ветра, как и летом, остается юго-восточное (36 % за сезон) при значительной повторяемости южного (19 % за сезон).

## 8. КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

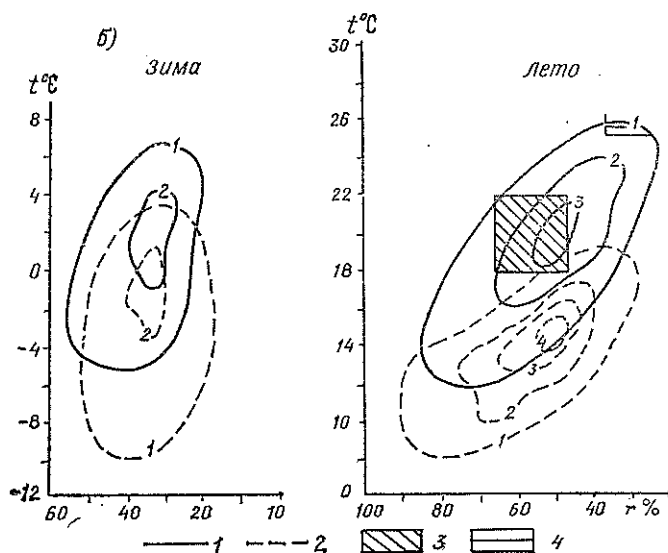
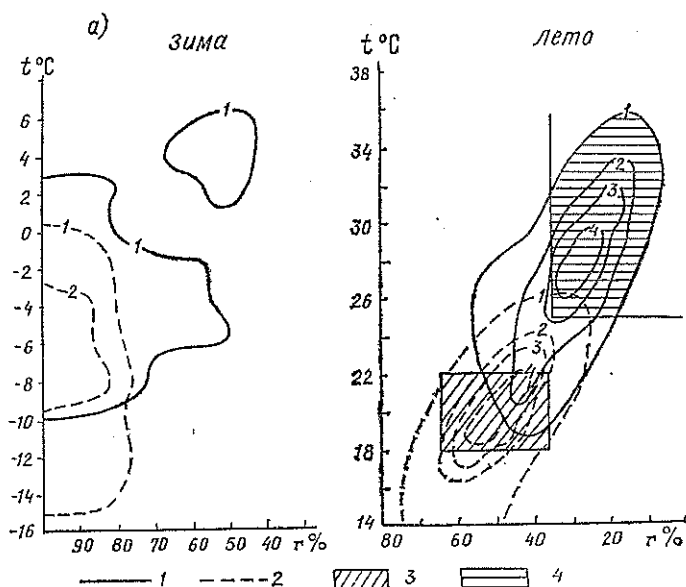
До последнего времени в качестве основных характеристик климата при обслуживании народного хозяйства использовались средние многолетние значения основных метеорологических параметров, опубликованных в «Справочниках по климату СССР», которые широко используются в практике. В природе же они воспринимаются в комплексе, поэтому учет комплексных характеристик метеорологических величин имеет огромное значение. При решении ряда технических вопросов в медицинской климатологии и курортологии чаще всего требуются сведения о сочетании температуры, влажности и скорости ветра.

### 8.1. Температурно-влажностный режим

Из табл. 53 и 54 приложения, составленных по данным самописцев с 1936 по 1965 г. следует, что в течение года (см. табл. 53 приложения) в Алма-Ате 85 % всех случаев составляет комплекс с относительной влажностью воздуха 21—100 % и температурой от 29 до  $-19^{\circ}\text{C}$ . При этих же значениях относительной влажности, но при меньшем диапазоне колебаний температур (от 29 до  $-9^{\circ}\text{C}$ ) отмечено 59 % случаев в году. Относительная влажность воздуха 91—100 % в сочетании с отрицательными температурами ( $-5^{\circ}\text{C}$  и ниже) — явление редкое (3 % общего числа случаев за год).

Суточный ход температурно-влажностного режима в зимний период сглажен, хотя обе характеристики изменяются в значительных пределах (см. табл. 54 приложения). Как ночью, так и днем алма-атинской зиме свойственна высокая относительная влажность (70 % и более) при большом диапазоне температур. Наибольшая повторяемость высокой относительной влажности наблюдается при отрицательных температурах (до  $-50\ldots-10^{\circ}\text{C}$ ). Сухому воздуху зимних месяцев свойственны положительные температуры (до  $15^{\circ}\text{C}$ ). Но повторяемость эта мала. На рис. 45 а проведены изолинии повторяемости 1 % и более различного сочетания температуры и относительной влажности воздуха, т. е. наиболее часто встречающиеся. Зимой температура изменяется от 2 до  $-15^{\circ}\text{C}$  при относительной влажности воздуха 80—100 % в 99 % всех случаев ночью и более 50 % случаев днем. Днем около 20 % случаев составляет комплекс температуры воздуха  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  при относительной влажности воздуха 45—70 %. Уменьшение влажности до 60 % при температуре около  $-5^{\circ}\text{C}$  — явление крайне редкое.

С переходом к весенним процессам резко повышается температура воздуха и падает влажность. Весенние дни характеризуются комплексом относительной влажности 25—55 % и температурой 10—25  $^{\circ}\text{C}$ . Сочетание высокой относительной влажности



и температуры от 15 до  $-4\text{ }^\circ\text{C}$  отмечается обычно в ночные часы; 20 % всех случаев — это комплекс относительной влажности 90—100 % и температуры  $+4\text{ }^\circ\text{C}$ . Бывают случаи, когда относительная влажность сочетается с более высокими температурами (от 6 до  $14\text{ }^\circ\text{C}$ ).

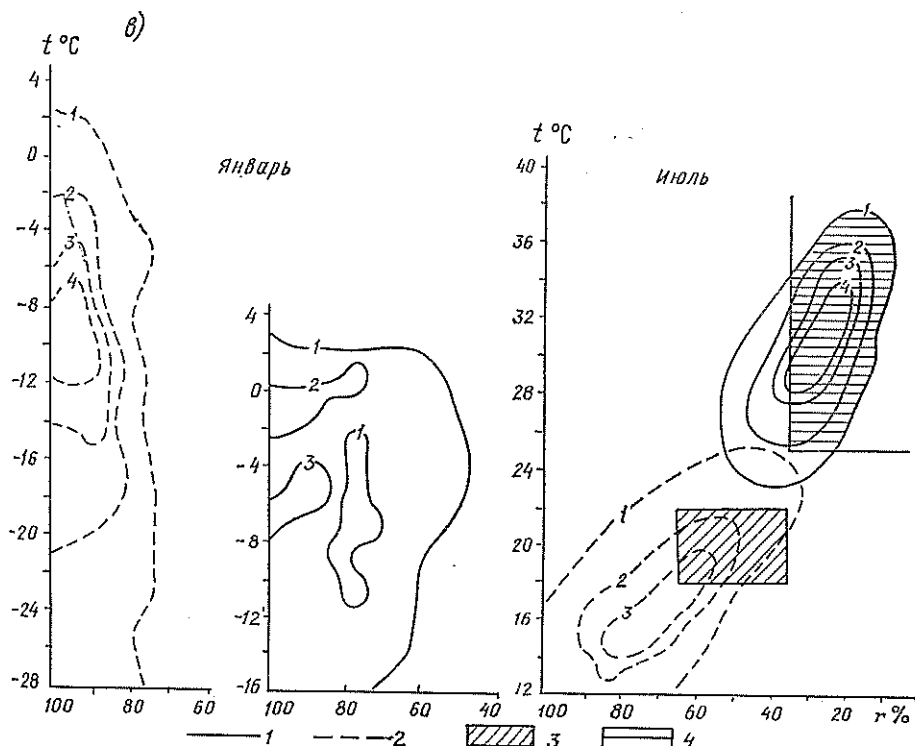


Рис. 45. Повторяемость (%) различных сочетаний температуры и относительной влажности воздуха.

*а* — Алма-Ата, ГМО; *б* — Алма-Атинская селестоксовая станция; *в* — Алма-Ата, аэропорт.  
1 — день, 2 — ночь, 3 — комфортные условия, 4 — засушливые условия.

Летом дневные условия характеризуются изменениями температуры от 20 до 36 °C при влажности 55—15 %. Если считать, что наиболее комфортными для ощущения человека считаются условия при влажности 36—65 %, температуре воздуха 18—20 °C и слабом ветре, то в Алма-Ате этот период наблюдается только в 8 % случаев. В ночные часы температура понижается до 25—14 °C, значения влажности колеблются от 25 до 75 %. Этот комплекс охватывает до 75 % всех случаев, из которых 35 % — комфортные условия как результат горно-долинной циркуляции. Весной и осенью повторяемость комфортных условий порядка 6 % общего числа случаев за сезон.

Комплекс со значением температуры выше 25 °C и влажности воздуха 35 % и ниже — неблагоприятный для теплоощущения человека, а особенно для сельского хозяйства и характеризуется как засушливый. В Алма-Ате в дневные часы они составляют до 70 % всех случаев или около 64 дней за сезон. Наибольшая повторяемость низкой относительной влажности (до 10 %) наблюдается при температуре 30 °C.

Осенью, при колебаниях температуры 10—28 °С, относительная влажность днем не поднимается выше 55 % и редко падает ниже 20—15 %. Этот комплекс охватывает до 30 % всех случаев за сезон, из которых более 5 % случаев расцениваются как засушливые; 22 % всех случаев за сезон составляют благоприятные условия для осени, когда температуре воздуха выше 12 °С соответствует влажность 36—65 %. Наибольшему понижению температуры в ночные часы (8—18 °С) соответствует увеличение относительной влажности до 30—65 %. В отдельных случаях, при температуре ниже 10 °С и отрицательных ее значениях, относительная влажность воздуха достигает 90—100 %.

Большое разнообразие природных условий различных районов города существенно сказывается на их температурно-влажностном режиме. Это хорошо подтверждается данными января и июля горной станции (Алма-Атинская селестоксовая станция) и равнинной (Алма-Ата, аэропорт), представленных на рис. 45 б и в. Как и на рис. 45 а, здесь показаны области различного сочетания температуры и относительной влажности повторяемостью 1 % и более, которые охватывают 50—80 % всех случаев. При пользовании графиками следует помнить, что в эту область не входят случаи наиболее низких температур и высокой относительной влажности, а также самых высоких температур и низкой влажности.

На рис. 45 б видно, что летом в горных районах в 50 % всех случаев в дневное время преобладает сочетание температуры 24—18 °С и относительной влажности 30—65 %. Более 30 % всех случаев приходится на комфортные условия. Ночью они наблюдаются реже из-за низкой температуры и высокой влажности, которая нередко достигает 90—95 % при температуре 10—8 °С. Район аэропорта, расположенный в удаленной от гор северной части города, в большей степени, чем другие районы Алма-Аты, находится под влиянием равнины и отличается более континентальным климатом. Здесь наблюдается резко выраженный суточный ход температурно-влажностного режима (рис. 45 в). Днем повторяемость 1 % и более имеют комплексы с температурой 22—38 °С и относительной влажностью от 50 до 15 %. Они охватывают до 80 % всех случаев, где около 65 % — это засушливые условия. Ночью преобладают комплексы с температурой 10—25 °С и относительной влажностью 95—36 %. Особенно часто (повторяемость 3 % и более) — это комплекс температуры 14—20 °С и относительной влажности 85—55 %. Он охватывает до 25 % всех случаев. В 20 % случаев или около 6 ночей в июле бывают комфортные условия, что в три раза меньше, чем в городе (Алма-Ата, ГМО около 65 % или 20 ночей в месяц). По мере удаления от города на север, в район Капчагайского водохранилища (зона отдыха горожан), континентальность климата возрастает. По данным Или, ж.-д. ст. днем здесь преобладают сочетания температуры 24—20 °С и относительной влажности 40—10 %, т. е. почти всегда засушливые условия. Ночью отно-

сительная влажность повышается от 30 до 95 % при весьма умеренных температурах. В 25 % всех случаев бывают комфортные условия.

Зимой в горах воздух суше и теплее, чем в городе. Относительная влажность воздуха здесь в январские дни колеблется обычно в пределах 20—50 % при температуре  $\pm 8^{\circ}\text{C}$ . Температуре воздуха от 2 до  $12^{\circ}\text{C}$  ниже нуля соответствует относительная влажность воздуха 80—100 %. Ночные часы отличаются от дневных только более низкими температурами.

Северные равнинные районы города и его окрестности находятся в менее благоприятных условиях. Здесь преобладают комплексы с температурой от 2 до  $-16^{\circ}\text{C}$  днем и от 0 до  $-30^{\circ}\text{C}$  ночью. Относительная влажность при этом чаще всего составляет 55—100 % днем и 75—100 % ночью.

## 8.2. Температурно-ветровой режим

В приложении к данному разделу в виде таблиц даны комплексные температурно-ветровые характеристики — зависимость температуры воздуха от скорости и направления ветра, которая является одним из факторов формирования температурного режима в нижних слоях атмосферы. Эти данные могут быть учтены при оценке теплоощущений человека в разное время года и теплопотерь зданиями зимой. В табл. 55 приложения представлена средняя температура воздуха каждого направления при определенной скорости ветра. Эти данные приведены на рис. 46 и 47. Они свидетельствуют о том, что зимой в Алма-Ате при слабых ветрах всех направлений температура воздуха ниже, чем при более сильных ветрах этих же направлений. Так, в январе температура воздуха при юго-западном ветре скоростью 0—1 м/с составляет  $-7,6^{\circ}\text{C}$ , а при ветре скоростью 12 м/с — только  $1,9^{\circ}\text{C}$ ; при южном ветре скоростью 0—1 м/с соответствует температура  $-7,2^{\circ}\text{C}$ , а усиление ветра до 9 м/с сопровождается повышением температуры воздуха до  $6^{\circ}\text{C}$ . Различия в температуре при этом составляют  $13^{\circ}\text{C}$ . Самые низкие температуры наблюдаются при штиле. Летом (июль) общий температурный фон при ветрах скоростью до 6 м/с на  $2,0$ — $2,5^{\circ}\text{C}$  выше, чем при ветрах скоростью 6—15 м/с. Сильным ветрам (более 15 м/с) соответствуют и более высокие температуры. Как показано на рис. 46, при западном ветре в Алма-Ате температура воздуха в июле может быть равна  $16^{\circ}\text{C}$  при скорости ветра 10 м/с и  $34^{\circ}\text{C}$ , если скорость ветра усиливается до 16 м/с. Амплитуда температуры при этом составляет  $18^{\circ}\text{C}$ . Влияние направления ветра сказывается в том, что зимой в Алма-Ате господствующие южные и юго-восточные ветры характеризуются наиболее высокими температурами. Ветры западной составляющей приносят низкие температуры. Летом горные южные и юго-восточные ветры умеряют

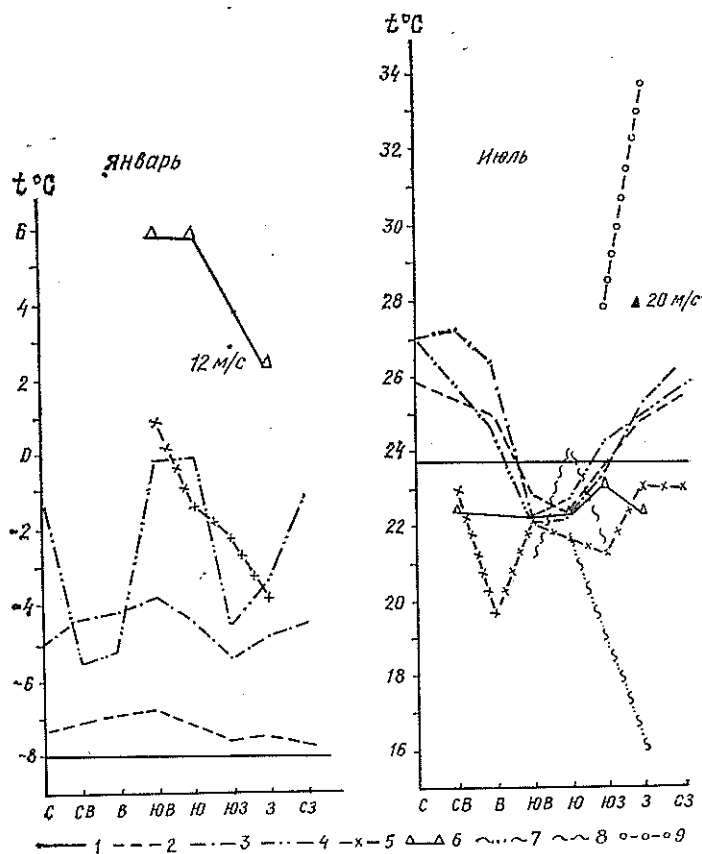


Рис. 46. Зависимость средней месячной температуры воздуха от скорости и направления ветра. Алма-Ата, ГМО.

1) штиль; 2) 0—1 м/с; 3) 2—3 м/с; 4) 4—5 м/с; 5) 6—7 м/с; 6) 8—9 м/с; 7) 10—11 м/с; 8) 12—13 м/с; 9) 16—17 м/с.

жару, которую приносят в город горячие и сухие ветры северной составляющей из районов прилегающих пустынь.

В горных окрестностях Алма-Аты картина почти идентична. Ветрам с южной составляющей здесь соответствует понижение температуры воздуха летом (июль) и повышение зимой (январь). Ветры с северной составляющей повышают температуру летом и понижают зимой.

В равнинных северных районах города в течение года южные ветры наиболее холодные. Зимой это вызвано застаиванием и последующим выхолаживанием потоков горного воздуха в условиях пересеченного рельефа при антициклонической погоде. Наиболее часто повторяющиеся сочетания и возможные редкие случаи представлены на рис. 48. Для Алма-Аты неблагоприятным фактором в летние месяцы (с повторяемостью до 40 %) является период со слабыми и умеренными ветрами (0—5 м/с) при темпера-



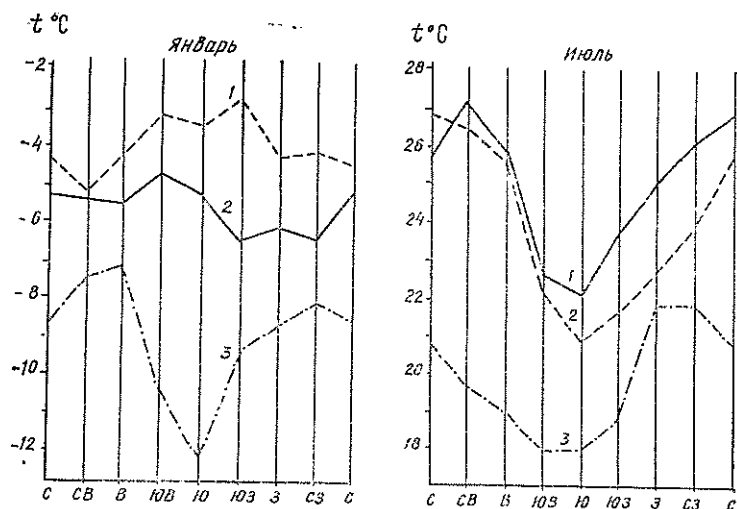


Рис. 47. Зависимость средней месячной температуры воздуха от направления ветра на северном склоне Заилийского Алатау. 1 — Алма-Атинская селестоксовая станция (Медео); 2 — Алма-Ата, ГМО; 3 — Алма-Ата, аэропорт.

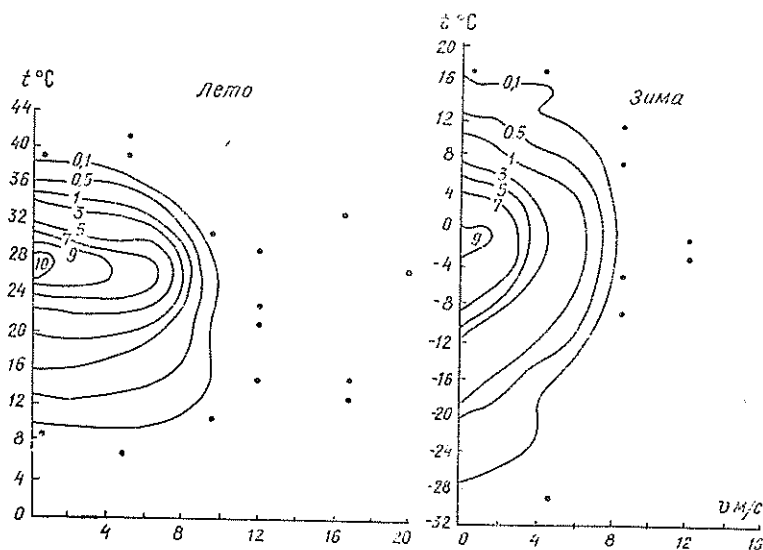


Рис. 48. Повторяемость (%) различных сочетаний дневной температуры воздуха и скорости ветра. Алма-Ата, ГМО.

Точка означает отдельные случаи повторяемости менее 0.1 %.

туре воздуха выше 30 °C. Особенно тяжелые условия наблюдаются в период штилей. В июне их повторяемость составляет 10 %, а в июле и августе она увеличивается до 20 % (см. табл. 56 и 57 приложения).

## 9. МЕЗО- И МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОДА

Одним из факторов, определяющих микроклимат города, является распределение температуры воздуха в приземном слое. Причем чтобы судить об условиях комфорта, недостаточно иметь данные о распределении средней температуры, необходимы данные о температуре в отдельные моменты времени.

Синхронные инструментальные измерения температуры воздуха и почвы на территории большого города требуют огромных усилий. Поэтому мы получили поле распределения температур путем измерения рассеянной радиационной температуры подстилающей поверхности.

На рис. 49 представлены карты полей радиационной температуры (с учетом нагрева прямыми солнечными лучами) зимней подстилающей поверхности Алма-Аты, выполненные по данным зондирования самолета-зондировщика Ил-18 Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова в предвечерние (16—18) и утренние (7—9) часы 12—13 декабря 1975 г.

В городе в предвечернее время наблюдаются три четко выраженных очага тепла (рис. 49 а). Наиболее интенсивный из них располагается в центре города, с максимальным повышением радиационной температуры подстилающей поверхности до  $-2^{\circ}\text{C}$ . Второй очаг с температурой  $-4^{\circ}\text{C}$  охватывает промышленный район территории города. В западной части города (микрорайоны) отмечается наиболее слабый очаг тепла с температурой  $-6^{\circ}\text{C}$ , в то время как за пределами города прослеживаются участки с радиационной температурой  $-10^{\circ}\text{C}$ . Вдоль пойм рек Малой и Большой Алматинки на территории города наблюдается

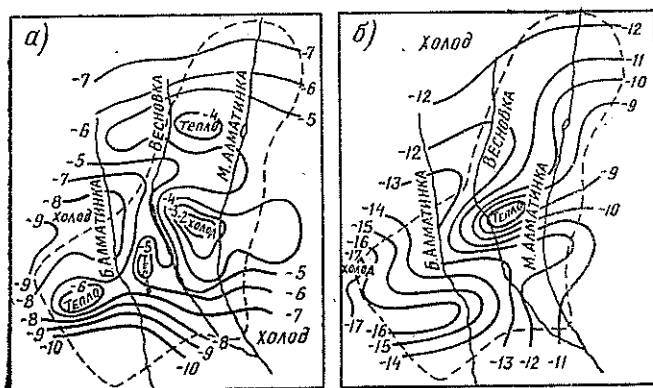


Рис. 49. Карты полей радиационной температуры зимней подстилающей поверхности Алма-Аты в предвечерние и утренние часы 12—13 декабря 1975 г.

а), 16—18 ч; б) 7—9 ч.

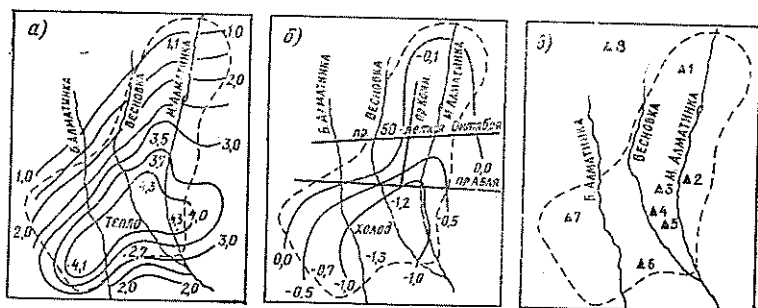


Рис. 50. Разности средней дневной температуры воздуха город—пригород при ясном небе в январе (а) и июле (б) и пункты наблюдений (в).

некоторое понижение радиационной температуры подстилающей поверхности, обусловленное стоком холодного воздуха с гор. Наиболее значительное радиационное выхолаживание наблюдается на некоторых пониженных участках в северо-западной и западной частях города. Температурные различия внутри города обуславливают порядок включения отопительной системы и длительность отопительного сезона.

В утреннее время характер поля радиационных температур подстилающей поверхности несколько меняется. Прослеживается понижение температуры над всей территорией города, но контрасты ее с максимальным перепадом до  $10^{\circ}\text{C}$  в центре (по сравнению с окраинами) сохраняются (рис. 49 б).

Особенно важное значение в повседневной деятельности человека представляет распределение температуры в отдельные периоды суток. С целью изучения различий в ходе метеовеличин между городом и равнинной частью пригорода были организованы эпизодические наблюдения в светлое время суток в январе, апреле, июле и октябре в 1976—1978 гг. Оценка температурного режима город—пригород выполнена по средним значениям из всех наблюдений.

Термические особенности города по-разному проявляются при различных погодных условиях. Наиболее резко температурные различия прослеживаются в ясные дни.

На рис. 50 приведены разности средней дневной температуры воздуха между городом и пригородом в январе и июле. Из рис. 50 а видно, что зимой в черте города значительно теплее, чем в пригороде, различия составляют в среднем  $3\text{—}4^{\circ}\text{C}$ .

Воздух, смещающийся от подножия горного хребта в сторону равнинной части города, вследствие опускания с незначительной высоты не испытывает эффекта адиабатического сжатия. Более того, холодный горный воздух, довольно быстро перемещаясь по долинам рек, из-за малого уклона и шероховатости подстилающей поверхности приходит с прежней температурой и застывает на равнинной части города. Затем вследствие радиацион-

ного выхолаживания ночью температура воздуха здесь существенно понижается. В зимнюю безоблачную ночь из-за длительности и интенсивности выхолаживания температура воздуха над северной частью города понижается значительно. А на южную и частично центральную части города приходит воздух, опустившийся с более высоких уровней и медленно двигавшийся по поверхности горного склона. Поэтому эти части города заполняет воздух, нагретый вследствие адиабатического сжатия. Таким образом, создаются значительные контрасты температуры воздуха между северной и южной частями города. Повышение же температуры в центре города по сравнению с окраинами объясняется энергонасыщенностью центра.

Летом перед восходом солнца наблюдается значительное выхолаживание в пригороде, разности с центром города достигают  $3,6^{\circ}\text{C}$  (табл. 91). В течение дня они постепенно уменьшаются и становятся отрицательными (рис. 50 а). Максимальные отрицательные различия в ясную погоду составляют  $1-2^{\circ}\text{C}$ . Образование такого «оазиса», располагающегося южнее ул. Комсомольской (рис. 50 б), объясняется бурным испарением с богатой растительности и фонтанов города, особенно в ясную погоду.

Многие организации города интересуют средние суточные значения метеорологических величин и их изменение по территории. С этой целью были организованы повторные микроклиматические съемки. При этом были выбраны следующие пункты наблюдения: пикет 2 находился в одноэтажной застройке с поливным приусадебным участком и плотным озеленением вокруг участка; пикет 8 — в четырехэтажной застройке со слабым озеленением; пикет 9 — в разреженной смешанной одно-двухэтажной застройке с отсутствием древесного озеленения; пикет 10 — в ботаническом саду АН КазССР. По центру города размещались пикеты 1, 3, 4; пикет 1 — в периметральной замкнутой четырехэтажной застройке с плотным озеленением по центру фрагмента; пикет 3 — в строчно-периметральной застройке с замкнутым торцевым углом и умеренным древесным озеленением; пикет 4 — в строчно-периметральной четырехэтажной застройке, с угловыми торцевыми разрывами, равными высоте здания, с отсутствием древесного озеленения.

Анализ материалов круглосуточной регистрации температуры воздуха по территории города за период самой жаркой и холодной пятидневок показал, что в центральной части города (рис. 51 в, II) температура выше, чем в южной (III) и северной (I) частях города. «Остров тепла» хорошо прослеживается в распределении также средних минимальных и минимальных температур (табл. 92 и 93).

То, что по распределению средних суточных температур «остров тепла» проявляет себя и летом, объясняется преобладанием оранжерейного эффекта ночью над выхолаживанием воздуха за счет испарения днем.



Таблица 91

Дневной ход разностей температуры воздуха (°C) город—пригород  
при ясной погоде в июле

| Время, ч | Пункты |      |      |      |      |      |      |
|----------|--------|------|------|------|------|------|------|
|          | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
| 7 22'    | 1,4    | 3,0  | 1,8  | 1,7  | 2,0  | 1,5  | 3,6  |
| 10 22    | —0,8   | —0,6 | —1,2 | —1,2 | —1,3 | —1,1 | —0,8 |
| 13 22    | 0,0    | —0,3 | —1,4 | —1,5 | —1,5 | —1,6 | —1,0 |
| 15 00    | —0,2   | —0,6 | —1,8 | —1,4 | —1,6 | —1,6 | —1,3 |
| 16 22    | —0,3   | —0,5 | —1,8 | —1,8 | —1,7 | —1,9 | —1,6 |
| 19 22    | 0,0    | —0,3 | —0,9 | —2,0 | —0,4 | —0,9 | 0,8  |

Таблица 92

Распределение температуры воздуха (°C) по территории Алма-Аты  
за период самой жаркой пятидневки с 29 июля по 2 августа 1973 г.

| Пункт наблюдений | Высота над уровнем моря, м | Температура воздуха |                      |                     |                   |              |             |
|------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------|-------------|
|                  |                            | средняя суточная    | средняя максимальная | средняя минимальная | средняя амплитуда | максимальная | минимальная |

## Горная окрестность Алма-Аты (III)

|                |      |      |      |      |     |      |      |
|----------------|------|------|------|------|-----|------|------|
| Алма-Ата, агро | 1317 | 25,8 | 30,4 | 21,6 | 8,8 | 35,2 | 18,0 |
|----------------|------|------|------|------|-----|------|------|

## Южная часть города

|                 |     |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Пикет 2         | 900 | 24,7 | 34,2 | 16,7 | 17,5 | 38,2 | 14,0 |
| Пикет 9         | 931 | 26,9 | 34,0 | 19,9 | 14,2 | 37,1 | 17,1 |
| Среднее по зоне | 916 | 25,8 | 34,1 | 18,3 | 15,8 | 37,6 | 15,5 |

## Центральная часть города (II)

|                 |     |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Алма-Ата, ГМО   | 847 | 27,7 | 35,4 | 19,6 | 15,8 | 40,3 | 18,2 |
| Пикет 8         | 876 | 28,6 | 35,9 | 22,7 | 13,2 | 39,7 | 20,6 |
| Пикет 1         | 811 | 28,2 | 35,4 | 21,7 | 13,7 | 39,3 | 19,7 |
| Пикет 3         | 779 | 28,4 | 36,9 | 22,1 | 14,7 | 39,8 | 19,0 |
| Пикет 4         | 783 | 28,8 | 36,1 | 21,5 | 14,6 | 41,4 | 18,6 |
| Среднее по зоне | 819 | 28,4 | 35,9 | 21,5 | 14,4 | 40,1 | 19,2 |

## Северная часть города (I)

|                    |     |      |      |      |      |      |      |
|--------------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Пикет 5            | 697 | 24,9 | 34,7 | 15,9 | 18,8 | 39,4 | 12,4 |
| Пикет 7            | 743 | 26,1 | 35,6 | 16,8 | 18,7 | 39,4 | 13,6 |
| Пикет 6            | 701 | 28,2 | 36,9 | 19,8 | 17,0 | 41,5 | 17,3 |
| Алма-Ата, аэропорт | 679 | 25,6 | 34,8 | 16,4 | 18,4 | 39,4 | 12,6 |
| Среднее по зоне    | 705 | 26,2 | 35,5 | 17,2 | 18,2 | 39,9 | 13,9 |

Таблица 93

Распределение температуры воздуха (°C) по территории Алма-Аты за период самой холодной пятидневки с 28 января по 2 февраля 1977 г.

| Пункт наблюдений | Высота над уровнем моря, м | Температура воздуха |                      |                     |                   |              |             |
|------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------|-------------|
|                  |                            | средняя суточная    | средняя максимальная | средняя минимальная | средняя амплитуда | максимальная | минимальная |

## Горная окрестность Алма-Аты (III)

|                |      |      |      |       |     |      |       |
|----------------|------|------|------|-------|-----|------|-------|
| Алма-Ата, агро | 1317 | -9,0 | -5,2 | -11,8 | 6,6 | -3,3 | -12,3 |
|----------------|------|------|------|-------|-----|------|-------|

## Южная часть города

|                 |     |       |      |       |      |      |       |
|-----------------|-----|-------|------|-------|------|------|-------|
| Пикет 2         | 900 | -14,6 | -7,4 | -19,4 | 12,0 | -3,5 | -21,1 |
| Пикет 10 (сад)  | 875 | -16,4 | -7,7 | -21,7 | 14,0 | -4,6 | -23,3 |
| Пикет 9         | 931 | -14,5 | -7,2 | -19,2 | 12,0 | -5,7 | -20,5 |
| Среднее по зоне | 902 | -15,2 | -7,4 | -20,1 | 12,7 | -4,6 | -21,6 |

## Центральная часть города (II)

|                 |     |       |       |       |      |      |       |
|-----------------|-----|-------|-------|-------|------|------|-------|
| Алма-Ата, ГМО   | 847 | -14,9 | -7,4  | -18,5 | 11,1 | -4,8 | -20,1 |
| Пикет 3         | 779 | -13,9 | -9,6  | -17,3 | 7,7  | -7,8 | -19,9 |
| Пикет 4         | 783 | -14,8 | -10,1 | -18,3 | 8,2  | -8,2 | -20,5 |
| Пикет 1         | 805 | -15,5 | -9,7  | -19,5 | 9,8  | -8,0 | -21,5 |
| Среднее по зоне | 803 | -14,6 | -9,2  | -18,4 | 9,2  | -7,2 | -20,5 |

## Северная часть города (I)

|                    |     |       |       |       |      |       |       |
|--------------------|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| Пикет 5            | 697 | -16,9 | -10,9 | -21,3 | 10,4 | -9,5  | -22,6 |
| Пикет 6            | 701 | -17,7 | -12,0 | -21,8 | 9,8  | -10,1 | -23,6 |
| Пикет 7            | 743 | -18,2 | -12,9 | -22,6 | 9,7  | -9,0  | -24,3 |
| Алма-Ата, аэропорт | 679 | -20,1 | -13,8 | -25,7 | 11,9 | -12,8 | -27,6 |
| Пикет 11           | 807 | -18,9 | -11,0 | -24,4 | 13,0 | -8,6  | -27,8 |
| Среднее по зоне    | 725 | -18,4 | -12,9 | -23,2 | 11,0 | -10,0 | -25,2 |

Таблица 94

Распределение радиационной температуры (°C) стен зданий различной ориентации по срокам наблюдений для Алма-Аты

| Время, ч мин | Ориентация стен зданий |    |    |    |    |    |    |    | Время, ч мин | Ориентация стен зданий |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|--------------|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
|              | С                      | СВ | В  | ЮВ | Ю  | ЮЗ | З  | СЗ |              | С                      | СВ | В  | ЮВ | Ю  | ЮЗ | З  | СЗ |
| Январь       |                        |    |    |    |    |    |    |    | Июль         |                        |    |    |    |    |    |    |    |
| 9 30         | 3                      | 3  | 8  | 11 | 10 | 4  | 3  | 3  | 6 30         | 6                      | 11 | 10 | 4  | 2  | 2  | 2  | 2  |
| 12 30        | 5                      | 5  | 6  | 13 | 15 | 11 | 5  | 5  | 9 30         | 5                      | 8  | 15 | 16 | 9  | 5  | 5  | 5  |
| 15 30        | 2                      | 2  | 2  | 2  | 2  | 5  | 6  | 5  | 12 30        | 5                      | 5  | 8  | 13 | 14 | 10 | 5  | 5  |
|              |                        |    |    |    |    |    |    |    | 15 30        | 4                      | 4  | 4  | 4  | 9  | 14 | 13 | 7  |
|              |                        |    |    |    |    |    |    |    | 18 30        | 0                      | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 2  | 2  |
| Апрель       |                        |    |    |    |    |    |    |    | Сентябрь     |                        |    |    |    |    |    |    |    |
| 6 30         | 4                      | 7  | 6  | 8  | 1  | 1  | 1  | 1  | 6 30         | 3                      | 7  | 7  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 9 30         | 4                      | 6  | 12 | 13 | 9  | 4  | 4  | 4  | 9 30         | 4                      | 5  | 14 | 17 | 12 | 4  | 4  | 4  |
| 12 30        | 5                      | 5  | 7  | 12 | 12 | 9  | 5  | 5  | 12 30        | 5                      | 5  | 7  | 14 | 16 | 11 | 5  | 5  |
| 15 30        | 3                      | 3  | 3  | 3  | 6  | 9  | 10 | 6  | 15 30        | 3                      | 3  | 3  | 3  | 6  | 13 | 13 | 8  |

срокам наблюдений ст. Алма-Ата, ГМО. Использовались формулы А. М. Шкловера [61] с учетом того, что для условий Алма-Аты коэффициент теплоперехода у поверхности ограждения  $a_n = 83,8 \text{ МДж}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ , а коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхностью ограждения  $P = 0,6$ .

При воздействии на огражденную конструкцию солнечной радиации температура поверхности инсолируемой стены в дневное время в течение всего года повышается на  $13\text{—}17^\circ\text{С}$  по сравнению с окружающим воздухом.

Нагрев поверхности стен и подстилающей поверхности, естественно, повышает температуру окружающего воздуха. Это подтверждается материалами летних экспериментальных наблюдений, полученными в июле и августе 1973 г. и осредненными за  $3\text{—}5$  дней по периодам ясной и полужасной погоды (табл. 95).

Южная стена четырехэтажного здания, расположенного в группе домов, нагревает слои воздуха на расстоянии  $1,5 \text{ м}$  в среднем на  $1,7^\circ\text{С}$  выше по сравнению с температурой, измеренной в  $1,5 \text{ м}$  от северной стены параллельно стоящего здания. С момента попадания лучей на северную сторону (около  $15 \text{ ч } 30 \text{ мин}$ ) воздух у стены начинает быстро прогреться и через  $1,0\text{—}1,5 \text{ ч}$  температуры выравниваются. Влияние южной стены хорошо прослеживается до расстояния  $20 \text{ м}$ .

Скорость ветра в разрыве между длинными сторонами зданий в рассматриваемом случае достигает максимальных значений в середине прохода, минимальных — у южной стены, значительное ослабление скоростей ветра у южной стены следует отнести за счет увеличения турбулентного обмена.

Повышению температуры воздуха способствует и асфальтированное покрытие дороги. Максимум температуры воздуха на площади Ленина (центральная часть Алма-Аты) в  $14 \text{ ч}$  был выше на  $2,1^\circ\text{С}$ , чем в соседнем сквере (табл. 95), а относительная влажность воздуха ниже на  $14\%$ .

Перепад температур площадь — сквер способствует развитию конвективного обмена и увеличению скоростей ветра на площади, по сравнению со скоростью ветра на ст. Алма-Ата, ГМО на  $70\%$  и по сравнению со сквером — в  $4$  раза.

Как видно из табл. 96, в холодный период года центральная и северная части города имеют почти одинаковую относительную влажность. Только южная часть города отличается меньшей относительной влажностью. Дневная амплитуда относительной влажности в январе равна  $10\text{—}20\%$ .

Своеобразен ход относительной влажности летом в городе. Максимальных значений относительная влажность воздуха достигает в центре города в  $7 \text{ ч}$ , минимальных — в  $16 \text{ ч}$ . В  $20\text{—}21 \text{ ч}$  наблюдается ее относительно резкое повышение, затем небольшой спад к  $2$  часам ночи, что является результатом влияния горного ветра [22]. На окраинах города в одноэтажных и смешанных постройках экстремумы наступают на час раньше.

В самую жаркую пятидневку относительная влажность воз-



Таблица 95

Распределение температуры воздуха  $t$ , относительной влажности  $r$ , скорости ветра  $v$ , эквивалентной ( $\Sigma T$ ) и эквивалентно-эффективной ( $\Sigma \Sigma T$ ) температур по разрезу площадь — газон — сквер и на метеоплощадке ГМО

| Время,<br>ч | $t$ °C | $r$ % | $v$ м/с | $\Sigma T$ °C | $\Sigma \Sigma T$ °C | Время,<br>ч       | $t$ °C | $r$ % | $v$ м/с | $\Sigma T$ °C | $\Sigma \Sigma T$ °C |
|-------------|--------|-------|---------|---------------|----------------------|-------------------|--------|-------|---------|---------------|----------------------|
| Площадь     |        |       |         |               |                      | Сквер             |        |       |         |               |                      |
| 13          | 27,1   | 31    | 2,0     | 30,6          | 29,1                 | 13                | 25,5   | 42    | 0,6     | 28,8          | 28,3                 |
| 14          | 28,2   | 26    | 2,1     | 31,5          | 30,2                 | 14                | 26,1   | 37    | 0,6     | 29,6          | 29,1                 |
| 15          | 28,7   | 25    | 1,9     | 31,9          | 30,7                 | 15                | 26,5   | 33    | 0,3     | 30,1          | 29,8                 |
| Газон       |        |       |         |               |                      | Метеоплощадка ГМО |        |       |         |               |                      |
| 13          | 27,1   | 37    | 1,3     | 30,3          | 29,3                 | 13                | 25,6   | 42    | 1,0     | 28,9          | 28,1                 |
| 14          | 27,3   | 33    | 1,1     | 30,6          | 29,8                 | 14                | 26,6   | 38    | 1,4     | 29,9          | 28,8                 |
| 15          | 27,9   | 32    | 1,2     | 31,1          | 30,3                 | 15                | 27,7   | 37    | 1,7     | 30,7          | 29,5                 |

Таблица 96

Распределение относительной влажности воздуха (%) по территории Алма-Аты за период самой холодной пятидневки с 28 января по 2 февраля 1977 г.

| Пункт наблюдения | Высота над уровнем моря, м | Относительная влажность |                      |                     |                   |              |             |
|------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------|-------------|
|                  |                            | средняя суточная        | средняя максимальная | средняя минимальная | средняя амплитуда | максимальная | минимальная |

## Горная окрестность Алма-Аты

|                |      |    |    |    |    |    |    |
|----------------|------|----|----|----|----|----|----|
| Алма-Ата, агро | 1317 | 47 | 63 | 32 | 31 | 86 | 19 |
|----------------|------|----|----|----|----|----|----|

## Южная часть города (III)

|                 |     |    |    |    |    |    |    |
|-----------------|-----|----|----|----|----|----|----|
| Пикет 2         | 900 | 83 | 93 | 59 | 34 | 94 | 35 |
| Пикет 10        | 875 | 72 | 82 | 50 | 32 | 83 | 38 |
| Пикет 9         | 931 | 77 | 91 | 46 | 45 | 96 | 26 |
| Среднее по зоне | 902 | 77 | 88 | 51 | 37 | 91 | 33 |

## Центральная часть города (II)

|                 |     |    |    |    |    |     |    |
|-----------------|-----|----|----|----|----|-----|----|
| Пикет 1         | 895 | 89 | 98 | 72 | 26 | 100 | 63 |
| Пикет 4         | 783 | 76 | 84 | 63 | 21 | 89  | 52 |
| Пикет 3         | 779 | 84 | 91 | 72 | 19 | 96  | 63 |
| Алма-Ата, ГМО   | 847 | 79 | 87 | 51 | 36 | 91  | 39 |
| Среднее по зоне | 803 | 82 | 90 | 64 | 25 | 94  | 54 |

## Северная часть города (I)

|                    |     |    |    |    |    |     |    |
|--------------------|-----|----|----|----|----|-----|----|
| Пикет 11           | 807 | 78 | 83 | 60 | 23 | 96  | 49 |
| Пикет 7            | 713 | 81 | 89 | 64 | 25 | 92  | 50 |
| Пикет 6            | 701 | 91 | 97 | 77 | 20 | 100 | 69 |
| Пикет 5            | 697 | 83 | 93 | 66 | 27 | 97  | 57 |
| Алма-Ата, аэропорт | 679 | 84 | 89 | 67 | 22 | 94  | 46 |
| Среднее по зоне    | 725 | 83 | 90 | 66 | 23 | 95  | 54 |

духа изменяется по территории города в значительных пределах (табл. 97). В среднем самая высокая относительная влажность (58 %) наблюдается в одноэтажной застройке с плотным озеленением и поливом, наименьшая (26 %) — в строчно-периметральной застройке с отсутствием озеленения.

Таблица 97

Распределение относительной влажности воздуха (%) по территории Алма-Аты за период самой жаркой пятидневки с 29 июля по 2 августа 1973 г.

| Пункт наблюдений              | Высота над уровнем моря, м | Относительная влажность |                      |                     |                   |              |             |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------|-------------|
|                               |                            | средняя суточная        | средняя максимальная | средняя минимальная | средняя амплитуда | максимальная | минимальная |
| Горная окрестность Алма-Аты   |                            |                         |                      |                     |                   |              |             |
| Алма-Ата, агро                | 1317                       | 26                      | 36                   | 18                  | 18                | 48           | 8           |
| Южная часть города (III)      |                            |                         |                      |                     |                   |              |             |
| Пикет 2                       | 900                        | 43                      | 66                   | 19                  | 46                | 71           | 12          |
| Пикет 9                       | 931                        | 31                      | 51                   | 16                  | 35                | 65           | 9           |
| Среднее по зоне               | 916                        | 37                      | 58                   | 17                  | 40                | 68           | 10          |
| Центральная часть города (II) |                            |                         |                      |                     |                   |              |             |
| Алма-Ата, ГМО                 | 847                        | 34                      | 47                   | 22                  | 25                | 55           | 13          |
| Пикет 8                       | 876                        | 26                      | 39                   | 12                  | 27                | 49           | 5           |
| Пикет 1                       | 811                        | 27                      | 41                   | 14                  | 27                | 49           | 8           |
| Пикет 3                       | 779                        | 36                      | 39                   | 12                  | 27                | 54           | 4           |
| Пикет 4                       | 783                        | 30                      | 41                   | 17                  | 24                | 49           | 10          |
| Среднее по зоне               | 819                        | 30                      | 41                   | 15                  | 26                | 51           | 8           |
| Северная часть города (I)     |                            |                         |                      |                     |                   |              |             |
| Пикет 5                       | 697                        | 58                      | 88                   | 21                  | 67                | 93           | 16          |
| Пикет 7                       | 743                        | 51                      | 94                   | 19                  | 75                | 100          | 16          |
| Пикет 6                       | 701                        | 34                      | 58                   | 14                  | 44                | 69           | 6           |
| Алма-Ата, аэропорт            | 679                        | 45                      | 71                   | 22                  | 48                | 81           | 20          |
| Среднее по зоне               | 705                        | 47                      | 78                   | 19                  | 58                | 86           | 14          |

Роза ветров (см. разд. 3.3), построенная по данным ст. Алма-Ата, ГМО, отражает основной перенос воздушных масс в направлении север—юг (горно-долинную циркуляцию). Застройка метеоплощадки с юга несколько снизила повторяемость ветров южного направления.

Учитывая высокую эффективность зеленых насаждений, З. Н. Чеботарева [56] рекомендует для условий Средней Азии нормировать не свободную от застройки и покрытий площадь, а массу зелени с интенсивным поливом. К аналогичному мнению пришли и Ю. Л. Раунер и М. М. Чернавская [47] на основании изучения радиационного и теплового баланса города.

Изменения температуры и влажности у различных видов фонтанов приведены в табл. 58—61 приложения.

## 10. ВОЗДУШНЫЙ БАССЕЙН ГОРОДА

### 10.1. Загрязнение воздушного бассейна города

Загрязнение воздуха — это изменение состава атмосферы из-за наличия в ней примесей, т. е. рассеянных в атмосфере твердых и жидких частичек, а также и газов, не содержащихся в ее постоянном составе.

Загрязнение воздушного бассейна Алма-Аты определяется не только количеством поступающих в атмосферу вредных выбросов, но и неблагоприятными климатическими условиями, приводящими нередко к накоплению примесей. Алма-Ата не является крупным промышленным городом, но по некоторым показателям концентрация вредных примесей превышает таковую в г. Горьком [13, 16].

Материалы наблюдений за содержанием вредных примесей, полученные во время экспедиционных исследований, позволили составить четкое представление об особенностях территориального распределения плотности составляющих атмосферного загрязнения и связать их с особенностями метеорологических условий. Эти исследования показали также, что определяющее значение в загрязнении воздушного бассейна имеют выбросы двигателей автотранспорта. Кроме автотранспорта, источниками загрязнения воздуха города являются предприятия тяжелой, легкой и пищевой промышленности, крупные комбинаты: домостроительный, текстильный, плодоконсервный, предприятия бытовой химии, стройматериалов, промышленные и бытовые котельные. Однако количество выбросов, поступающих в атмосферу от автотранспорта, на порядок превышает количество выбросов от всех других источников загрязнения.

Основными метеорологическими факторами, влияющими на формирование поля загрязнения и вызывающими его изменчивость, являются ветер и температурная стратификация приземного слоя, обусловленные орографическими особенностями города.

В зимний период над территорией города образуются мощные и продолжительные инверсии температур, которые в северной части города довольно значительны.

В слое инверсии реализуется задерживающий эффект, что является причиной большого загрязнения по типу задымления.

В целом для всей территории города при значительной повторяемости безветренной погоды и интенсивного выхолаживания создаются условия для развития процессов аккумуляции вредных продуктов. Поэтому зимний период, с точки зрения гигиены атмосферного воздуха, является самым неблагоприятным. Опасность подобных ситуаций усиливается из-за крайней инертности зимних атмосферных процессов.

Согласно данным проведенных обследований, зимний период, в который наблюдается оживление городского коммунального хозяйства, характеризуется существенной стабилизацией повышен-

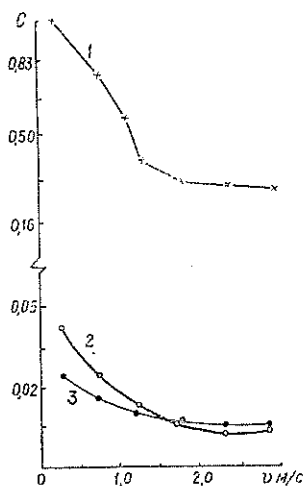


Рис. 52. Зависимость концентраций загрязнения атмосферы от скорости ветра.  
1 — окись углерода, 2 — двуокись азота, 3 — сажа.

ного уровня загрязнения воздуха. Области повышенного загрязнения воздуха по территории города совпадают с распространением зоны наиболее выраженных штилевых условий.

Кроме того, аккумуляция вредных примесей в атмосфере при достаточной интенсивности солнечной радиации приводит к фотохимическим реакциям, которые обуславливают формирование различных вторичных продуктов. Эти продукты часто обладают более токсичными свойствами, чем вещества, поступающие от источников выбросов.

Летом инверсии наблюдаются редко и не имеют значительных мощностей, скорость ветра увеличивается.

На рис. 52 приведены нормированные зависимости концентраций загрязнений атмосферы углекислым газом, окисью азота и сажей от скорости ветра за период 1967—1970 гг. [23].

Анализ приведенных данных показал, что при скорости ветра 0—1,8 м/с прослеживается четкое снижение концентрации примесей в городе, при скорости ветра более 1,8 м/с концентрация не зависит от скорости. То обстоятельство, что при скорости ветра 2 м/с и более концентрация стабилизируется, указывает на появление при этих скоростях других факторов самоочищения, таких, как турбулентность атмосферы, конвекция, сдвиг ветра по высоте и др. [23].

Ежедневно долинный ветер северных румбов уносит загрязненный городской воздух в сторону гор, вследствие чего горы быстро обволакиваются дымкой. Видимость в течение дня остается пониженной. К вечеру аэрозоль и газы в результате конвекции уносятся высоко по склонам гор. Ночью в сторону города дует чистый горный ветер.

В [23] подробно рассматривается ветровое самоочищение атмосферы воздуха, связанное со скоростью ветра при различных направлениях и горизонтальных размерах воздушного бассейна. Наиболее быстро атмосфера самоочищается летом, ночью всего за 1,4 ч, днем это время возрастает до 8,7 ч. Однако в летнее время днем вступает в действие другой фактор — конвекция, которая весьма активно способствует очищению атмосферы. В среднем за год атмосфера самоочищается ночью за 2,4 ч, днем за 5,8 ч. По обобщенной характеристике в среднем за сутки и за год время самоочищения равно 5,8 ч. Для центральной части города оно должно быть еще больше, факторы ветрового самоочищения воздуха города в целом оказываются недостаточными для поддержания приемлемого гигиенического состояния воздуха в Алма-Ате.

Сильные ветры и осадки с приближением к горам трансформируются: ветры ослабевают, а количество осадков увеличивается. Ливни конвективного происхождения также чаще наблюдаются в предгорьях. А как известно, осадки приводят к значительному очищению атмосферы, при этом большую роль играет интенсивность осадков.

Таким образом, южная часть города, расположенная на склонах гор, находится в более выгодном положении по сравнению с центральной и северной частями.

Для оценки годового хода концентрации примесей использовались ежедневные показатели загрязнения воздуха, вычисленные по формуле

$$P = \frac{m}{n},$$

где  $m$  — средняя суточная концентрация вредной примеси за день по городу;  $n$  — средняя концентрация за сезон. Для анализа использовались данные наблюдений за концентрацией вредных примесей на стационарных пунктах за 1977—1979 гг.

В дальнейшем показатель  $P$ , согласно [19], был разделен на три группы:  $P \geq 1,3$  (повышенное);  $1,2 \geq P \geq 0,8$  (среднее);  $P \leq 0,7$  (пониженное). Из них показатели  $1,2 \geq P \geq 0,8$  близки к среднему значению данного ингредиента и характерны для города, а остальные две группы дают аномальные значения. В табл. 98 приводятся повторяемости показателей загрязнения воздуха в Алма-Ате. Как видно из таблицы, изменения вредных примесей во времени значительные. В среднем в течение года 30—40 % наблюдений помещены во вторую группу, что указывает на большую изменчивость (отклонение в обе стороны) концентраций вредных примесей.

Таблица 98

Повторяемость (%) показателя загрязнения воздуха.  
Алма-Ата, 1977—1979 гг.

| Группа        | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII | Год |
|---------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|-----|
| $\text{SO}_2$ |    |    |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |     |
| 1-я           | 23 | 7  | 6   | 12 | 20 | 16 | 8   | 14   | 38 | 37 | 26 | 23  | 17  |
| 2-я           | 40 | 38 | 36  | 41 | 44 | 50 | 58  | 53   | 44 | 33 | 32 | 34  | 42  |
| 3-я           | 37 | 55 | 58  | 47 | 36 | 34 | 31  | 33   | 18 | 30 | 42 | 43  | 41  |
| $\text{NO}_2$ |    |    |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |     |
| 1-я           | 51 | 44 | 30  | 19 | 28 | 27 | 18  | 18   | 33 | 7  | 11 | 24  | 26  |
| 2-я           | 41 | 37 | 28  | 28 | 30 | 38 | 33  | 41   | 33 | 48 | 34 | 48  | 35  |
| 3-я           | 8  | 19 | 42  | 53 | 42 | 35 | 49  | 41   | 34 | 45 | 55 | 28  | 39  |
| $\text{CO}$   |    |    |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |     |
| 1-я           | 27 | 17 | 10  | 14 | 10 | 13 | 7   | 6    | 20 | 9  | 14 | 23  | 12  |
| 2-я           | 63 | 69 | 69  | 60 | 62 | 66 | 79  | 80   | 71 | 67 | 63 | 62  | 71  |
| 3-я           | 13 | 14 | 21  | 26 | 28 | 21 | 14  | 14   | 9  | 24 | 23 | 15  | 15  |

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

Пыль

|     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1-я | 15 | 14 | 13 | 20 | 18 | 23 | 16 | 29 | 40 | 30 | 24 | 16 | 21 |
| 2-я | 31 | 28 | 23 | 32 | 33 | 38 | 46 | 41 | 32 | 27 | 36 | 34 | 34 |
| 3-я | 44 | 58 | 64 | 48 | 49 | 39 | 38 | 30 | 28 | 43 | 40 | 50 | 46 |

Сажа

|     |    |    |    |    |    |  |  |  |  |    |    |    |    |
|-----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|----|----|----|----|
| 1-я | 8  | 28 | 10 | 15 | 2  |  |  |  |  | 3  | 22 | 39 | 20 |
| 2-я | 32 | 21 | 22 | 18 | 8  |  |  |  |  | 20 | 34 | 30 | 56 |
| 3-я | 30 | 41 | 68 | 77 | 90 |  |  |  |  | 77 | 44 | 31 | 24 |

Исключением является окись углерода, 70 % наблюдений за которой помещены во вторую группу, т. е. концентрация окиси углерода колеблется в основном около среднего значения.

Однако в годовом ходе отмечаются определенные закономерности. Так, например, зимой повторяемость окиси углерода и двуокиси азота в первой группе больше, чем в третьей. Повторяемость показателя запыленности воздуха первой группы имеет максимум в сентябре. Содержание сажи, конечно, наибольшее в зимние месяцы.

Анализ данных табл. 98 подтверждает полученный ранее вывод о высоком потенциале загрязнения воздуха Алма-Аты в зимний период вследствие образований мощных инверсий температуры и увеличения количества сжигаемого топлива [9, 25]. Выделяется также сентябрь, когда преобладают повторяемости первой и второй групп, обусловленные метеорологическими и синоптическими факторами, способствующими увеличению загрязнения воздуха.

Из обзора атмосферно-физических условий Алма-Аты следует, что зимой и летом в более выгодных санитарно-гигиенических условиях находятся южные склоны гор, где в основном и развернуто строительство новых жилых массивов.

В целях охраны воздушного бассейна в последние годы проведена большая работа: пересмотрен ряд технологических процессов на предприятиях-загрязнителях, внедрены новые газопылеулавливающие установки, твердое и жидкое топливо заменено газом, запрещено движение грузового автотранспорта и мотоциклов в центральной части города, разработаны маршруты транзитных грузопотоков.

Санитарной службой совместно с ГАИ проводится регулярный контроль за токсичностью выхлопных газов автомобилей.

Осуществляется выполнение мероприятий по газификации и теплофикации города, более рациональному проектированию и застройке городской территории с учетом размещения промышленного комплекса, системы естественной вентиляции улиц и максимального использования горно-долинной циркуляции.

## 10.2. Биоклимат Алма-Аты и его горных окрестностей

Окружающая среда оказывает многообразное влияние на организм человека, и при ее оценке основное внимание уделяется тепловому состоянию, которое определяет собой систему физиологических процессов, ответственных за поддержание теплового равновесия в организме на уровне, близком к оптимальному. Проблема теплового режима человека интересна для представителей различных профессий — архитекторов, строителей, гигиенистов, физиологов, курортологов, врачей, лиц, связанных с организацией различных трудовых процессов, спортивных мероприятий, альпинизма, туризма и т. д.

Для исследования биоклимата Алма-Аты, ее горных окрестностей и оценки теплового состояния человека рассчитаны основные биоклиматические показатели [1] по данным метеостанций за 13 ч, расположенных в различных высотных поясах северного склона Заилийского Алатау. Низкогорный пояс (400—1000 м над ур. м.), где расположен город, характеризуется наблюдениями, выполненными на ст. Алма-Ата, ГМО; среднегорный пояс (до 2000 м над ур. м.), зона отдыха горожан, где расположены санатории и дома отдыха, — данными ст. Медео и Усть-Горельник и высокогорный пояс (выше 2000 м над ур. м.), зона туризма и горных видов спорта, — данными ст. Верхний Горельник.

Для характеристики теплового состояния человека, испытывающего влияние комплекса метеорологических факторов, наиболее приемлемым является метод теплового баланса. Из метеорологических параметров, особенно заметно влияющих на тепловой режим человека, следует отметить температуру воздуха, влажность и скорость ветра, а также коротковолновую и длинноволновую радиацию. Наиболее важными физиологическими факторами являются теплопродукция организма, т. е. тепло, выделяемое в организме в процессе окислительных реакций, а также терморегуляторные функции организма (выделение пота и др.).

Организм человека обычно находится в состоянии теплового равновесия, при котором суммарное поступление тепла к телу равно общей теплопотере. Это условие можно выразить уравнением теплового баланса человека [1]

$$FR + FP + FLE + LE_{\text{л}} + P_{\text{л}} + q = 0,$$

где  $F$  — поверхность тела человека, участвующая в процессах теплообмена и испарения;  $R$  — радиационный баланс человека;  $P$  — теплообмен между телом человека и окружающим воздухом путем конвекции;  $LE$  — потери тепла организмом за счет испарения с поверхности кожи;  $LE_{\text{л}}$  — потери тепла за счет испарения с поверхности дыхательных путей при дыхании;  $P_{\text{л}}$  — теплообмен между поверхностью дыхательных путей и внешним воздухом при дыхании;  $q$  — теплопродукция организма.

Биоклиматические показатели Алма-Аты и его горных окрестностей, характеризующие тепловые нагрузки на организм и суммарные тепловые потери, рассмотрены в зависимости от сезона года. В уравнение теплового баланса человека входит радиационный баланс тела человека ( $FR$ ), который складывается из коротковолнового ( $FR_k$ ) и длинноволнового ( $FR_d$ ) баланса, т. е.  $FR = FR_k + FR_d$ . Распределение  $FR_k$  характеризуется незначительными изменениями как при увеличении высоты над уровнем моря (от  $1104,6 \cdot 10^3$  Дж/ч в среднем за год в Алма-Ате до  $1293,6 \times 10^3$  Дж/ч в высокогорном поясе), так и при внутригодовом распределении. В Алма-Ате максимум приходится на июль ( $1260,0 \cdot 10^3$  Дж/ч), а минимум — на ноябрь ( $844,2 \cdot 10^3$  Дж/ч). В высокогорном поясе максимальные значения  $FR_k$  наблюдаются зимой (в феврале  $1667,4 \cdot 10^3$  Дж/ч), а минимальные — летом (в июне  $995,4 \cdot 10^3$  Дж/ч).

Длинноволновый баланс тела человека во всех высотных поясах в течение всего года отрицателен, кроме июня и августа в Алма-Ате ( $37,8 \cdot 10^3$  —  $29,4 \cdot 10^3$  Дж/ч). Положительные значения  $FR_d$ , отмечаемые летом в низкогорье, указывают на то, что лишь в это время года и в этом поясе происходит поступление тепла к телу за счет обмена потоками теплового излучения с окружающей средой.

По мере увеличения высоты над уровнем моря средние годовые значения  $FR_d$  изменяются от  $-550,2 \cdot 10^3$  Дж/ч в Алма-Ате до  $-785,4 \cdot 10^3$  Дж/ч в Усть-Горельнике. Наибольшие потери тепла телом человека приходятся на зимние месяцы (от  $-991,2 \cdot 10^3$  до  $-1155,0 \cdot 10^3$  Дж/ч) с максимумом в январе — феврале ( $-1146,6 \times 10^3$ ...  $-1155,0 \cdot 10^3$  Дж/ч). Следует отметить, что в этот период года различия в средних месячных значениях  $FR_d$  по высотным поясам сглажены (от  $-1033,2 \cdot 10^3$  Дж/ч в низкогорье до  $-1104,6 \cdot 10^3$  Дж/ч в высокогорье). В теплый период эти различия более заметны: от положительных значений в Алма-Ате ( $37,8 \times 10^3$  Дж/ч) до отрицательных ( $-655,2 \cdot 10^3$  Дж/ч) на высоте ст. Верхний Горельник.

Радиационный баланс тела человека ( $FR$ ) характеризует то количество тепла, которое получает (или теряет) организм человека за счет лучистого теплообмена с внешней средой. Радиационный баланс тела человека в течение большей части года положительный как в г. Алма-Ате, так и в его окрестностях (табл. 99). Отрицательные значения наблюдаются в Алма-Ате в ноябре, декабре и январе.

Наиболее высокие значения  $FR$  летом отмечаются в низкогорном поясе Зайлийского Алатау (до  $1293,6 \cdot 10^3$  Дж/ч), а в среднегорном и высокогорном поясах значения радиационного баланса тела человека оказываются более низкими, что объясняется увеличением облачности и понижением температуры воздуха и почвы.

Теплообмен между телом человека и воздухом ( $FP$ ) в течение всего года во всех высотных поясах Зайлийского Алатау имеет отрицательные значения, так как средняя температура воздуха



Таблица 99

Радиационный баланс тела человека  $FR$  ( $10^3$  Дж/ч) в 13 ч в предгорных и горных районах Зайлийского Алатау

| Месяц | Алма -Ата, ГМО | Медео | Усть-Горельник | Верхний Горельник |
|-------|----------------|-------|----------------|-------------------|
| I     | —113,4         | 499,8 | —4,2           | 491,4             |
| II    | 92,4           | 533,4 | 474,6          | 412,4             |
| III   | 218,4          | 504,0 | 574,4          | 491,4             |
| IV    | 520,8          | 596,4 | 453,6          |                   |
| V     | 987,0          | 558,6 | 491,4          | 474,6             |
| VI    | 1092,0         | 760,2 | 730,8          | 340,2             |
| VII   | 1293,6         | 919,8 | 726,6          |                   |
| VIII  | 1270,8         | 949,2 | 726,6          | 756,0             |
| IX    | 1016,4         | 791,6 | 519,2          | 600,6             |
| X     | 558,6          | 336,0 | 193,2          | 176,4             |
| XI    | —72,4          | 340,2 | 268,8          | 268,8             |
| XII   | —222,6         | 352,8 | 386,4          | 449,4             |

в 13 ч ниже температуры поверхности тела ( $33^\circ\text{C}$ ). В Алма-Ате в июне и сентябре, а в Медео лишь в июне потери тепла компенсируются радиационным притоком тепла. В горных поясах, расположенных выше, преобладают потери тепла даже в летние месяцы ( $-777,0 \cdot 10^3$  —  $890,4 \cdot 10^3$  Дж/ч). В низкотерье только в июле и августе потери тепла, равные соответственно  $-50,4 \cdot 10^3$  и  $-331,8 \cdot 10^3$  Дж/ч, существенно перекрываются поступлением тепла к телу путем радиационного теплообмена.

Анализ карт «Биоклиматического атласа Средней Азии» [17] по распределению показателей тепловой нагрузки на организм показал, что потери тепла за счет испарения пота ( $FLE$ ) в холодный период года (с октября по май в Алма-Ате и с сентября по июнь в горах) имеют положительные значения, которые соответствуют режиму охлаждения организма. Летом значения  $FLE$  в 13 ч отрицательны, что говорит об избытке тепла, поступающего к организму. Однако в течение всего сезона в среднегорном и высокогорном поясах значения  $FLE$  заключены в пределах, соответствующих оптимальному термическому режиму организма (от  $-210,0 \cdot 10^3$  до  $-840,0 \cdot 10^3$  Дж/ч). В Алма-Ате в мае, июне и сентябре отмечается или оптимальный или умеренный режимы, и лишь в июле и августе значения  $FLE$  в околополуденное время выходят за верхнюю границу комфорта ( $-1348,2 \cdot 10^3$  и  $-1239,0 \times 10^3$  Дж/ч, табл. 100).

Другой объективной количественной характеристикой тепловой нагрузки на организм может служить количество испарившегося пота за единицу времени ( $FE$ ), приведенное в табл. 100. При состоянии теплового комфорта  $FE$  не превышает 150 г/ч. По мере возрастания тепловой нагрузки избыток тепла ощущается все сильнее. При значениях  $FE$  около 350—400 г/ч дискомфорт уже ощущается, но трудно переносимые условия наступают при значении  $FE$ , превышающем 800 г/ч (табл. 101). В Алма-Ате такие условия возникают редко — в среднем 2 дня в июле.

Таблица 100

Потери влаги путем испарения пота  $FE$  (г/ч), потери тепла за счет испарения  
 пота  $FLE$  ( $10^3$  Дж/ч) и фактор относительной теплоотдачи (влагопотери)  
 испарением пота  $M$  (%) в 13 ч

| Показатель        | I      | II     | III    | IV    | V      | VI     | VII     | VIII    | IX     | X     | XI     | XII    |
|-------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|---------|---------|--------|-------|--------|--------|
| Алма-Ата, ГМО     |        |        |        |       |        |        |         |         |        |       |        |        |
| $FE$              | —736   | —652   | —442   | —57   | 235    | 378    | 553     | 508     | 283    | —57   | —566   | —767   |
| $FLE$             | 1793,4 | 1587,6 | 1075,2 | 138,6 | —575,4 | —919,8 | —1348,2 | —1239,0 | —688,8 | 138,6 | 1377,6 | 1869,0 |
| $M$               | —53    | —47    | —33    | —5    | 21     | 36     | 51      | 45      | 24     | —4    | —43    | —56    |
| Медео             |        |        |        |       |        |        |         |         |        |       |        |        |
| $FE$              | —432   | —362   | —316   | —160  | —58    | 130    | 243     | 252     | 75     | —284  | —375   | —465   |
| $FLE$             | 1050,0 | 882,0  | 768,6  | 390,6 | 138,6  | —315,0 | —592,2  | —613,2  | —180,6 | 642,6 | 915,6  | 1129,8 |
| $M$               | —30    | —25    | —25    | —12   | —6     | 11     | 21      | 21      | 6      | —20   | —27    | —32    |
| Усть-Горельник    |        |        |        |       |        |        |         |         |        |       |        |        |
| $FE$              | —468   | —442   | —327   | —285  | —188   | 46     | 87      | 38      | —93    | —359  | —447   | —475   |
| $FLE$             | 1117,2 | 1075,2 | 798,0  | 693,0 | 331,8  | —109,2 | —239,4  | —239,4  | 226,8  | 873,6 | 1087,8 | 1159,2 |
| $M$               | —31    | —30    | —23    | —21   | —11    | 4      | 6       | 8       | —7     | —25   | —31    | —32    |
| Верхний Горельник |        |        |        |       |        |        |         |         |        |       |        |        |
| $FE$              | —463   | —414   | —373   | —368  | —173   | —153   | 31      | —       | —94    | —383  | —432   | —      |
| $FLE$             | 1129,8 | 1008,0 | 907,2  | 898,8 | 432,6  | 373,8  | —495,6  | —163,8  | 231,0  | 932,4 | 1054,2 | 1050,0 |
| $M$               | —30    | —27    | —25    | —25   | —13    | —12    | 2       | 6       | —7     | —26   | —23    | —28    |

Таблица 101

## Шкала теплового состояния человека, находящегося на открытом воздухе при мышечном покое

| Показатель<br>теплового<br>состояния | Условия потери тепла организмом       |                  |         |                                |        |                      |       |       | Оптимальное<br>тепловое<br>состояние,<br>тепловой<br>комфорт<br><i>K</i> |  |
|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------|---------|--------------------------------|--------|----------------------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------|--|
|                                      | потеря тепла и теплоощущения          |                  |         |                                |        |                      |       |       |                                                                          |  |
|                                      | очень<br>большая,<br>очень<br>холодно | большая, холодно |         | умеренная,<br>умеренно холодно |        | слабая,<br>прохладно |       | от    |                                                                          |  |
|                                      |                                       | от               | до      | от                             | до     | от                   | до    |       |                                                                          |  |
| <i>FE</i> г/ч                        | —900                                  | —900             | —551    | —550                           | —201   | —200                 | 49    | 50    | 150                                                                      |  |
| <i>FLE</i> 10 <sup>3</sup> Дж/ч      | —2188,2                               | —2188,2          | —1339,8 | —1335,6                        | —491,4 | —487,2               | 117,6 | 121,8 | 365,4                                                                    |  |
| <i>M</i> %                           | —                                     | —                | —       | —                              | —      | —                    | —     | 5     | 12                                                                       |  |

| Показатель<br>теплового<br>состояния | Условия поступления тепла к организму |       |                           |        |                   |        |                               |        |                                   |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-------|---------------------------|--------|-------------------|--------|-------------------------------|--------|-----------------------------------|
|                                      | тепловая нагрузка и теплоощущения     |       |                           |        |                   |        |                               |        |                                   |
|                                      | слабая, тепло                         |       | умеренная,<br>очень тепло |        | большая,<br>жарко |        | очень большая,<br>очень жарко |        | чрезмерная,<br>чрезмерно<br>жарко |
|                                      | от                                    | до    | от                        | до     | от                | до     | от                            | до     |                                   |
| <i>FE</i> г/ч                        | 151                                   | 300   | 301                       | 500    | 501               | 700    | 701                           | 900    | 900                               |
| <i>FLE</i> 10 <sup>3</sup> Дж/ч      | 369,6                                 | 730,8 | 735,0                     | 1218,0 | 1222,2            | 1705,2 | 1709,4                        | 2192,4 | 2192,4                            |
| <i>M</i> %                           | 13                                    | 25    | 26                        | 46     | 46                | 64     | 65                            | 85     | 85                                |

Сопоставляя данные по тепловому показателю в разные месяцы года (табл. 100) с условиями потери тепла организмом и теплоощущениями при различных значениях  $FE$  и  $FLE$  (табл. 101), можно оценить средние значения оптимальных теплозащитных свойств одежды, относящихся к околополуденному времени суток холодного периода. Вид одежды в летние месяцы, когда возможна тепловая нагрузка на систему терморегуляции, определяется по значениям фактора относительной теплоотдачи  $M$ .

Отрицательные значения  $FE$  свидетельствуют об условиях охлаждения, когда сумма теплопотерь превышает теплопоступления. Для обеспечения состояния теплового комфорта в месяцы с отрицательными значениями  $FE$  требуется одежда с определенными теплоизоляционными свойствами. В Алма-Ате зимняя одежда необходима в течение трех месяцев (декабрь — февраль), когда теплоощущения характеризуются как холодные (табл. 102).

В среднегорном и высокогорном поясах в дневные часы теплоощущения умеренно холодные и демисезонной одежды вполне достаточно. Период использования демисезонного пальто в горах значительно дольше, чем в городе и составляет шесть-семь месяцев в году. В теплый период продолжительность пользования костюмом увеличивается по мере возрастания высоты над уровнем моря и в районе Верхнего Горельника такая одежда необходима в течение всего лета.

Таблица 102

Тепловое состояние человека, находящегося на открытом воздухе  
при мышечном покое

| Месяц | Алма-Ата, ГМО    |               | Медео            |               |
|-------|------------------|---------------|------------------|---------------|
|       | Теплоощущения    | Вид одежды    | Теплоощущения    | Вид одежды    |
| I     | Холодно          | Зимняя        | Умеренно холодно | Демисезонная  |
| II    | Холодно          | Зимняя        | Умеренно холодно | Демисезонная  |
| III   | Умеренно холодно | Демисезонная  | Умеренно холодно | Демисезонная  |
| IV    | Прохладно        | Костюм        | Прохладно        | Костюм        |
| V     | Тепло            | Легкая одежда | Прохладно        | Костюм        |
| VI    | Очень тепло      | Легкая одежда | Комфорт          | Легкая одежда |
| VII   | Жарко            | Легкая одежда | Тепло            | Легкая одежда |
| VIII  | Жарко            | Легкая одежда | Тепло            | Легкая одежда |
| IX    | Тепло            | Легкая одежда | Комфорт          | Легкая одежда |
| X     | Прохладно        | Костюм        | Умеренно холодно | Демисезонная  |
| XI    | Умеренно холодно | Демисезонная  | Умеренно холодно | Демисезонная  |
| XII   | Холодно          | Зимняя        | Умеренно холодно | Демисезонная  |

| Месяц | Усть-Горельник   |               | Верхний Горельник |              |
|-------|------------------|---------------|-------------------|--------------|
|       | Теплоощущения    | Вид одежды    | Теплоощущения     | Вид одежды   |
| I     | Умеренно холодно | Демисезонная  | Умеренно холодно  | Демисезонная |
| II    | Умеренно холодно | Демисезонная  | Умеренно холодно  | Демисезонная |
| III   | Умеренно холодно | Демисезонная  | Умеренно холодно  | Демисезонная |
| IV    | Умеренно холодно | Демисезонная  | Умеренно холодно  | Демисезонная |
| V     | Прохладно        | Костюм        | Прохладно         | Костюм       |
| VI    | Прохладно        | Костюм        | Прохладно         | Костюм       |
| VII   | Комфорт          | Легкая одежда | Прохладно         | Костюм       |
| VIII  | Прохладно        | Костюм        | Прохладно         | Костюм       |
| IX    | Прохладно        | Костюм        | Прохладно         | Костюм       |
| X     | Умеренно холодно | Демисезонная  | Умеренно холодно  | Демисезонная |
| XI    | Умеренно холодно | Демисезонная  | Умеренно холодно  | Демисезонная |
| XII   | Умеренно холодно | Демисезонная  | Умеренно холодно  | Демисезонная |

В городе слабая тепловая нагрузка на организм ( $FE$  до 300 г/ч) имеет место в дневные часы в мае и сентябре, а в среднегорном поясе — в центральные месяцы лета. Теплоощущения при такой нагрузке характеризуются как «тепло». Более значительных количеств поступления тепла в горах летом не отмечается. В городе в июне наблюдается умеренная, а в июле и августе — большая тепловая нагрузка на организм. В этот период в Алма-Ате в светлую часть суток жарко и достаточно только легкой летней одежды.

В течение всего зимнего периода ночью (1 ч) в городе и его горных окрестностях отмечается очень большая теплоотдача ( $FE$  от —1350 до —1209 г/ч). Этим условиям соответствует одежда типа утепленного зимнего пальто. В апреле ночью рассматриваемая территория относится к условиям большой теплоотдачи (III х).

В июле Алма-Ата оказывается в зоне с благоприятными ноч-

ными условиями (II х), а на северных склонах Занлийского Алатау по параметру  $FE$ , превышающему  $-600$  г/ч [6], имеет место более прохладные ночи (III х). Это обстоятельство является весьма благоприятным для горожан, так как после большой тепловой нагрузки, господствующей днем, освежающий ночной отдых является более полноценным.

Небезынтересно рассмотреть распределение положительных значений фактора относительной теплоотдачи (влагопотери) испарением пота ( $M$ , табл. 100). Этот показатель используется для оценки степени напряжения терморегуляторных механизмов при тепловой нагрузке. В мае и сентябре в городе и в течение всего лета в горах в 13 ч фактор  $M$  имеет наибольшие положительные значения (от 2 до 30 %), которые соответствуют благоприятным биоклиматическим условиям (табл. 101). Небольшой избыток тепла в Алма-Ате в июне и августе ( $M = 30..45$  %) не создает еще существенной нагрузки на систему терморегуляции и легко снимается испарением пота. Лишь в июле фактор  $M$  в городе в дневные часы достигает 50 %, что соответствует большой тепловой нагрузке (табл. 101). В целом Алма-Ата характеризуется относительно малой повторяемостью высоких значений фактора  $M$ .

При гигиенической оценке теплового влияния метеорологических факторов на человека используются эквивалентно-эффективные температуры (ЭЭТ). Теплоощущения обнаженного человека, получающего воздушную ванну в целях закаливания или лечения, оценивается ЭЭТ по основной шкале. ЭЭТ учитывают комплексное влияние температуры, влажности и скорости ветра. В зависимости от внешних факторов воздушные ванны разделяются на холодные (ЭЭТ ниже  $8^{\circ}\text{C}$ ), умеренно холодные (ЭЭТ от  $8$  до  $16^{\circ}\text{C}$ ), комфортные (ЭЭТ от  $17$  до  $23^{\circ}\text{C}$ ) и теплые (ЭЭТ выше  $24^{\circ}\text{C}$ ). Оптимальные условия возникают при ЭЭТ, равной  $19^{\circ}\text{C}$ .

Анализ средних месячных значений ЭЭТ показал, что комфортные теплоощущения наблюдаются лишь в низкогорном поясе в июле и августе. В среднегорном и высокогорном поясах в течение всего теплого периода года ЭЭТ остаются в пределах холодных или умеренно холодных теплоощущений (табл. 103). При сопо-

Таблица 103

Средние месячные значения ( $^{\circ}\text{C}$ ) эквивалентно-эффективных температур (ЭЭТ) и радиационно-эквивалентно-эффективных температур (РЭЭТ)

| Месяц | Алма-Ата, ГМО |      | Медео |      | Усть-Горельник |      | Верхний Горельник |      |
|-------|---------------|------|-------|------|----------------|------|-------------------|------|
|       | ЭЭТ           | РЭЭТ | ЭЭТ   | РЭЭТ | ЭЭТ            | РЭЭТ | ЭЭТ               | РЭЭТ |
| IV    | 5,2           | 8,3  | -2,0  | 2,1  | 0,9            | -    | -                 | -    |
| V     | 12,0          | 15,7 | 5,3   | 9,7  | 0,8            | 3,7  | 3,0               | -    |
| VI    | 16,6          | 20,6 | 11,0  | 16,1 | 6,4            | 12,5 | 3,0               | 8,2  |
| VII   | 19,2          | 23,5 | 13,5  | 18,9 | 9,7            | 14,8 | 6,0               | 10,8 |
| VIII  | 18,5          | 22,7 | 13,2  | 18,5 | 9,3            | 14,7 | 6,4               | 14,1 |
| IX    | 13,3          | 18,2 | 7,3   | 13,2 | 3,0            | 9,7  | 0,0               | 6,3  |
| X     | 4,0           | 10,2 | -2,0  | 5,6  | 5,0            | 0,1  | -                 | -    |

ставлении значений ЭЭТ по высотным поясам видно, что наиболее благоприятные биоклиматические условия при приеме воздушных ванн в естественной среде создаются в летние месяцы в Алма-Ате и Медео.

Влияние солнечной радиации на организм человека учитывается расчетной радиационно-эквивалентно-эффективной температурой (РЭЭТ). По данным той же табл. 103, распределение РЭЭТ в общих чертах совпадает с распределением ЭЭТ, но благодаря учету солнечной радиации РЭЭТ оказывается на 4—6 °С выше, чем ЭЭТ. Однако и РЭЭТ на склонах Заилийского Алатау не превышает верхнего предела зоны комфорта.

Теплоощущения человека, одетого по сезону и производящего легкую работу (энергетические затраты организма  $q = 672,0 \times 10^3$  Дж/ч), оценивались по нормальной шкале эквивалентно-эффективных температур (НЭЭТ). НЭЭТ выражает комплексное влияние метеорологических величин (температуры воздуха, влажности, скорости ветра) на человеческий организм и в зависимости от ее значений подразделяется на три зоны:

- 1) зона комфорта при НЭЭТ 16—21 °С,
- 2) зона охлаждения при НЭЭТ ниже 16 °С,
- 3) зона перегрева при НЭЭТ выше 21 °С.

Кроме того, выделены дни, когда скорость ветра на уровне 2 м от поверхности земли в 13 ч превышала 8,5 м/с [6]. В начале теплого периода (май) во всех высотных поясах в большинстве дней отмечаются холодные теплоощущения. Процент случаев НЭЭТ в зоне комфорта не превышает 40 % в низкогорье и 30 % в среднегорье. В июне—августе в этих высотных поясах преобладают тепловые условия в зоне комфорта. Необходимо отметить и одновременное возрастание в пределах Алма-Аты числа дней с НЭЭТ выше 21 °С. В сентябре НЭЭТ в зоне комфорта составляет 60—65 % до высоты 1200 м, выше этого уровня увеличивается повторяемость дней с холодными условиями теплоощущения. В течение всего теплого времени года наибольшее число дней со скоростью ветра 3,5 м/с отмечается в зоне 1200—1700 м, что объясняется рельефными особенностями местности.

Таким образом, анализ ряда показателей тепловой нагрузки на организм в пределах Алма-Аты показал, что в городе в течение большей части теплого времени года преобладают оптимальные термические условия. Лишь в июле и августе в дневные часы тепловое ощущение характеризуется как «жарко» и возможны гипертермия (перегрев) и гиперинсоляция, т. е. чрезмерное воздействие солнечных лучей на организм. Горные районы, расположенные к югу от Алма-Аты, отличаются более низкими значениями количества испарившегося пота за единицу времени ( $FE$ ), потери тепла за счет испарения пота ( $FLE$ ) и фактора относительной теплоотдачи испарением пота ( $M$ ), что определяет их благоприятные биоклиматические условия. Поэтому закономерно использование предгорий и склонов Заилийского Алатау для отдыха и лечения трудящихся.

## 11. ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ И КЛИМАТ СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЫ В РАЙОНЕ АЛМА-АТЫ

### 11.1. Пограничный слой атмосферы

Слой атмосферы, через который осуществляется взаимодействие атмосферы с поверхностью земли и в котором наряду с градиентом давления и кориолисовой силой существенную роль играют силы турбулентного трения, называется пограничным слоем. С высотой значения составляющих касательного напряжения трения уменьшаются и на высоте пограничного слоя становятся пренебрежимо малыми.

Поэтому скорость ветра и градиент температуры внутри и вне пограничного слоя отличаются друг от друга. Скорость ветра и градиент температуры над слоем атмосферы, непосредственно прилегающим к пограничному, с высотой не меняется. Внутри же пограничного слоя, в зависимости от рассматриваемого момента времени, градиент температуры на различных уровнях может иметь разные значения и даже знаки. Здесь также меняется скорость ветра с высотой. Тем не менее, поскольку направление ветра внутри пограничного слоя остается постоянным, значение скорости ветра относительно плавно растет.

Для характеристики планетарного пограничного слоя атмосферы в районе Алма-Аты были использованы средние климатические значения метеорологических величин, взятые из материалов ВНИИГМИ — МЦД за 1966—1975 гг.

Особенности пограничного слоя атмосферы могут быть установлены путем изучения распределения по высоте основных метеорологических величин. Естественно ожидать, что горно-долинная циркуляция обуславливает характерные условия взаимодействия атмосферы с подстилающей поверхностью. Распределение осредненных за сутки метеовеличин будет сглаженным. А средние месячные распределения метеорологических величин, не привязанные к конкретному моменту времени, будут отражать преобладающее влияние на формирование пограничного слоя, долинного ветра в теплый и горного в холодный периоды года в соответствии с длительностью их действия.

Исходя из этих соображений, рассмотрим распределение скорости ветра и температуры для одного момента времени.

Начнем изучение пограничного слоя со случая, когда адвекция внутри нижних слоев атмосферы направлена с севера, т. е. со стороны равнины. На рис. 53 приведены распределения средней скорости ветра и температуры по высоте в 17 ч в апреле. Заметим, что речь идет об осредненных значениях данных за 10 лет за этот момент времени.

Как видно из рис. 54, атмосфера стратифицирована внутри слоя 0—900 м неустойчиво, а в слое 900—2150 м — устойчиво по закону влажной адиабаты. Последнее объясняется тем, что ст. Алма-Ата,

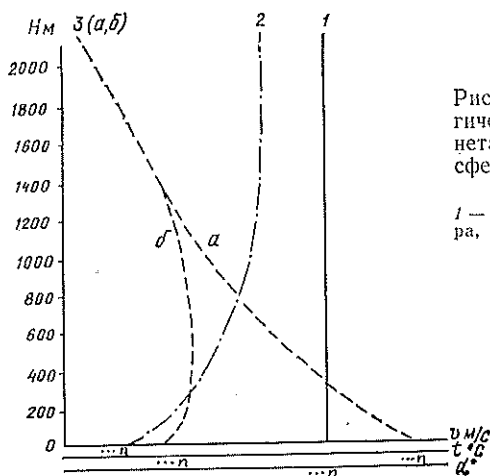


Рис. 53. Распределение метеорологических величин внутри и вне планетарного пограничного слоя атмосферы над однородной подстилающей поверхностью.

1 — направление ветра, 2 — профиль ветра, 3 — распределение температуры днем (а) и ночью (б).

ГМО, от которой отсчитывается высота, сама располагается на высоте 847 м над ур. м.

Максимум скорости наблюдается на уровне 100 м, что обусловлено сложением потока адвективного переноса с долинным ветром, направленным в это время также с севера, т. е. в сторону гор. Затем в слое 500—700 м средняя скорость сравнивается со средней скоростью геострофического ветра для апреля. Начиная с высоты 900 м средняя скорость в начале слабо, затем более интенсивно растет. Это указывает на наличие второй, отличной от подстилающей поверхности города, поверхности трения. Данное положение объясняется ступенчатым ростом поверхности рельефа местности. В связи с этим построим профиль средней скорости в логарифмической шкале высот. Из рис. 55 вытекает, что только в двух областях 0—100 и 300—2150 м скорость с высотой меняется по линейному закону в логарифмической шкале.

Законы изменения средней скорости по высоте внутри этих слоев представляются следующими выражениями:

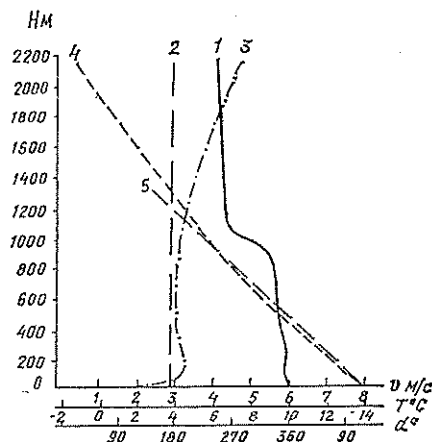
$$v = 1,5 \ln \frac{z}{0,63}, \quad v = 2,0 \ln \frac{z}{292}; \quad (5)$$

шероховатость подстилающей поверхности равна 0,63 и 292 м соответственно.

Отсюда вытекает, что первый слой связан с трением о подстилающую поверхность города, а второй — с наличием отрога горного хребта Кок-Тюбе, расположенного на юго-востоке на высоте около 300 м относительно ст. Алма-Ата, ГМО. Таким образом, воздушная масса, обтекающая город с севера на юг, одновременно испытывает трение подстилающей поверхности города и задерживающее влияние поверхности отрога Кок-Тюбе. Характерно еще



Рис. 54. Распределение по высоте направления (1) и скорости (3) ветра, геострофического ветра (2) и температуры воздуха (4), сухадиабатического градиента температуры (5) при северных и северо-западных переносах (апрель, день).



то, что над уровнем 900 м направление потока резко меняется на  $90^\circ$ , т. е. на северо-запад. Затем это направление остается постоянным.

Судя по характеру изменения градиента температуры, направления и скорости ветра следует считать, что толщина планетарного пограничного слоя для рассмотренного случая равна 900 м; над этим уровнем имеет место резкий поворот ветра на  $90^\circ$ . Выше пограничного слоя скорость ветра не остается постоянной, как это имеет место над равниной, а растет с высотой. Обусловлено это тем, что частица воздуха над городом одновременно испыты-

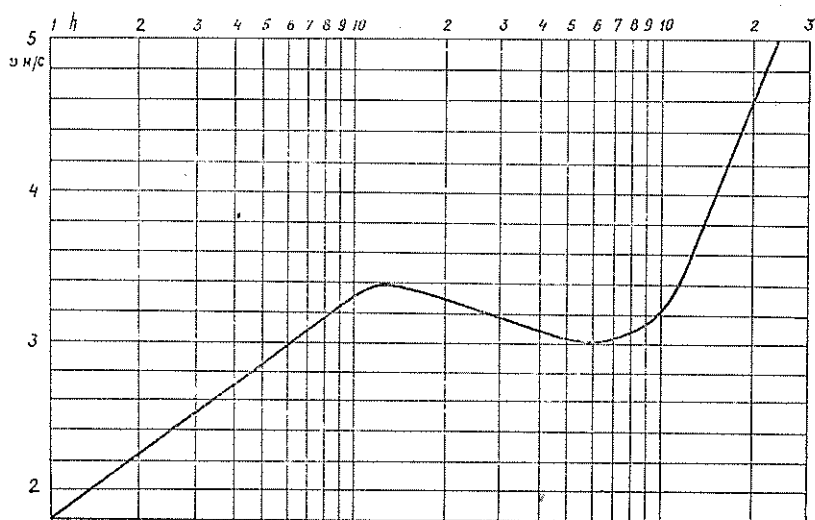


Рис. 55. Изменение скорости ветра с высотой в логарифмической шкале высот.

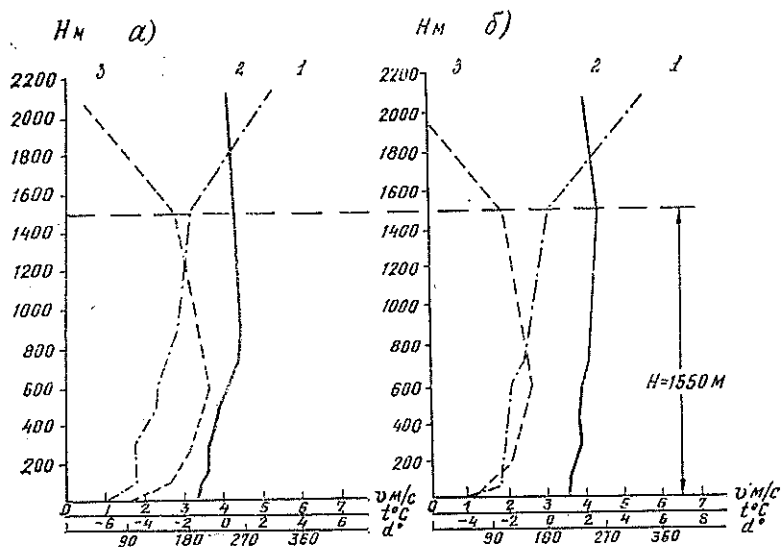


Рис. 56. Распределение по высоте средней скорости (1) и направления (2) ветра и температуры воздуха (3) при южных переносах. Декабрь. а — ночь (5 ч), б — день (16 ч).

вает влияние второго пограничного слоя, вызываемого вышеупомянутым отрогом горного хребта.

На рис. 56 приведены случаи южного переноса, при котором в районе Алма-Аты не наблюдается пасмурной погоды, как при северных переносах. При этом не происходит нейтрализации горнодолинной циркуляции и сохранения одного направления ветра во всей толще пограничного слоя не наблюдается, вследствие чего южный перенос не распространяется на всю толщину планетарного пограничного слоя.

Из рис. 56 нетрудно заметить, что высота пограничного слоя атмосферы равна 1500 м, т. е. равна среднеклиматической высоте этого слоя над равнинной поверхностью средних широт. Это объясняется тем, что при переносах, направленных с гор, масса воздуха течет параллельно поверхности склонов, что имеет место и над равниной. На рис. 57 представлены распределения ветра и температуры по высоте для юго-западного и северо-западного переносов. Здесь левый рисунок отражает картину в ночное, а правый в дневное время. Изменения температуры и скорости ветра с высотой аналогичны рассматриваемым выше. Исключение составляют инверсии ночью в слое 0—600 м.

Случаев, когда восточные и северо-восточные ветры сохраняются от поверхности земли до 500—600 м по осредненным данным не наблюдается. На рис. 58 приведен случай северо-северо-восточного переноса. По ходу изменения температуры и скорости ветра с высотой пограничный слой определен на уровне 1150 м. Изме-

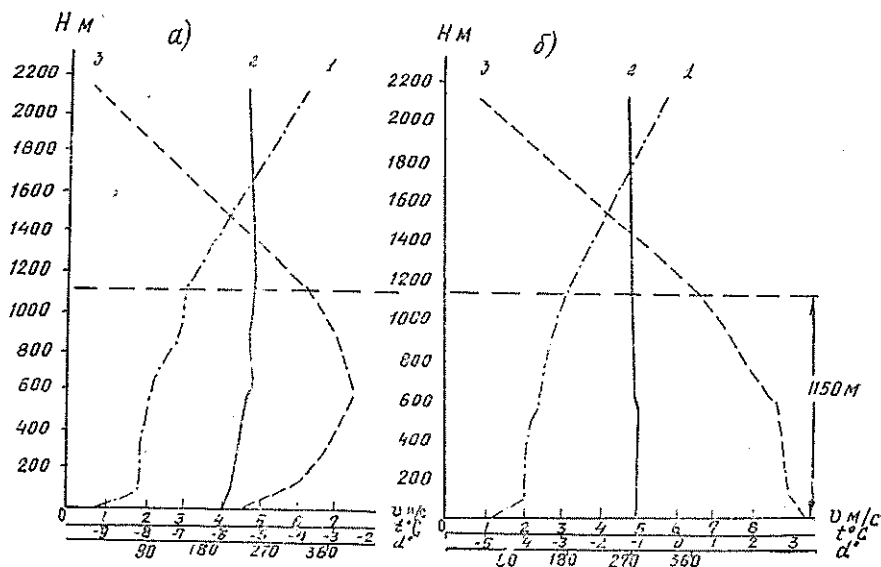


Рис. 57. Распределение по высоте средней скорости (1) и направления (2) ветра, температуры воздуха (3) при юго-западных (а, февраль) и северо-западных (б, ноябрь) переносах.

ние направления ветра с северного на северо-западный имеет место в слое 650—900 м.

Из рис. 57 и 58 вытекает, что:

- 1) на уровне 100 м имеет место максимум скорости ветра;
- 2) в слое от 200 м до 1150 м скорость ветра меняется слабо, а выше этого слоя она с высотой растет. Заметное изменение направления ветра имеет место непосредственно над уровнем 1150 м;
- 3) изменение температуры зависит от времени суток и года, особенно внутри первой половины пограничного слоя. В целом температура внутри слоя 0—1150 м изменяется по закону сухой адиабаты, выше этого слоя — по закону влажной адиабаты;
- 4) толщина планетарного пограничного слоя, равная 1150 м, сохраняется и при некоторых других направлениях переноса.

Таким образом, по осредненным данным за 10 лет высота планетарного пограничного слоя в районе Алма-Аты может быть равна 900, 1150 и 1500 м и в соответствии со стратификацией атмосферы может быть неустойчивой, безразличной и устойчивой.

Изменение температуры с высотой внутри пограничного слоя зависит еще от направления адвекции, что подтверждается приведенными выше кривыми.

При северных (в том числе северо-западных и северо-восточных) переносах в среднем пограничный слой (особенно его нижние слои) бывает стратифицирован неустойчиво. При широтном направлении переноса пограничный слой в среднем стратифицирован безразлично.

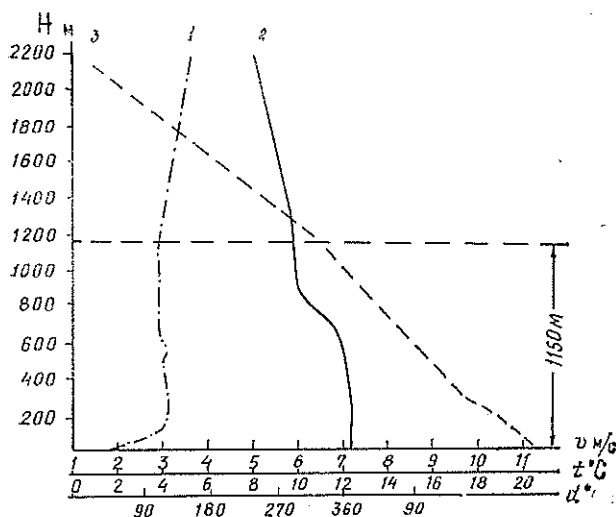


Рис. 58. Распределение по высоте средней скорости (1) и направления (2) ветра, температуры воздуха (3) при северо-северо-восточных переносах (сентябрь).

При южных переносах внутри пограничного слоя наблюдаются довольно мощные инверсии температуры, формирующиеся вследствие адиабатического сжатия опускающегося с гор воздуха.

Горно-долинная циркуляция имеет место и при отсутствии южного переноса. В этом случае инверсии формируются при опускании воздуха верхнего потока этой циркуляции. Если при этом не происходит смыкания с приземной инверсией, то формируется «приподнятая инверсия». Если же смыкание происходит, что особенно часто случается в зимние безоблачные ночи, то образуются интенсивные инверсии, способствующие формированию городского смога и туманов. Однако наиболее мощные инверсии связаны с южным переносом. Поскольку инверсии есть результат взаимодействия атмосферы с подстилающей поверхностью (термического и динамического), то они могут охватить всю толщу пограничного слоя. Следовательно, в среднеклиматическом разрезе мощность таких инверсий равна 1500 м. По всем случаям наблюдения ветра повторяемость проявления горно-долинной циркуляции достигает 80 %. В связи с тем что инверсии являются для Алма-Аты характерным явлением, приведем некоторые статистические данные об инверсиях температуры в районе Алма-Аты.

Годовая повторяемость инверсий за утренний срок (3 ч мск) составляет: приземных (от 0,0 м до 100 м) — 80 %, приподнятых (100 м и выше) — 14 % [40].

На рис. 59 хорошо видна закономерность повторяемости приземных и приподнятых инверсий. Максимум повторяемости приземных инверсий отмечается летом за сроки 3 и 21 ч мск (92—96 %), несколько реже — в январе. В дневное время — 9 и 15 ч мск — в теплый период приземные инверсии наблюдаются чрезвы-

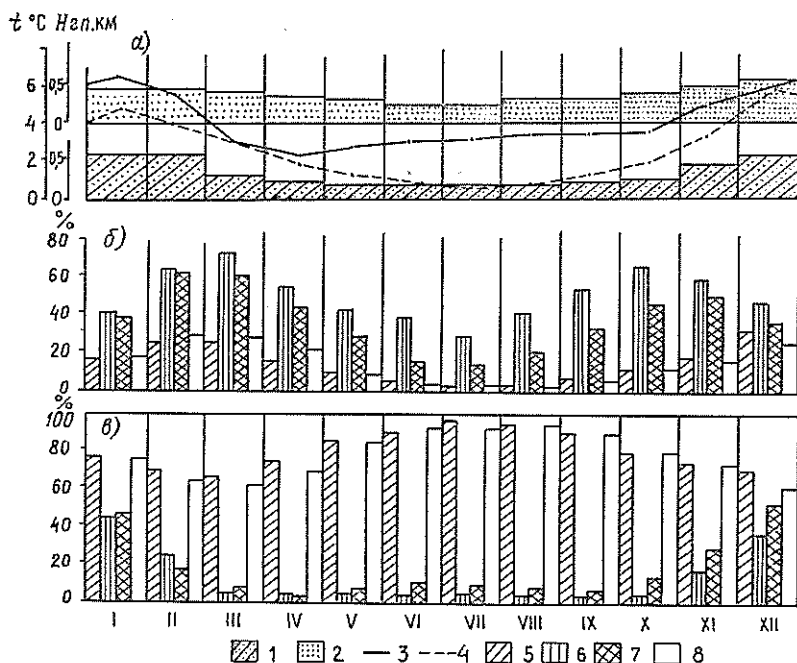


Рис. 59. Характеристики приподнятых и приземных инверсий.

$a$  — мощность (гл. км) и интенсивность ( $^\circ\text{C}$ );  $b$  — повторяемость приподнятых инверсий (%);  $в$  — повторяемость приземных инверсий (%); 1 — мощность приземных инверсий; 2 — мощность приподнятых инверсий; 3 — интенсивность приземных инверсий; 4 — интенсивность приподнятых инверсий; 5 — 3 ч мск; 6 — 9 ч мск; 7 — 15 ч мск; 8 — 21 ч мск.

чажно редко (2—10 %). Объяснить это можно тем, что радиационный эффект летом заметно усилен особенностями орографии благодаря отчетливо выраженной горно-долинной циркуляции [27]. Максимум повторяемости приподнятых инверсий (63—75 %) приходится на февраль — март и октябрь — ноябрь в сроки 9 и 15 ч мск, минимум на лето (в сроки 21 и 3 ч мск).

Различная мощность, интенсивность и высота инверсий температуры обуславливают достаточно большую временную изменчивость температуры воздуха: в декабре — марте среднее квадратическое отклонение колеблется в пределах 6,2—6,7  $^\circ\text{C}$ . Годовой ход средних мощностей приземных инверсий (рис. 59) характерен их малыми изменениями внутри каждого сезона.

По представленному рис. 59 можно также определить мощность (км) и среднюю интенсивность ( $^\circ\text{C}$ ) приземных и приподнятых инверсий в течение года.

В отдельных случаях мощность приземных инверсий, так же как и приподнятых, достигает 2000 м. Экстремальные значения интенсивностей инверсий в отдельных случаях превышают 20  $^\circ\text{C}$  и вертикальный температурный градиент в слое инверсии составляет 5—6 $^\circ$  [40].

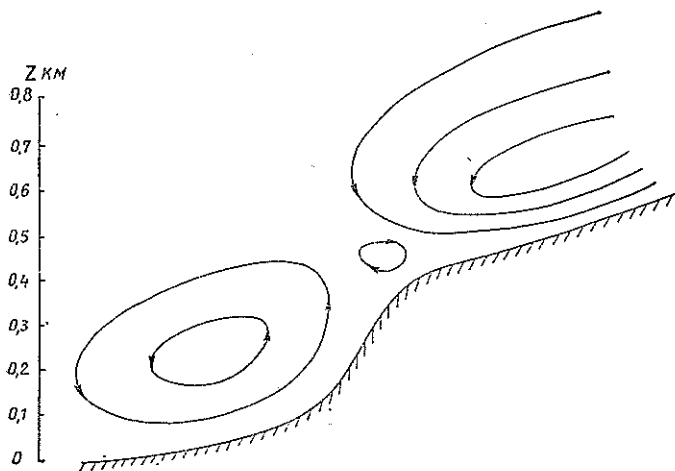


Рис. 60. Профиль ветра при сложной многоступенчатой структуре гор.

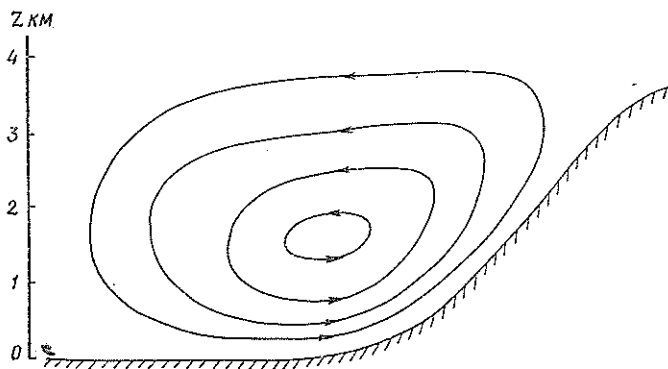
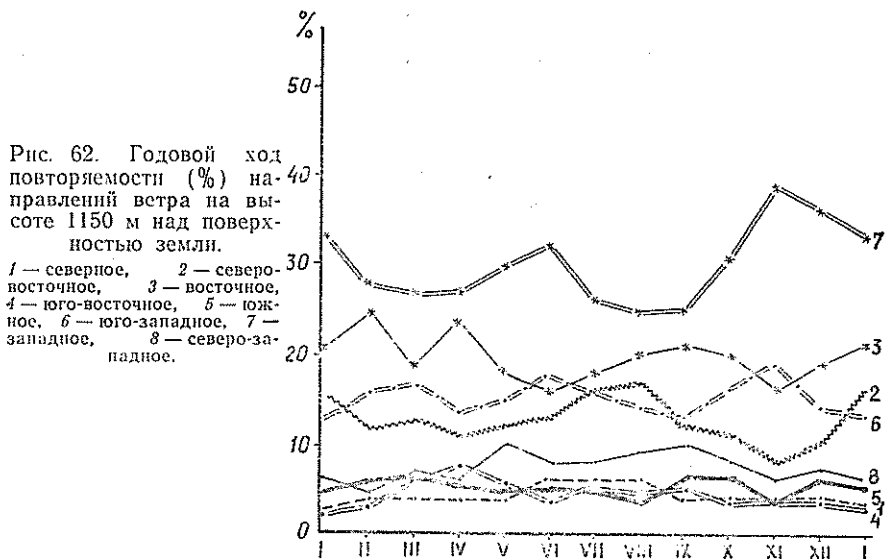


Рис. 61. Модель горно-долинной циркуляции.

Поскольку в районе Алма-Аты поверхность рельефа растет не плавно, а ступенчато, пограничный слой терпит разрыв, подобно тропопаузе над средними широтами (рис. 60). При этом в области разрыва пограничного слоя изменение средней скорости не подчиняется логарифмическому закону. Этот закон справедлив только для областей вне разрыва пограничного слоя. Следовательно, классическое представление о горно-долинной циркуляции (рис. 61) относится к невысоким и плавно возвышающимся хребтам.

В табл. 62 приложения приведена повторяемость направления ветра на трех высотах (флюгер, 0,5 и 1,0 км). Из этой таблицы видно, что в слое 0,5—1,0 км наиболее часто (32—43 %) наблю-



даются юго-западные и западные направления ветра и несколько меньший максимум направлений (20—40 %) приходится на северо-восточные и восточные направления.

На рис. 62 приведен годовой ход повторяемости направлений ветра по 8 румбам на уровне 1150 м. Из этого рисунка следует, что северо-восточные, восточные, юго-западные и западные направления ветра на уровне 1150 м от поверхности земли преобладают над остальными направлениями.

Преобладание этих румбов в слое 0,5—1,15 км относительно других направлений переноса обусловлено расположением Алма-Аты на южной части сибирского антициклона (СВ и В) зимою и на юго-восточной части казахстанской термической депрессии (З, ЮЗ). Из этих рассуждений вытекает, что наиболее повторяющейся толщиной пограничного слоя атмосферы в районе Алма-Аты является 1150 м, соответствующая господствующим направлениям переноса и безразличной стратификации атмосферы.

При характеристике планетарного пограничного слоя мы рассматривали атмосферу как среду, у которой плотность с высотой меняется и толщина этого слоя определяется уровнем, на котором еще отмечается суточный ход метеорологических величин. Целесообразность выделения этого слоя атмосферы вытекает из необходимости оценки погодообразующего влияния поверхности земли в целом, в том числе конвективного обмена.

Однако для оценки изменения с высотой ветровых условий в нижних частях атмосферы следует еще указать на наличие динамического пограничного слоя атмосферы, наличие которого связано с обтеканием и прилипанием атмосферы.

Толщина данного слоя для среднеклиматических условий над равнинной местностью средних широт равна 250 м [10]. Поскольку атмосфера обтекает поверхность вращающегося вокруг своей оси земного шара, максимум скорости ветра имеет место на уровне 200 м.

В районе же Алма-Аты, как было отмечено выше, наибольшая скорость располагается на высоте 100 м и этот уровень в профиле скорости выделяется отчетливее, чем над равниной, что связано со сложением скорости адвективного потока со скоростью более сосредоточенного нижнего потока горно-долинной циркуляции.

Для многих практических задач, в том числе для расчета устойчивости работы подъемных кранов на различных высотах, имеет значение профиль скорости внутри первого 100 м слоя. Профиль скорости ветра строится по значению скорости у поверхности земли по следующей формуле:

$$v = v_1 \frac{\ln z - \ln z_0}{\ln z_1 - \ln z_0}, \quad (6)$$

где  $v$ ,  $v_1$  — скорости на высоте  $z$  и у поверхности земли, т. е. на высоте  $z_1$ ;  $z_0$  — шероховатость подстилающей поверхности города.

На рис. 63 приведена кривая шероховатости подстилающей поверхности города для среднеклиматических условий, вычисленная по формуле, приведенной в памятке ГГО

$$\ln z_0 = \left( 2 - \frac{v_{100}}{v_{100} - v_{10}} \right) \ln 10, \quad (7)$$

где  $v_{10}$ ,  $v_{100}$  — средние скорости ветра на высоте 10 и 100 м соответственно. В теплый период шероховатость подстилающей поверхности города колеблется незначительно, в пределах 0,55—0,60 м. В холодный период года при устойчивом снежном покрове она растет до 1,26 м. Шероховатость наименьшая в начале переходных сезонов (в марте и декабре), что, видимо, связано с отсутствием как снежного покрова, так и богатой растительности.

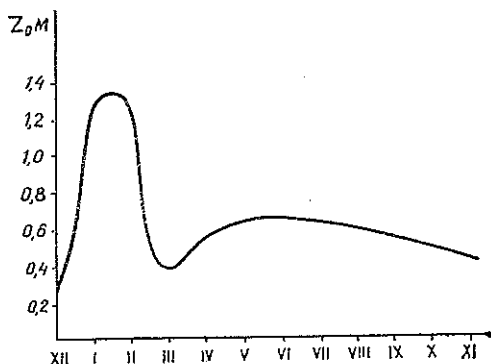


Рис. 63. Изменение шероховатости подстилающей поверхности ( $Z_0$ ) по месяцам в Алма-Ате.



## 11.2. Климат свободной атмосферы над Алма-Атой

Горные массивы Тянь-Шаня, почти полукольцом охватившие город, достигают наибольшей высоты 7439 м (Пик Победы) и являются естественной преградой на пути движения воздушных масс, что приводит к самым различным эффектам, влияние которых на изменение значений метеорологических величин существенно и проявляется не только на значительном удалении от гор, но и на больших высотах атмосферного слоя [18, 42].

Как показал многолетний опыт работы и анализ фактического материала, близость гор оказывает влияние на активизацию атмосферных процессов и обострение фронтальных разделов, а следовательно, и на формирование некоторых отличительных особенностей в климате свободной атмосферы над Алма-Атой.

При описании слоя атмосферы от 1,5 до 30 км над Алма-Атой использованы материалы аэроклиматического справочника свободной атмосферы [44] за период 1961—1970 гг. для всех 12 месяцев. Для характеристики тропопауз к анализу привлекались данные работ Т. В. Масловой [39] и В. С. Чередниченко [57] за период 1961—1963 гг. (4 срока наблюдений) и 1966—1970 гг. (2 срока наблюдений). Для характеристики инверсий использованы материалы работ Т. В. Масловой [40] по данным наблюдений радиозонда за период 1961—1970 гг. за 4 срока (3, 9, 15 и 21 ч мск).

**Основные характеристики термического режима.** Распределение температуры воздуха в свободной атмосфере над Алма-Атой и ее некоторые статистические параметры наглядно проиллюстрированы рис. 64, где представлен годовой ход различных характеристик климата свободной атмосферы над рассматриваемым районом.

В тропосфере, т. е. в нижней части атмосферы в слое от 850 до 200 гПа, наблюдается ярко выраженный годовой ход температуры с одним максимумом в июле и одним минимумом в январе, что наглядно подтверждается характерной конфигурацией изоплет на рис. 64 — синхронность изолиний во всем рассматриваемом слое с хорошо выраженной выпуклостью их в июле. Для этого слоя атмосферы характерны значительные изменения температурного режима в течение года, на что указывают большие значения годовой амплитуды средней месячной температуры воздуха, наибольшие у поверхности 850 гПа. На уровне 200 гПа максимум температуры сохраняется в июле, а минимум смещен на ноябрь — декабрь в область более низких температур ( $-60,4 \dots -61,1$  °C), очерчиваемую изоплетой  $-60,0$  °C, расположенной вблизи нижней границы полярной тропопаузы.

У изобарической поверхности 150 гПа наблюдается некоторое повышение температуры воздуха относительно нижележащих слоев с последующим ее падением на уровне 100 гПа в зоне тропической тропопаузы. Годовая амплитуда средней температуры резко уменьшается и достигает своего минимального значения на

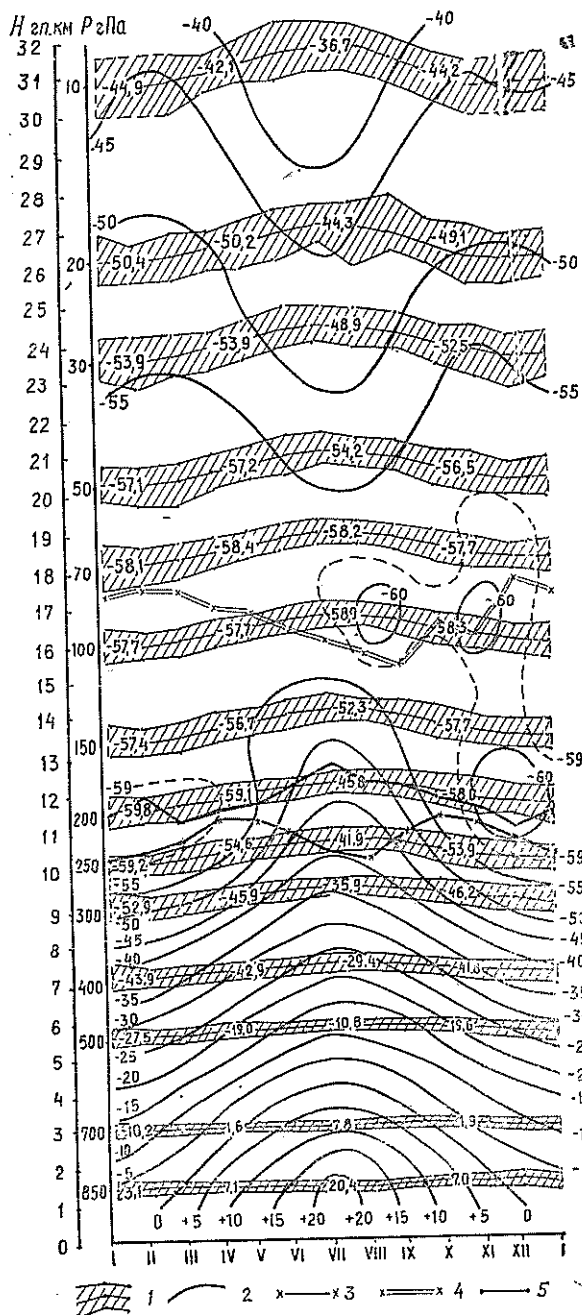


Рис. 64. Годовой ход характеристик климата свободной атмосферы над Алма-Атой.

1 — среднее месячное значение геопотенциала  $H$  (гп. км) и его экстремальные значения; 2 — изотермы средней месячной температуры  $T$  (°C); 3 — средняя нижняя граница полярной тропопавзы (гп. км); 4 — средняя нижняя граница тропической тропопавзы (гп. км); 5 — средняя высота уровня максимального ветра (гп. км).

уровне 70 гПа. На рис. 64 для этих слоев характерно малоградиентное поле изоплет. Хорошо прослеживаются две области низких температур, ограниченных изоплетой  $-60,0^{\circ}\text{C}$  — в августе и ноябре.

В слое 50—10 гПа происходят резкие изменения в конфигурации изоплет: ярко выражена вогнутость их в июле с двумя выпуклостями в феврале — марте и ноябре, что указывает на наличие одного максимума и двух минимумов температуры (первичный в феврале с последующим смещением его с высотой на март, вторичный — в ноябре). Постепенно увеличивающиеся с высотой значения годовой амплитуды говорят о возрастающих изменениях термического режима в течение года в слое 20—30 км.

Таким образом, изменение температуры по высоте в этом слое, включающем в себя нижний слой стратосферы, противоположен изменению температуры в нижележащих слоях.

Абсолютные годовые амплитуды экстремумов, приведенные в табл. 104, более чем вдвое превышают амплитуду средних месячных температур. Отметим, что самая низкая температура в тропосфере и нижней стратосфере  $-75,9^{\circ}\text{C}$  наблюдалась в январе и декабре, а самая высокая температура  $+35^{\circ}\text{C}$  — в июне.

Таблица 104

Экстремальные значения температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ) для каждой изобарической поверхности (850—10 гПа)

| $P$ гПа | Максимум | Месяц | Минимум | Месяц | Годовая амплитуда экстремумов, $^{\circ}\text{C}$ | $P$ гПа | Максимум | Месяц  | Минимум | Месяц | Годовая амплитуда экстремумов, $^{\circ}\text{C}$ |
|---------|----------|-------|---------|-------|---------------------------------------------------|---------|----------|--------|---------|-------|---------------------------------------------------|
| 850     | 35,0     | VI    | -25,6   | I     | 60,6                                              | 150     | -43,2    | VII    | -75,5   | III   | 32,3                                              |
| 700     | 18,4     | VII   | -29,9   | I     | 48,3                                              | 100     | -44,0    | III, V | -73,9   | VIII  | 29,9                                              |
| 500     | 0,0      | VIII  | -53,5   | I     | 53,5                                              | 70      | -36,0    | IX     | -73,1   | IV    | 37,1                                              |
| 300     | -23,1    | VIII  | -63,3   | III   | 40,2                                              | 50      | -36,2    | V      | -75,2   | I     | 39,0                                              |
| 250     | -26,0    | VIII  | -75,0   | I     | 49,0                                              | 30      | -36,0    | I      | -75,9   | I     | 39,9                                              |
| 200     | -37,0    | VI    | -75,9   | XII   | 38,9                                              | 10      | -18,0    | VI     | -66,0   | II    | 48,0                                              |

Высокие значения абсолютных экстремумов, особенно в нижней половине тропосферы, указывают на возможность исключительно интенсивной адвекции арктических и тропических масс воздуха на юго-восточные районы Казахстана.

О вертикальной структуре атмосферы над Алма-Атой хорошее представление дают характеристики: вертикальный температурный градиент  $\gamma_v$ , среднее квадратическое отклонение температуры  $\sigma_t$  и плотности воздуха  $\sigma_p$ , вертикальный векторный сдвиг ветра  $\gamma_v$ .

Известно, что за начало слоя тропопаузы условно принимается уровень, на котором вертикальный градиент температуры не превышает  $2^{\circ}\text{C}/1$  км. В работах Т. В. Масловой и В. С. Чередиенко показано, что над Алма-Атой прослеживается два слоя тропопауз: полярная и тропическая (рис. 64).

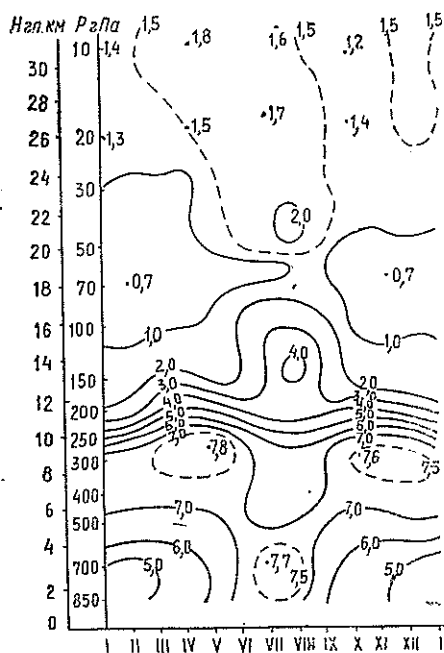


Рис. 65. Изоплеты годового хода вертикального градиента температуры  $\gamma_t$  ( $^{\circ}\text{C}/\text{гп. км}$ ).

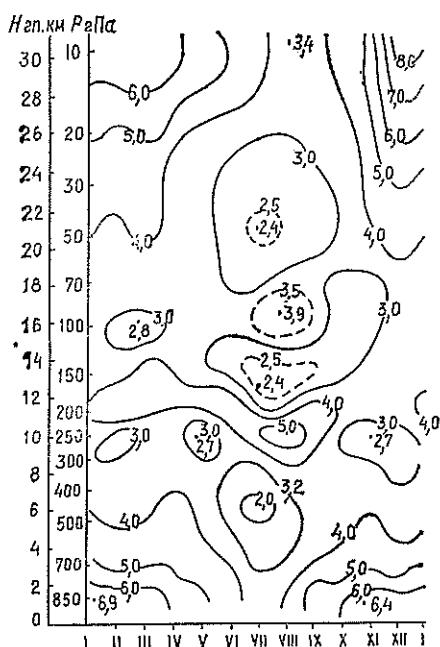


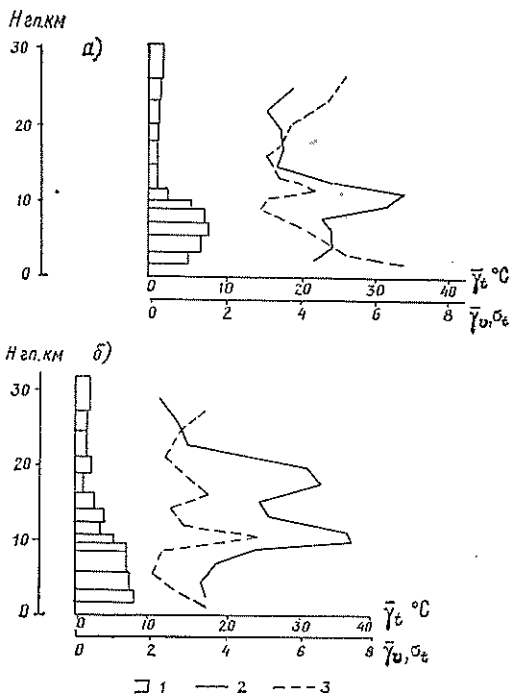
Рис. 66. Изоплеты годового хода средних квадратических отклонений температуры воздуха  $\sigma_t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Анализ рис. 65 показал, что зимой, весной и осенью в тропосфере, за исключением приземного слоя, где почти в течение всего года отмечаются отрицательные градиенты, наблюдается рост положительных вертикальных градиентов температуры. Наибольших значений они достигают в слое 400—300 гПа, т. е. ниже полярной тропопаузы, из чего следует, что турбулентность весной и осенью над тропопаузой развита больше, чем летом. В летние месяцы наблюдается иной характер в распределении вертикальных градиентов с высотой. Вследствие активизации возмущающего действия земной поверхности в слое 850—700 гПа градиент достигает 7,7  $^{\circ}\text{C}/\text{км}$ , затем идет его постепенное уменьшение с высотой. Наблюдавшееся резкое уменьшение градиента в слоях 300—250 и 150—100 гПа с четко выраженным ростом его в слое 200—150 гПа подтверждает наличие тропопауз и их наиболее низкие средние высоты (рис. 64).

В холодное полугодие основной максимум изменчивости температуры (6,2—6,8  $^{\circ}\text{C}$ ), свидетельствующий о достаточной активности циркуляционных процессов, так же как и рост изменчивости плотности (28,0—30,0  $\text{г}/\text{м}^3$ ), отмечается на уровне 850 гПа. С высотой значение  $\sigma_t$  уменьшается и имеет минимальные значения 2,0—3,0  $^{\circ}\text{C}$  ниже полярной тропопаузы. Далее изменчивость температуры возрастает и в июле—августе достигает макси-

Рис. 67. Вертикальное распределение статистических характеристик температуры и ветра.

*а* — январь, *б* — июль; 1 — средний вертикальный градиент температуры  $\bar{\gamma}_t$ , 2 — средний вертикальный векторный сдвиг скорости ветра  $\bar{\gamma}_v$ , 3 — среднее квадратическое отклонение температуры  $\sigma_t$ .



мальных значений  $4,9-5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  над полярной тропопазузой (рис. 66).

Аналогичный ход  $\sigma_t$  выявлен и в зоне тропической тропопазузы. Средние квадратические отклонения плотности с высотой уменьшаются, но над тропопазузой в слое  $10-12\text{ км}$  (летом  $9-10\text{ км}$ ) происходит их заметное увеличение.

Показательны данные о  $\bar{\gamma}_t$ ,  $\sigma_t$ ,  $\bar{\gamma}_v$ , представленные на рис. 67 для января и июля. Вертикальные профили нанесенных  $\bar{\gamma}_v$  и  $\sigma_t$  в июле имеют точки перегиба на одних и тех же уровнях — минимумы под полярной и тропической тропопазузами, максимумы — над тропопазузами. Максимумам  $\bar{\gamma}_v$  и  $\sigma_t$  соответствуют минимальные значения  $\bar{\gamma}_t$ . В январе на уровне  $250\text{ гПа}$  также отмечается наличие максимумов  $\bar{\gamma}_v$  и  $\sigma_t$ , что указывает на наличие полярной тропопазузы. Вертикальный профиль приведенных характеристик в слое  $100-70\text{ гПа}$  сглажен, так как повторяемость тропической тропопазузы в зимнее время всего  $25-33\%$  [57].

Интересно отметить, что в летний период над Алма-Атой выявляется еще один минимум изменчивости температуры в слое  $50-20\text{ гПа}$ , что указывает на существование еще одного слоя тропопазузы. На рис. 66 представлены изоплеты годового хода  $\sigma_t$ , конфигурация которых подтверждает наличие двух слоев тропопазузы и указывает на возможность существования 3-го слоя (летом).

Представляет интерес распределение средней удельной влажности по месяцам и высотам. В слое 850—10 гПа наблюдается почти синхронное изменение с высотой средних значений температуры  $\bar{t}$  и влагосодержания воздуха  $q$  [44]. Наибольшее влагосодержание отмечается на изобарической поверхности 850 гПа: в июле 6,56 г/кг, в январе 1,73 г/кг, наименьшее — зимой на уровне 250 гПа (0,01 г/кг), летом на изобарической поверхности 100 гПа (0,02 г/кг).

Как указывалось выше, над Алма-Атой четко прослеживается два слоя тропопауз — полярная и тропическая, при этом повторяемость тропической тропопаузы летом составляет 78—100 %, зимой 25—33 %.

В табл. 105 приведены средние характеристики тропопауз из работ [39, 57]. Режим полярной тропопаузы над Алма-Атой имеет очень сложный годовой ход и значительные колебания ее высот во времени. Отмечается два максимума — первичный в апреле, вторичный в октябре и два минимума — основной в августе, вторичный в январе. Надо отметить, что приведенное не соответствует известному сезонному распределению тепла и влаги в атмосфере: летом вместо повышения высоты полярной тропопаузы наблюдается ее значительное снижение, которое подтверждается ярко выраженным уменьшением среднего вертикального градиента и характером изменчивости температуры с высотой (рис. 64—66). Значительное снижение уровня тропопаузы в летний период обусловлено влиянием как орографического фронтогенеза, так и частым формированием термической депрессии к югу и северо-западу от рассматриваемого района. Средняя мощность ( $\Delta h$ ) слоя полярной тропопаузы колеблется от 2,2 км (февраль) до 1,55 км (ноябрь).

Таблица 105

Годовой ход средней высоты (гп. км) нижней границы полярной и тропической тропопауз ( $H_{п.г.}$ ) и средней высоты уровня (гп. км) максимального ветра и средней максимальной скорости ветра (м/с)

| Показатель                         | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Полярная тропопауза                |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| $H_{п.г.}$                         | 10,4  | 10,4  | 10,8  | 11,4  | 11,3  | 11,0  | 10,5  | 10,25 | 10,9  | 11,4  | 11,1  | 10,6  |
| Тропическая тропопауза             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| $H_{п.г.}$                         | 17,5  | 17,6  | 17,5  | 17,1  | 16,9  | 16,4  | 16,3  | 15,8  | 15,5  | 16,5  | 16,1  | 17,9  |
| Характеристики максимального ветра |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Средняя высота уровня ветра        | 11,46 | 11,88 | 11,27 | 11,56 | 11,79 | 12,22 | 12,56 | 12,13 | 12,18 | 11,87 | 11,47 | 11,02 |
| Средняя скорость ветра             | 34    | 37    | 39    | 35    | 29    | 34    | 39    | 44    | 37    | 32    | 31    | 39    |

Средняя температура на нижней границе полярной тропопавзы имеет хорошо выраженный годовой ход с минимумом в январе ( $-62,9^{\circ}\text{C}$ ) и максимумом в июле—августе ( $-44,0^{\circ}\text{C}$ ). В апреле значения температуры все еще близки к зимним ( $-61,4^{\circ}\text{C}$ ).

Из данных табл. 105 видно, что годовой ход средних высот нижней границы тропической тропопавзы следует за годовым ходом высот полярной тропопавзы и наиболее высокое ее положение отмечается зимой. Тропическая тропопавза характеризуется почти постоянным температурным режимом для летнего (июль,  $-59,5^{\circ}\text{C}$ ) и зимнего (декабрь,  $-60,4^{\circ}\text{C}$ ) периодов. Изменение высот тропопавз хорошо согласуется с ходом наземного давления [39], вертикальным распределением температуры и увеличением ее изменчивости.

Проведенный анализ климатического материала и результаты работ [39] и [57] позволяют сделать следующие выводы:

1) экстремальные значения высоты и температуры воздуха нижней границы полярной тропопавзы колеблются в широком диапазоне: высота от  $7,1$ — $8,0$  до  $14,0$  км, а температура от  $-30,0$  до  $-75,0^{\circ}\text{C}$ ;

2) опускание полярной тропопавзы до уровня  $7,1$ — $8,0$  км чаще происходит летом, чем зимой;

3) экстремальные значения высоты нижней границы тропической тропопавзы изменяются от  $13,0$  до  $18,0$  км, а температура от  $-46,0$  до  $-75^{\circ}\text{C}$ .

Отметим также, что сопоставление высот средних максимальных скоростей ветра и высот нижних границ полярной и тропической тропопавз (табл. 105) выявляет важную особенность: уровень, на котором наблюдается средняя максимальная скорость ветра, находится над средней высотой нижней границы полярной тропопавзы, вблизи изобарической поверхности  $200$  гПа (рис. 64).

Для Алма-Аты весьма характерны температурные инверсии, формированию которых способствуют ярко выраженная горно-долинная циркуляция и в холодную половину года преобладание антициклонических полей. Результаты анализа различных характеристик приземных и приподнятых инверсий [40] изложены в пограничном слое атмосферы.

**Направление и скорость ветра.** Прежде чем перейти к анализу ветрового режима над Алма-Атой, приведем некоторые особенности синоптических процессов, протекающих над Казахстаном.

Зимой на севере Казахстана в средней и верхней тропосфере явно намечается ложбинообразный прогиб, обусловленный термобарическим минимумом над северным полюсом, частная ложбина которого вытянута к югу на районы Карского моря, достигающая часто широты Аральского моря. В результате затора холода с севера, в вершине ложбинообразного прогиба возникает значительный контраст температуры и в этой области формируется фронтальная зона. В теплый период тропосферная фронтальная

зона смещается к северу, а в районе Аральского моря летом намечается даже небольшой гребнеобразный прогиб, в то же время на южные и юго-восточные районы Казахстана перемещается субтропическая фронтальная зона, с которой связаны субтропические струйные течения. Термические и барические градиенты в основном направлены с юга на север, в зимнее время — с восточной составляющей. Такое положение термобарического поля является как бы фоном, на который в значительной степени накладываются активные процессы преобразования термобарического поля, сопровождающиеся возникновением циклонов и антициклонов и их смещением.

За рассматриваемое десятилетие (1961—1970 гг.) в сезоны зимы, весны и лета, чаще, чем обычно на районы Казахстана, осуществлялись северо-западные и северные вторжения масс арктического воздуха, оформленные барически в антициклоны. В это время в средней и верхней тропосфере отмечалось формирование контрастных фронтальных зон, нередко достигающих юго-востока Казахстана.

Характер распределения ветра в слое 850—10 гПа наглядно проиллюстрирован рис. 68. К исследованиям привлечены также данные аэроклимсправочника [11] о повторяемости направлений ветра по румбам (%) для слоя 3—10 км над уровнем моря, приведенные на рис. 69, причем точки, соответствующие значениям повторяемости направлений, соединены прямыми. Очевидно, что преобладающему направлению ветра соответствует наиболее высокое положение кривой.

Выше отмечалось, что на уровне 1,15 км над поверхностью земли почти в равной степени преобладают северо-восточные, восточные, юго-западные и западные направления ветра. Однако на рис. 68 направление результирующего вектора ветра указывает все же на господство западных направлений, весной и осенью с северной составляющей.

На уровне 3 км уже наблюдается западное, затем юго-западное направление и на высоте 5 км явно видно преобладание западных потоков (рис. 69). Это указывает на наличие в слоях от 3 до 5 км ведущего потока, на который на высоте 3 км оказывают определенное влияние орографические особенности рассматриваемого района, чем и объясняется добавление южной составляющей к вектору западного направления вблизи горного массива, что хорошо согласуется с анализом режима ветра в пограничном слое над Алма-Атой. Очень хорошо сказанное подтверждается высоким положением кривой на рис. 69 и согласованным западным направлением ветра в течение всего года в слое 700—500 гПа на рис. 68.

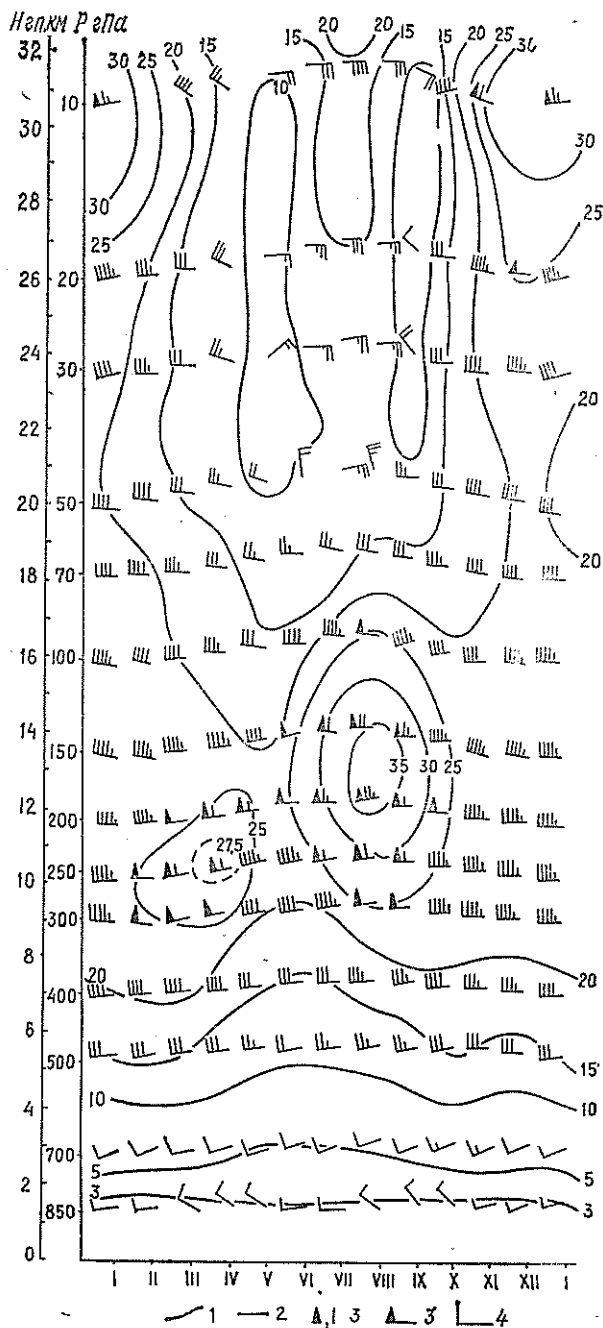
В слое от 5 до 18 км прослеживается приоритет западного переноса (260—280°, рис. 68), хотя рис. 69 указывает на возросшую значимость северо-западных, юго-западных направлений.

В слое 20—30 км в летнее время устанавливается восточное течение (наиболее продолжительное на высоте 30 км — май —



Рис. 68. Годовой ход скалярной скорости ветра  $\bar{v}_s$  (м/с) и направления результирующего вектора ветра  $\theta$  ( $0^\circ$ ) на главных изобарических поверхностях.

1 — изотакти скалярной скорости ветра, 2 — направленные результирующего вектора ветра, 3, 4 — скалярная скорость ветра 25 и 5 м/с соответственно.



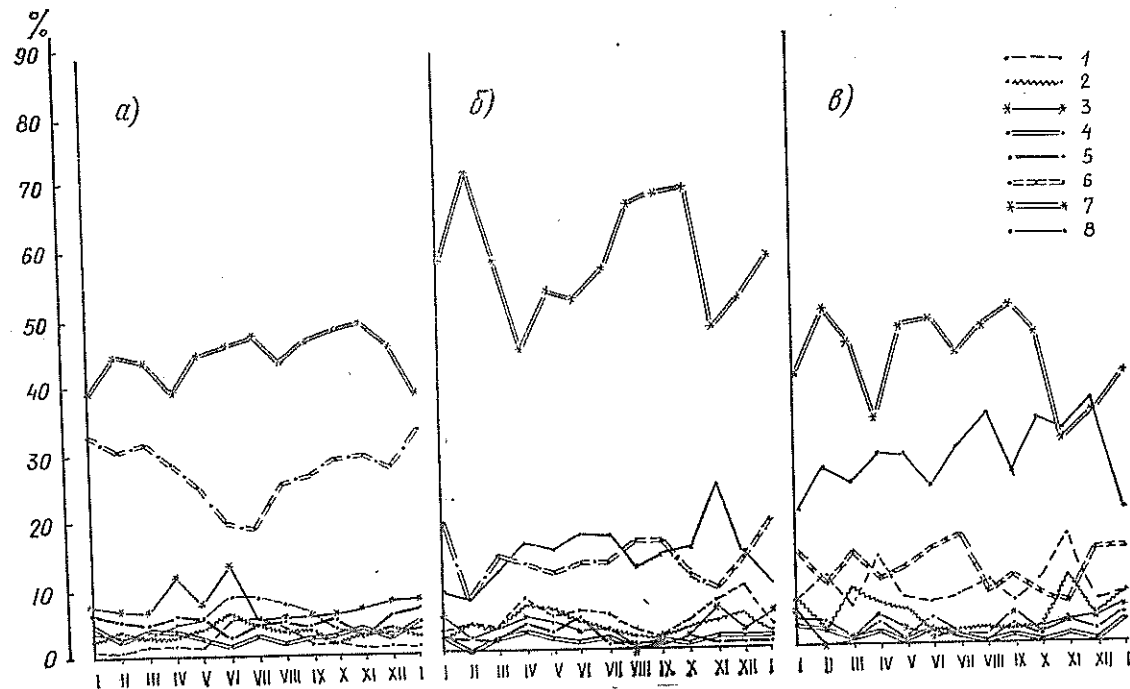


Рис. 69. Годовой ход повторяемости (%) направлений ветра.

1 — северное, 2 — северо-восточное, 3 — восточное, 4 — юго-восточное, 5 — южное, 6 — юго-западное, 7 — западное, 8 — северо-западное на высоте 3 км над поверхностью земли (а), 5 км (б) и 10 км (в).

сентябрь), что связано с перестройкой термического поля и обращением термического градиента в стратосфере.

Итак, отличительной чертой режима ветра в свободной атмосфере над Алма-Атой является абсолютное преобладание западного переноса за исключением нижней стратосферы (30—80 гПа), где в летнее время наблюдается восточное течение. Сказанное согласуется с исследованиями ветрового режима в слое тропосферы [9, 22].

Весьма показательна картина распределения средней скорости ветра по высоте в течение года, представленная на рис. 68 в виде поля изотак средней скалярной скорости ветра  $\bar{v}_s$  по данным [44].

В целом во всем рассматриваемом слое до высоты 9 км наблюдается увеличение скорости ветра. В слое 850—700 гПа значения  $\bar{v}_s$  очень небольшие: от 2,5—3,3 м/с на уровне 850 гПа до 5,1—6,6 м/с на уровне 700 гПа, с годовой амплитудой соответственно 0,8—1,5 м/с и минимумом изменчивости скорости 2—4 м/с. Основным фактором, обуславливающим малые скорости воздушных потоков в слое 850—700 гПа, является влияние орографии, т. е. близость широтно расположенных мощных горных систем, которые оказывают тормозящее влияние на продвижение воздушных масс и фронтальных разделов [22].

Заметное увеличение средней скорости ветра отмечается на уровнях 500 (11,1—15,7 м/с) и 400 гПа (14,4—20,5 м/с). Постепенное нарастание средней скорости ветра происходит от зимы к весне и от лета к осени, и максимумы отмечаются ранней весной и осенью. Наибольшие скорости ветра наблюдаются тогда, когда над этими районами располагаются контрастные высотные фронтальные зоны.

Слой 300—100 гПа характеризуется наибольшими средними скалярными скоростями с ярко выраженными двумя максимумами с замкнутыми изотаксами 27 и 35 м/с и с наибольшей изменчивостью ветра  $\sigma_s$  (13,0—15,0 м/с).

Формирование области наиболее сильных ветров над Алма-Атой, простирающейся в слое 300—100 гПа, с замкнутой изотаксой 35 м/с, происходит вследствие смещения к северу азиатской ветви субтропического течения [18], профиль которого хорошо виден из рис. 68. Кроме того, на дополнительное усиление струйного течения влияет и орографический фронтогенез [41].

Проявление струйного течения со скоростями 25—26 м/с начинается обнаруживаться в июне в слое 200—150 гПа, достигая максимального развития в августе, где струйное течение захватывает толщу атмосферы от 300 до 100 гПа, со средними скоростями 26—36 м/с и с соответствующим модулем результирующего вектора 23—33 м/с, и заканчивается в октябре в слое 200—150 гПа со скоростями 24—25 м/с. На наличие струйного течения в слое 300—100 гПа указывает также анализ табл. 106: самые сильные западные потоки отмечаются в августе—122 м/с на уровне 100 гПа, 114 м/с на уровне 150 гПа, 104 м/с на уровне 200 гПа.

Таблица 106

Абсолютные максимумы скорости ветра (м/с) для каждой изобарической поверхности (850—20 гПа)

|                       |     |        |     |     |     |      |      |      |    |    |    |    |
|-----------------------|-----|--------|-----|-----|-----|------|------|------|----|----|----|----|
| $P$ гПа . .           | 850 | 700    | 500 | 300 | 250 | 200  | 150  | 100  | 70 | 50 | 30 | 20 |
| $v_{\text{макс}}$ . . | 45  | 31     | 63  | 90  | 94  | 104  | 114  | 122  | 88 | 77 | 77 | 77 |
| Месяц . .             | VII | I, XII | XI  | III | XI  | VIII | VIII | VIII | VI | I  | I  | I  |

Вторая, менее мощная область сильных ветров со средними скалярными скоростями 25—28 м/с и модулем результирующего вектора 21—23 м/с, а также значительной изменчивостью (13—14 м/с), прослеживается в слое 300—200 гПа в феврале—апреле. Последняя обусловлена частым перемещением мощных фронтальных зон с меридианальной составляющей, их активизацией над рассматриваемым районом.

Вследствие летнего обращения горизонтального градиента температуры в нижней стратосфере с высотой значение средней скорости ветра уменьшается и вблизи 30 гПа отмечается ее минимум. В мае и сентябре в слое 50—10 гПа прослеживаются минимумы с замкнутыми изотаксами 10 м/с с модулем результирующего вектора 0,5—3,0 м/с. Выше уровня 30 гПа средняя скалярная скорость ветра увеличивается и в зимнее время на изобарической поверхности 10 гПа составляет 31—33 м/с.

Интересно отметить близость значений скалярной и векторной скоростей ветра ( $\bar{v}_s$  и  $\bar{v}_r$ ) в слое 300—100 гПа, что еще раз подтверждает наличие доминирующего западного направления ветра в этом слое, тогда как и в слое от 50 до 10 гПа летом разница между  $\bar{v}_s$  и  $\bar{v}_r$  весьма значительна, что, в свою очередь, говорит о существовании нескольких основных, противоположных по направлению, переносах воздушных масс.

Сложный режим ветра в свободной атмосфере довольно хорошо подтверждается распределением вертикального градиента температуры  $\gamma_v$ , а также средним вертикальным векторным сдвигом скорости ветра  $\bar{\gamma}_v$  (рис. 67).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Климат Алма-Аты резко континентальный. Абсолютный максимум  $42^{\circ}\text{C}$ , абсолютный минимум  $-38^{\circ}\text{C}$ . Континентальность климата резко выражена в северной части города в связи с расположением его в зоне перехода горных склонов к равнине. Город Алма-Ата подвержен действию горно-долинной циркуляции, характеризующейся перемещением воздуха днем с долин в сторону гор, ночью — обратно. Самым холодным месяцем в году является январь, самым жарким — июль. Вегетационный период длится в среднем 252 дня, а знойная погода, когда наблюдается температура воздуха  $30^{\circ}\text{C}$  и выше — 36 дней. Наиболее засушливый месяц — август, в среднем в течение месяца выпадает 26 мм осадков. Максимум осадков в апреле — мае, второй, меньший по величине, максимум отмечается в октябре — ноябре.

Туманы наблюдаются преимущественно в холодное время года, в среднем 50—70 дней в году, с колебаниями  $\pm 40$  дней в отдельные годы. Сезон гроз начинается с апреля и продолжается по сентябрь, за год отмечается по 23—45 грозовых суток. Максимум гроз в мае — июле.

Средняя дата появления устойчивого снежного покрова 30 октября, схода — 2 апреля. В целом климат Алма-Аты можно охарактеризовать как малооблачный, повторяемость пасмурного состояния неба по нижней облачности составляет всего 12 % летом и 20—30 % в остальное время года.

Сильные ветры скоростью 15 м/с и более наблюдаются 15 дней в течение года, преимущественно летом во второй половине дня.

В формировании «острова тепла» в центре города зимой большую роль играет рост города за последние 40 лет, т. е. огромное число каменных сооружений, железных крыш, асфальтированных покрытий и отходы производства и автотранспорта. За эти же годы прозрачность воздушного бассейна зимой уменьшилась в 1,4 раза. Однако преобладающей в формировании климата Алма-Аты остается роль рельефа. Перепад высот внутри города сравнительно невелик (180 м), но расположение города в зоне перехода горного склона к равнине обуславливает значительные контрасты температуры между станциями Алма-Ата, ГМО и Алма-Ата, аэропорт. Так, 13 января 1956 г. в 7 ч утра на ст. Алма-Ата, ГМО была зарегистрирована температура  $+0,6^{\circ}\text{C}$ , а на ст. Алма-Ата, аэропорт  $-20,0^{\circ}\text{C}$ . Годовая сумма осадков южной части города почти в 2 раза превышает таковую северных окраин.

Летом в ясную погоду температура в центре города на  $0,5-1,0^{\circ}\text{C}$  ниже, чем на южных окраинах, и на  $2-3^{\circ}\text{C}$  выше, чем на северных окраинах. Этот эффект оазиса связан с охлаждающим влиянием испарения с растительности, фонтанов и парковых зон города. С развитием строительства города необходимо продолжать традицию одновременного увеличения площади зеленых насаждений, числа и мощности фонтанов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенштат Б. А. Биоклиматическое районирование территории Средней Азии. — Труды САРНИГМИ, 1978, вып. 57 (138), с. 3—24.
2. Алисов Б. П., Берлин И. А., Михель В. М. Курс климатологии/Под ред. Е. С. Рубинштейн. — Л.: Гидрометеониздат, 1954, ч. 3. — 320 с.
3. Анапольская Л. Е., Мандель Д. Г. Методика оценки температурно-влажностного режима наружного воздуха. — Труды ГГО, 1969, вып. 250, с. 105—122.
4. Анапольская Л. Е., Пашинна О. Б. Особенности годового и суточного хода температурно-влажностного режима в различных климатических условиях. — Труды ГГО, 1970, вып. 268, с. 86—145.
5. Анапольская Л. Е., Сократилина З. И. Методика оценки суровости климата для определения условий работы механизмов и машин. — Труды ГГО, 1967, вып. 210, с. 109—121.
6. Афанасьева И. А., Русманова Т. С. Природно-климатические условия южной пригородной зоны отдыха г. Алма-Аты. — В кн.: Климат и город. М., 1974, с. 12—14.
7. Ахмеджанов Х. А. Гидрометеорологические исследования в Казахстане (предисл. к сб.). — Труды КазНИГМИ, 1970, вып. 36, с. 3—4.
8. Ахмеджанов Х. А., Дегтярев В. И. Об оценке факторов, формирующих микроклимат г. Алма-Аты. — Метеорология и гидрология, 1979, № 1, с. 66—71.
9. Ахмеджанов Х. А., Гельмгольц Н. Ф. Особенности климатических условий г. Алма-Аты и их роль в загрязнении воздушного бассейна города. — Труды КазНИГМИ, 1970, вып. 36, с. 127—136.
10. Ахмеджанов Х. А., Саламатин А. М. Расслоение тропосферы для среднеклиматических условий. — Труды КазНИИ, 1980, вып. 66, с. 3—16.
11. Аэроклиматический справочник СССР. — Л.: Гидрометеониздат, 1957, вып. 5, с. 185—187.
12. Байдал М. Х. Календарные особенности климата Алма-Аты. — Алма-Ата: Казахстан, 1976. — 36 с.
13. Безуглая Э. Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. — Л.: Гидрометеониздат, 1980. — 182 с.
14. Белоус И. М. Гололедно-изморозевые явления и обледенение проводов на территории Казахстана. — Автореф. дис. на соискание учен. степени канд. геогр. наук. — Л., 1969.
15. Белоус И. М. Районирование территории Казахстана по гололедным нагрузкам. — В кн.: Вопросы гидрометеорологии Казахстана. Алма-Ата, 1965. — 62 с.
16. Берлянд М. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. — Л.: Гидрометеониздат, 1975. — 448 с.
17. Биоклиматический атлас Средней Азии. — Л.: Гидрометеониздат, 1973. — 156 с.
18. Бугаев В. А. Образование струйного течения в атмосфере под влиянием горных массивов Средней и Центральной Азии. — Метеорология и гидрология, 1958, № 5, с. 3—11.
19. Гавашели Ш. Г. Загрязнение воздуха и предсказание ожидаемого роста уровня некоторых примесей в г. Тбилиси. — Труды ЗакНИГМИ, 1980, вып. 66 (72), с. 3—17.
20. Гаврилов В. А. Прозрачность атмосферы и видимость. — Л.: Гидрометеониздат, 1958. — 168 с.
21. Гельмгольц Н. Ф. Горно-долинная циркуляция северных склонов Тянь-Шаня. — Л.: Гидрометеониздат, 1963. — 329 с.
22. Гельмгольц Н. Ф. Горно-долинная циркуляция в предгорной зоне. — Труды КазНИГМИ, 1961, вып. 14, с. 47—62.
23. Гельмгольц Н. Ф., Нурумов С. Ж. О некоторых закономерностях ветрового самоочищения атмосферы г. Алма-Аты. — Труды КазНИГМИ, 1971, вып. 64, с. 9—16.

24. Горленко С. М. К вопросу об устойчивости реального солнечного кадастра. — Бюл. постоянной актинометрической комиссии, 1933, № 1, с. 6—14.
25. Дегтярев В. И. О роли метеорологических факторов в опасном загрязнении Алма-Аты. — Труды КазНИГМИ, 1978, № 2, с. 116—128.
26. Дейчева В. Г. Некоторые характеристики значительных осадков на территории Казахстана. — Труды КазНИГМИ, 1977, вып. 63, с. 62—74.
27. Заварина М. В. — Строительная климатология. — Л.: Гидрометеониздат, 1976. — 312 с.
28. Заварина М. В., Глухов В. Г. Рекомендации по расчету гололедных нагрузок на высотные сооружения. — Л.: Гидрометеониздат, 1976. — 24 с.
29. Калитин Н. Н. Учет сумм тепла солнечной радиации. — Изв. научно-мелиорационного ин-та, 1923, вып. 5, с. 49—73.
30. Климат Казахстана/Под ред. А. С. Утешева. — Л.: Гидрометеониздат, 1959. — 368 с.
31. Климатические волны холода, тепла и влажные периоды на территории Казахстана (приложение с месячными прогнозами погоды). — Алма-Ата, 1974. — 39 с.
32. Климат Бреста/Под ред. Ц. А. Швер, И. А. Савинского. — Л.: Гидрометеониздат, 1979. — 160 с.
33. Климат Минска/Под ред. М. А. Гольдберга. — Минск: Высшая школа, 1976. — 288 с.
34. Климат Новосибирска/Под ред. С. Д. Кашиńskiego, К. Ш. Хайруллина, Ц. А. Швер — Л.: Гидрометеониздат, 1979. — 223 с.
35. Климат Ярославля/Под ред. Ц. А. Швер. — Л.: Гидрометеониздат, 1979. — 140 с.
36. Комиссарова Л. Н. Опасные явления погоды на территории Казахстана, обусловленные выходом южных циклонов различных типов. — Труды КазНИГМИ, 1978, вып. 72, с. 100—115.
37. Липовская В. И. Кратковременные снеговые нагрузки. — Труды ГГО, 1971, вып. 283, с. 35—41.
38. Липовская В. И. Учет сильных снегопадов при определении снеговых нагрузок. — Информ. письмо ГУГМС № 19. М.: Гидрометеониздат, 1972, с. 152—157.
39. Маслова Т. В. Аэроклиматическая характеристика тропопавзы над Алма-Атой и Кустанаем. — Алма-Ата, 1968, с. 3—7.
40. Маслова Т. В. Изучение потенциала загрязнения воздуха. — Алма-Ата, 1974, с. 7—17, 46—85.
41. Морозова М. И., Петросянц М. А., Чернышева О. Н. Среднее поле ветра над горными системами Средней и Центральной Азии. — Труды ИМАН УзССР, 1962, вып. 25, с. 23—44.
42. Мусаелин Ш. А. Планетарные орографические волны в западном потоке. — В кн.: Вопросы динамической метеорологии. М.: Изд-во АН СССР, 1960, с. 21—54.
43. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 3. ч. 1. Л.: 1969. — 308 с.
44. Новый аэроклиматический справочник свободной атмосферы над СССР. — М.: Гидрометеониздат, 1980, т. 1—3, с. 17—20.
45. Пивоварова З. И. Характеристика радиационного режима на территории СССР применительно к запросам строительства. — Л.: Гидрометеониздат, 1973. — 127 с. — (Труды ГГО. Вып. 321).
46. Платонова А. Ф., Тулина Л. П. Распределение высоких температур воздуха по территории Казахстана. — Труды КазНИГМИ, 1978, вып. 72, с. 3—20.
47. Раунер Ю. Л., Чернавская М. М. Тепловой баланс города и влияние городского озеленения на температурный режим. — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1972, № 5, с. 46—53.
48. Рекомендации по описанию климата большого города. — Л., 1976. — 143 с.
49. Романов Н. Н. Пыльные бури в Средней Азии. — Ташкент: СамГУ, 1960. — 198 с.

50. Семенов О. Е., Тулина Л. П. Пространственное и временное распределение опасных и особо опасных пыльных бурь на территории Казахстана. — Труды КазНИГМИ, 1978, вып. 71, с. 62—74.

51. Справочник по климату СССР. Вып. 18, ч. 1—4. — Л.: Гидрометеониздат, 1966—1968, с. 117, 550, 568, 669.

52. Ткаченко Н. С., Федюшина Л. П. Некоторые характеристики температуры и промерзания почвы в предгорьях Заилийского Алатау. — Труды КазНИГМИ, 1965, вып. 22, с. 106—111.

53. Трифонова Т. М., Гашинская Э. Н. Режим низких температур на территории Казахстана. — Труды КазНИГМИ, 1978, вып. 72, с. 21—30.

54. Тулина Л. П., Ткаченко Н. С. О температурных контрастах в районе г. Алма-Аты и его пригородах. — Труды КазНИИ, 1980, вып. 66, с. 74—83.

55. Федюшина Л. П. Распределение пыльных бурь на территории Алма-Атинской и Джамбулской областей как одной из форм проявления дефляции почв. — Труды КазНИГМИ, 1972, вып. 49, с. 76—83.

56. Чеботарева З. П. Плотность застройки и микроклимат территории жилых микрорайонов в оазисах Средней Азии. — В кн.: Климат и город, М., 1974, с. 131—133.

57. Чередищенко В. С. Тропопауза и максимальный ветер над Казахстаном. — Алма-Ата, 1975, с. 114—155.

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

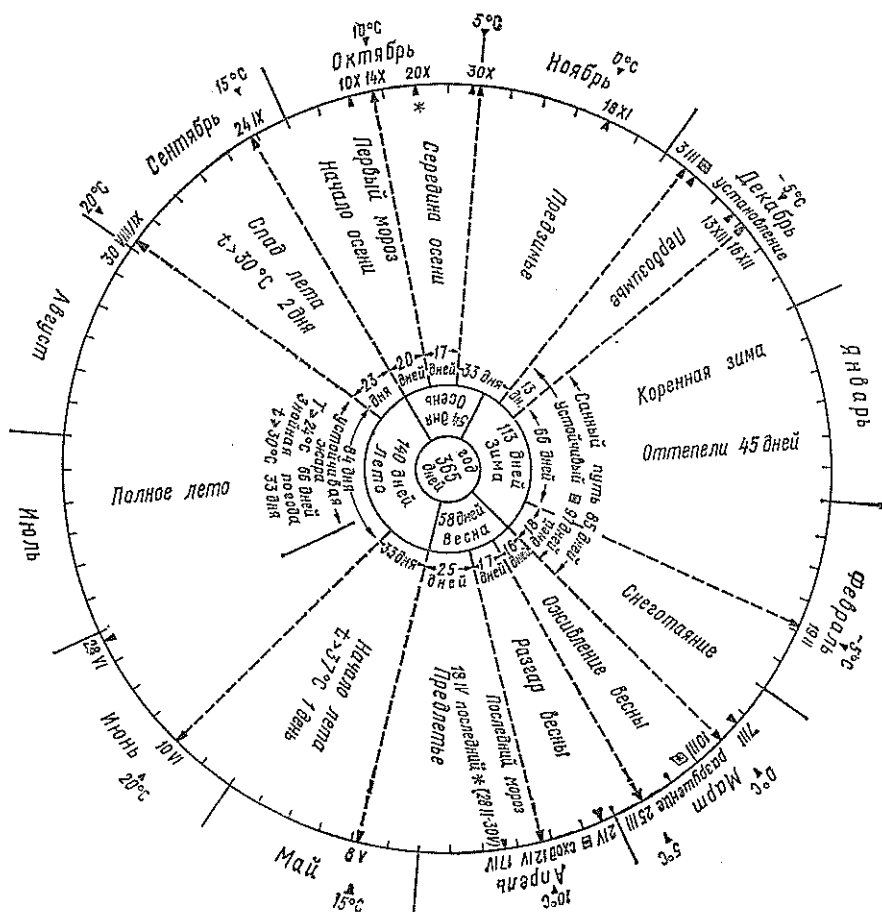
59. Швер Ц. А. Исследование результатов наблюдений по дождемеру и осадкомеру. — Л.: Гидрометеониздат, 1965. — 170 с.

60. Швер Ц. А. Расчет увлажнения стен косыми дождями. — Информ. письмо ГУГМС № 19. М.: Гидрометеониздат, 1972, с. 145—152.

61. Шкловер А. М. Теплотехнический расчет наружных ограждений в южных районах. — Строительная промышленность, 1951, № 3, с. 81—86.



# ПРИЛОЖЕНИЕ. ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ



Календарь климатических сезонов г. Алма-Аты.

**Таблица 1**  
**Радиационный режим**  
**Почасовая продолжительность (ч) солнечного сияния**

| Месяц | Интервал времени, ч |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|---------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 4-5                 | 5-6  | 6-7  | 7-8  | 8-9  | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 |
| I     |                     |      |      | 0,1  | 7,4  | 13,8 | 15,9  | 17,7  | 17,7  | 17,1  | 14,8  | 8,8   | 0,8   | 0,03  |
| II    |                     |      |      | 3,5  | 10,0 | 12,9 | 15,0  | 16,0  | 15,6  | 15,2  | 14,1  | 10,6  | 3,8   |       |
| III   |                     |      | 2,0  | 9,8  | 14,3 | 15,9 | 16,6  | 16,4  | 15,6  | 14,9  | 13,9  | 11,8  | 8,4   | 2,0   |
| IV    |                     | 0,4  | 10,8 | 16,9 | 18,5 | 19,4 | 19,3  | 19,0  | 18,8  | 18,0  | 16,6  | 15,1  | 12,8  | 8,6   |
| V     | 0,02                | 5,4  | 16,7 | 19,3 | 20,6 | 21,4 | 21,7  | 21,4  | 20,6  | 19,3  | 17,6  | 17,0  | 15,7  | 14,2  |
| VI    | 1,0                 | 13,8 | 20,2 | 21,9 | 23,0 | 23,4 | 23,7  | 23,2  | 22,1  | 20,9  | 20,3  | 19,3  | 18,2  | 16,3  |
| VII   | 0,4                 | 11,8 | 22,1 | 24,5 | 25,2 | 25,7 | 26,6  | 26,0  | 24,9  | 23,7  | 23,3  | 22,6  | 21,2  | 19,0  |
| VIII  |                     | 2,4  | 19,8 | 23,9 | 25,0 | 25,5 | 26,1  | 26,2  | 25,4  | 24,5  | 23,7  | 23,1  | 21,7  | 19,0  |
| IX    |                     | 0,01 | 9,4  | 21,0 | 23,8 | 24,6 | 24,9  | 25,0  | 24,3  | 23,6  | 22,8  | 21,7  | 19,1  | 8,4   |
| X     |                     |      | 0,5  | 12,4 | 20,0 | 21,4 | 22,1  | 22,7  | 21,7  | 21,6  | 20,5  | 18,2  | 11,5  | 0,8   |
| XI    |                     |      |      | 1,2  | 11,0 | 15,2 | 16,8  | 17,5  | 17,5  | 16,8  | 15,4  | 11,2  | 2,6   |       |
| XII   |                     |      |      |      | 6,6  | 13,5 | 16,0  | 16,8  | 16,9  | 16,0  | 13,2  | 7,7   | 0,4   |       |
| Год   | 1                   | 34   | 102  | 154  | 205  | 233  | 245   | 248   | 241   | 232   | 216   | 187   | 136   | 88    |

**Таблица 2**  
**Средняя месячная интенсивность прямой радиации (кВт/м<sup>2</sup>)**  
**на перпендикулярную поверхность, вычисленная за периоды 1940—1950 гг.**  
**(числитель) и 1962—1972 гг. (знаменатель)**

| Ме-<br>сяц | Высота солнца, ° |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|            | 5                | 10           | 15           | 20           | 25           | 30           | 35           | 40           | 45           | 50           | 55           | 60           | 65           | 70           |
| I          | 0,41<br>0,13     | 0,61<br>0,29 | 0,75<br>0,37 | 0,82<br>0,51 | 0,87<br>0,58 | —<br>0,64    |              |              |              |              |              |              |              |              |
| II         | 0,39<br>0,14     | 0,56<br>0,29 | 0,68<br>0,39 | 0,77<br>0,47 | 0,82<br>0,54 | 0,86<br>0,59 | 0,89<br>0,64 |              |              |              |              |              |              |              |
| III        | 0,40<br>0,17     | 0,55<br>0,30 | 0,68<br>0,40 | 0,74<br>0,48 | 0,79<br>0,54 | 0,84<br>0,59 | 0,87<br>0,64 | 0,89<br>0,67 | 0,92<br>0,70 | 0,73<br>—    |              |              |              |              |
| IV         | 0,31<br>0,19     | 0,47<br>0,36 | 0,60<br>0,50 | 0,68<br>0,58 | 0,73<br>0,64 | 0,78<br>0,69 | 0,82<br>0,75 | 0,84<br>0,78 | 0,87<br>0,81 | 0,89<br>0,83 | 0,91<br>0,84 | —<br>0,86    |              |              |
| V          | 0,31<br>—        | 0,45<br>0,34 | 0,57<br>0,50 | 0,65<br>0,61 | 0,70<br>0,67 | 0,75<br>0,72 | 0,79<br>0,75 | 0,82<br>0,80 | 0,85<br>0,82 | 0,87<br>0,85 | 0,88<br>0,87 | 0,89<br>0,89 | 0,91<br>0,91 |              |
| VI         | 0,32<br>—        | 0,47<br>0,43 | 0,61<br>0,57 | 0,68<br>0,67 | 0,73<br>0,73 | 0,76<br>0,75 | 0,79<br>0,77 | 0,81<br>0,80 | 0,82<br>0,82 | 0,84<br>0,83 | 0,86<br>0,85 | 0,87<br>0,87 | 0,89<br>0,89 | 0,90<br>0,90 |
| VII        | 0,32<br>0,17     | 0,47<br>0,37 | 0,58<br>0,52 | 0,66<br>0,64 | 0,71<br>0,69 | 0,75<br>0,73 | 0,78<br>0,77 | 0,81<br>0,80 | 0,83<br>0,82 | 0,85<br>0,84 | 0,87<br>0,87 | 0,89<br>0,89 | 0,91<br>0,91 | 0,92<br>0,92 |
| VIII       | 0,32<br>0,29     | 0,48<br>0,45 | 0,57<br>0,55 | 0,64<br>0,62 | 0,69<br>0,67 | 0,73<br>0,70 | 0,76<br>0,74 | 0,79<br>0,77 | 0,81<br>0,80 | 0,82<br>0,82 | 0,84<br>0,84 | 0,86<br>0,86 | —<br>0,87    |              |
| IX         | 0,31<br>0,21     | 0,45<br>0,36 | 0,59<br>0,46 | 0,67<br>0,54 | 0,73<br>0,61 | 0,77<br>0,66 | 0,80<br>0,72 | 0,82<br>0,76 | 0,86<br>0,80 | 0,89<br>0,83 | —<br>0,86    |              |              |              |
| X          | 0,36<br>0,26     | 0,50<br>0,36 | 0,64<br>0,45 | 0,71<br>0,54 | 0,76<br>0,62 | 0,81<br>0,69 | 0,85<br>0,76 | 0,89<br>0,82 |              |              |              |              |              |              |
| XI         | 0,42<br>0,22     | 0,59<br>0,35 | 0,70<br>0,45 | 0,77<br>0,54 | 0,82<br>0,61 | 0,87<br>0,67 |              |              |              |              |              |              |              |              |
| XII        | 0,44<br>0,14     | 0,61<br>0,28 | 0,73<br>0,40 | 0,81<br>0,51 | 0,87<br>0,59 |              |              |              |              |              |              |              |              |              |

Таблица 3

Интенсивность рассеянной радиации (кВт/м<sup>2</sup>) в зависимости  
от массы атмосферы

| Месяц | Масса атмосферы |      |      |      |      |      |              |      |      |      |      |      |      |
|-------|-----------------|------|------|------|------|------|--------------|------|------|------|------|------|------|
|       | 8               | 5    | 4    | 3    | 2    | 1,5  | пол-<br>день | 1,5  | 2    | 3    | 4    | 5    | 8    |
| I     | 0,04            | 0,06 | 0,10 | 0,14 | —    | —    | 0,19         | —    | —    | 0,14 | 0,10 | 0,08 | 0,04 |
| II    | 0,03            | 0,07 | 0,09 | 0,13 | 0,20 | —    | 0,22         | —    | 0,20 | 0,13 | 0,08 | 0,07 | 0,04 |
| III   | 0,03            | 0,07 | 0,08 | 0,11 | 0,19 | 0,22 | 0,27         | 0,23 | 0,18 | 0,12 | 0,08 | 0,07 | 0,03 |
| IV    | 0,03            | 0,06 | 0,07 | 0,10 | 0,14 | 0,18 | 0,30         | 0,17 | 0,16 | 0,12 | 0,07 | 0,06 | 0,03 |
| V     | 0,03            | 0,06 | 0,06 | 0,09 | 0,14 | 0,15 | 0,28         | 0,16 | 0,14 | 0,11 | 0,07 | 0,06 | 0,03 |
| VI    | 0,03            | 0,06 | 0,06 | 0,10 | 0,13 | 0,15 | 0,22         | 0,16 | 0,14 | 0,10 | 0,07 | 0,06 | 0,03 |
| VII   | 0,03            | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,12 | 0,15 | 0,17         | 0,15 | 0,13 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,03 |
| VIII  | 0,03            | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,12 | 0,13 | 0,18         | 0,14 | 0,13 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,03 |
| IX    | 0,03            | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,12 | 0,15 | 0,17         | 0,15 | 0,13 | 0,09 | 0,07 | 0,06 | 0,03 |
| X     | 0,03            | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,13 | 0,18 | 0,17         | 0,19 | 0,14 | 0,10 | 0,08 | 0,06 | 0,03 |
| XI    | 0,03            | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,17 | —    | 0,17         | —    | 0,13 | 0,10 | 0,07 | 0,06 | 0,03 |
| XII   | 0,02            | 0,07 | 0,09 | 0,13 | —    | —    | 0,15         | —    | —    | 0,12 | 0,08 | 0,06 | 0,03 |

Таблица 4

Средние многолетние дневные суммы рассеянной радиации  
[МДж/(м<sup>2</sup> · 10<sup>-2</sup>)]. Алма-Ата, ГМО

| Период,<br>годы | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| 1942—1954       | 377 | 545 | 612 | 708 | 763 | 767 | 645 | 587  | 465 | 398 | 331 | 302 |
| 1942—1977       | 356 | 515 | 633 | 733 | 821 | 809 | 721 | 624  | 520 | 415 | 318 | 285 |

Таблица 5

Интенсивность суммарной радиации (кВт/м<sup>2</sup>) при ясном небе

| Месяц | Время, ч |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|-------|----------|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
|       | 5        | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |  |  |

1945—1954 гг.

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|
| I    |      |      |      | 0,02 | 0,14 | 0,29 | 0,40 | 0,47 | 0,47 | 0,40 | 0,28 | 0,16 | 0,02 |      |      |      |  |  |
| II   |      |      | 0,01 | 0,08 | 0,28 | 0,44 | 0,56 | 0,61 | 0,63 | 0,57 | 0,43 | 0,28 | 0,09 | 0,01 |      |      |  |  |
| III  |      |      | 0,06 | 0,23 | 0,43 | 0,57 | 0,70 | 0,75 | 0,77 | 0,70 | 0,57 | 0,43 | 0,24 | 0,06 |      |      |  |  |
| IV   |      | 0,02 | 0,16 | 0,36 | 0,56 | 0,72 | 0,82 | 0,89 | 0,89 | 0,84 | 0,72 | 0,56 | 0,37 | 0,16 | 0,03 |      |  |  |
| V    | 0,01 | 0,09 | 0,27 | 0,47 | 0,63 | 0,77 | 0,87 | 0,94 | 0,94 | 0,89 | 0,77 | 0,63 | 0,45 | 0,26 | 0,09 | 0,01 |  |  |
| VI   | 0,02 | 0,13 | 0,30 | 0,49 | 0,64 | 0,79 | 0,89 | 0,94 | 0,96 | 0,89 | 0,79 | 0,66 | 0,50 | 0,31 | 0,14 | 0,02 |  |  |
| VII  | 0,01 | 0,10 | 0,29 | 0,47 | 0,63 | 0,77 | 0,87 | 0,93 | 0,92 | 0,87 | 0,77 | 0,63 | 0,47 | 0,28 | 0,12 | 0,01 |  |  |
| VIII |      | 0,03 | 0,20 | 0,38 | 0,54 | 0,70 | 0,80 | 0,86 | 0,85 | 0,79 | 0,68 | 0,54 | 0,37 | 0,19 | 0,05 | 0,01 |  |  |
| IX   |      | 0,01 | 0,09 | 0,28 | 0,45 | 0,61 | 0,72 | 0,78 | 0,78 | 0,72 | 0,61 | 0,44 | 0,26 | 0,08 | 0,01 |      |  |  |
| X    |      |      | 0,02 | 0,14 | 0,33 | 0,47 | 0,57 | 0,64 | 0,64 | 0,57 | 0,47 | 0,30 | 0,12 | 0,01 |      |      |  |  |
| XI   |      |      |      | 0,02 | 0,16 | 0,33 | 0,43 | 0,49 | 0,49 | 0,42 | 0,31 | 0,15 | 0,03 |      |      |      |  |  |
| XII  |      |      |      | 0,01 | 0,09 | 0,26 | 0,33 | 0,40 | 0,40 | 0,35 | 0,24 | 0,10 | 0,01 |      |      |      |  |  |

| Месяц         | Время, ч |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |  |  |
|---------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|--|
|               | 5        | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   |  |  |  |  |
| 1966—1975 гг. |          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |  |  |
| I             |          |      |      | 0,01 | 0,12 | 0,24 | 0,34 | 0,38 | 0,38 | 0,33 | 0,22 | 0,09 | 0,01 |      |      |      |  |  |  |  |
| II            |          |      | 0,01 | 0,05 | 0,20 | 0,34 | 0,43 | 0,50 | 0,50 | 0,43 | 0,31 | 0,16 | 0,05 | 0,01 |      |      |  |  |  |  |
| III           |          | 0,01 | 0,05 | 0,21 | 0,37 | 0,54 | 0,65 | 0,71 | 0,72 | 0,65 | 0,54 | 0,36 | 0,20 | 0,05 | 0,01 |      |  |  |  |  |
| IV            |          | 0,02 | 0,15 | 0,35 | 0,57 | 0,70 | 0,75 | 0,87 | 0,86 | 0,80 | 0,68 | 0,51 | 0,33 | 0,14 | 0,02 | 0,01 |  |  |  |  |
| V             | 0,01     | 0,07 | 0,27 | 0,47 | 0,65 | 0,80 | 0,91 | 0,96 | 0,96 | 0,85 | 0,77 | 0,63 | 0,44 | 0,24 | 0,08 | 0,01 |  |  |  |  |
| VI            | 0,01     | 0,10 | 0,30 | 0,49 | 0,66 | 0,80 | 0,92 | 0,96 | 0,99 | 0,92 | 0,79 | 0,61 | 0,45 | 0,27 | 0,12 | 0,01 |  |  |  |  |
| VII           | 0,01     | 0,07 | 0,27 | 0,44 | 0,64 | 0,65 | 0,87 | 0,96 | 0,93 | 0,85 | 0,77 | 0,63 | 0,42 | 0,33 | 0,09 |      |  |  |  |  |
| VIII          |          | 0,02 | 0,31 | 0,44 | 0,63 | 0,71 | 0,82 | 0,87 | 0,85 | 0,79 | 0,68 | 0,54 | 0,35 | 0,15 | 0,02 |      |  |  |  |  |
| IX            |          | 0,01 | 0,07 | 0,26 | 0,45 | 0,59 | 0,71 | 0,75 | 0,77 | 0,70 | 0,57 | 0,40 | 0,23 | 0,08 | 0,01 |      |  |  |  |  |
| X             |          |      | 0,01 | 0,08 | 0,23 | 0,35 | 0,43 | 0,47 | 0,47 | 0,42 | 0,34 | 0,21 | 0,08 | 0,01 |      |      |  |  |  |  |
| XI            |          |      |      | 0,02 | 0,15 | 0,29 | 0,37 | 0,42 | 0,42 | 0,36 | 0,24 | 0,13 | 0,02 |      |      |      |  |  |  |  |
| XII           |          |      |      | 0,01 | 0,07 | 0,20 | 0,29 | 0,34 | 0,35 | 0,31 | 0,21 | 0,07 | 0,01 |      |      |      |  |  |  |  |

Таблица 6

Интенсивность суммарной радиации (кВт/м<sup>2</sup>) при средних условиях облачности

| Месяц         | Время, ч |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |  |  |
|---------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|--|
|               | 5        | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   |  |  |  |  |
| 1941—1954 гг. |          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |  |  |
| I             |          |      |      | 0,01 | 0,08 | 0,19 | 0,27 | 0,31 | 0,31 | 0,28 | 0,20 | 0,09 | 0,02 |      |      |      |  |  |  |  |
| II            |          |      |      | 0,05 | 0,16 | 0,28 | 0,37 | 0,43 | 0,44 | 0,38 | 0,29 | 0,17 | 0,05 |      |      |      |  |  |  |  |
| III           |          |      | 0,03 | 0,13 | 0,26 | 0,37 | 0,47 | 0,51 | 0,49 | 0,44 | 0,36 | 0,26 | 0,13 | 0,03 |      |      |  |  |  |  |
| IV            |          | 0,02 | 0,10 | 0,23 | 0,36 | 0,47 | 0,54 | 0,59 | 0,58 | 0,52 | 0,44 | 0,34 | 0,21 | 0,09 | 0,01 |      |  |  |  |  |
| V             |          | 0,06 | 0,19 | 0,33 | 0,45 | 0,58 | 0,66 | 0,68 | 0,68 | 0,61 | 0,52 | 0,43 | 0,29 | 0,17 | 0,06 | 0,01 |  |  |  |  |
| VI            | 0,01     | 0,09 | 0,22 | 0,35 | 0,49 | 0,58 | 0,68 | 0,71 | 0,68 | 0,63 | 0,54 | 0,43 | 0,31 | 0,19 | 0,08 | 0,01 |  |  |  |  |
| VII           | 0,01     | 0,08 | 0,22 | 0,37 | 0,52 | 0,64 | 0,72 | 0,78 | 0,75 | 0,70 | 0,61 | 0,49 | 0,35 | 0,21 | 0,08 | 0,01 |  |  |  |  |
| VIII          |          | 0,03 | 0,15 | 0,30 | 0,45 | 0,58 | 0,68 | 0,73 | 0,71 | 0,66 | 0,57 | 0,43 | 0,30 | 0,15 | 0,03 |      |  |  |  |  |
| IX            |          |      | 0,07 | 0,22 | 0,37 | 0,52 | 0,61 | 0,66 | 0,64 | 0,59 | 0,49 | 0,36 | 0,20 | 0,07 | 0,01 |      |  |  |  |  |
| X             |          |      | 0,01 | 0,09 | 0,23 | 0,34 | 0,43 | 0,47 | 0,47 | 0,42 | 0,31 | 0,20 | 0,08 | 0,01 |      |      |  |  |  |  |
| XI            |          |      |      | 0,02 | 0,12 | 0,20 | 0,28 | 0,33 | 0,33 | 0,28 | 0,20 | 0,10 | 0,02 |      |      |      |  |  |  |  |
| XII           |          |      |      | 0,01 | 0,07 | 0,16 | 0,23 | 0,27 | 0,27 | 0,23 | 0,16 | 0,07 | 0,01 |      |      |      |  |  |  |  |

1966—1975 гг.

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |  |  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|--|
| I    |      |      |      | 0,01 | 0,08 | 0,15 | 0,24 | 0,29 | 0,29 | 0,24 | 0,16 | 0,07 | 0,01 |      |      |      |  |  |  |  |
| II   |      |      |      | 0,05 | 0,15 | 0,24 | 0,33 | 0,38 | 0,35 | 0,34 | 0,24 | 0,14 | 0,05 |      |      |      |  |  |  |  |
| III  |      |      | 0,02 | 0,12 | 0,23 | 0,30 | 0,37 | 0,47 | 0,47 | 0,40 | 0,31 | 0,21 | 0,10 | 0,02 |      |      |  |  |  |  |
| IV   |      | 0,01 | 0,08 | 0,23 | 0,37 | 0,49 | 0,57 | 0,61 | 0,58 | 0,52 | 0,43 | 0,31 | 0,17 | 0,08 | 0,01 |      |  |  |  |  |
| V    |      | 0,05 | 0,19 | 0,34 | 0,47 | 0,59 | 0,68 | 0,70 | 0,68 | 0,61 | 0,51 | 0,40 | 0,27 | 0,15 | 0,05 |      |  |  |  |  |
| VI   | 0,01 | 0,08 | 0,22 | 0,38 | 0,52 | 0,65 | 0,75 | 0,77 | 0,75 | 0,70 | 0,59 | 0,47 | 0,33 | 0,20 | 0,08 | 0,01 |  |  |  |  |
| VII  | 0,01 | 0,07 | 0,21 | 0,37 | 0,54 | 0,66 | 0,77 | 0,80 | 0,77 | 0,71 | 0,61 | 0,49 | 0,34 | 0,19 | 0,07 | 0,01 |  |  |  |  |
| VIII |      | 0,02 | 0,15 | 0,33 | 0,47 | 0,61 | 0,71 | 0,75 | 0,75 | 0,66 | 0,56 | 0,43 | 0,28 | 0,13 | 0,03 |      |  |  |  |  |
| IX   |      |      | 0,06 | 0,21 | 0,37 | 0,50 | 0,59 | 0,65 | 0,63 | 0,56 | 0,45 | 0,33 | 0,17 | 0,06 |      |      |  |  |  |  |
| X    |      |      | 0,01 | 0,08 | 0,22 | 0,34 | 0,42 | 0,47 | 0,44 | 0,40 | 0,30 | 0,19 | 0,07 | 0,01 |      |      |  |  |  |  |
| XI   |      |      |      | 0,02 | 0,10 | 0,20 | 0,27 | 0,30 | 0,30 | 0,24 | 0,16 | 0,08 | 0,02 |      |      |      |  |  |  |  |
| XII  |      |      |      | 0,01 | 0,05 | 0,13 | 0,20 | 0,22 | 0,22 | 0,17 | 0,12 | 0,05 | 0,01 |      |      |      |  |  |  |  |

Таблица 7  
Возможные суточные суммы суммарной радиации  
[МДж/(м<sup>2</sup> · 10<sup>-2</sup>)]

| Число | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 1     | 721  | 1131 | 1550 | 2221 | 2849 | 3256 | 3218 | 2962 | 2472 | 1886 | 1299 | 859 |
| 2     | 725  | 1144 | 1567 | 2246 | 2870 | 3264 | 3210 | 2950 | 2451 | 1865 | 1278 | 851 |
| 3     | 737  | 1156 | 1584 | 2263 | 2891 | 3268 | 3205 | 2937 | 2430 | 1844 | 1257 | 838 |
| 4     | 754  | 1173 | 1609 | 2284 | 2908 | 3272 | 3197 | 2925 | 2409 | 1827 | 1240 | 830 |
| 5     | 767  | 1186 | 1626 | 2309 | 2925 | 3277 | 3193 | 2912 | 2388 | 1810 | 1224 | 821 |
| 6     | 775  | 1198 | 1638 | 2334 | 2941 | 3281 | 3189 | 2904 | 2367 | 1793 | 1207 | 817 |
| 7     | 792  | 1215 | 1659 | 2363 | 2958 | 3281 | 3184 | 2891 | 2346 | 1777 | 1190 | 809 |
| 8     | 805  | 1228 | 1676 | 2388 | 2967 | 3281 | 3176 | 2874 | 2325 | 1760 | 1169 | 800 |
| 9     | 821  | 1240 | 1701 | 2413 | 2979 | 3281 | 3168 | 2862 | 2305 | 1739 | 1144 | 796 |
| 10    | 838  | 1253 | 1718 | 2439 | 2996 | 3281 | 3159 | 2849 | 2284 | 1718 | 1131 | 788 |
| 11    | 846  | 1270 | 1735 | 2472 | 3004 | 3281 | 3151 | 2832 | 2263 | 1697 | 1115 | 784 |
| 12    | 863  | 1282 | 1760 | 2485 | 3025 | 3281 | 3143 | 2820 | 2242 | 1676 | 1098 | 779 |
| 13    | 880  | 1295 | 1772 | 2510 | 3034 | 3277 | 3134 | 2803 | 2221 | 1659 | 1081 | 771 |
| 14    | 897  | 1307 | 1793 | 2531 | 3050 | 3277 | 3126 | 2786 | 2200 | 1643 | 1064 | 767 |
| 15    | 909  | 1324 | 1814 | 2552 | 3067 | 3277 | 3117 | 2770 | 2179 | 1626 | 1043 | 763 |
| 16    | 918  | 1337 | 1835 | 2573 | 3080 | 3272 | 3105 | 2753 | 2162 | 1609 | 1022 | 758 |
| 17    | 930  | 1353 | 1852 | 2594 | 3088 | 3272 | 3096 | 2740 | 2145 | 1601 | 1006 | 754 |
| 18    | 947  | 1366 | 1873 | 2627 | 3101 | 3272 | 3088 | 2724 | 2133 | 1592 | 997  | 750 |
| 19    | 955  | 1374 | 1898 | 2640 | 3113 | 3268 | 3084 | 2707 | 2120 | 1584 | 989  | 746 |
| 20    | 964  | 1387 | 1923 | 2661 | 3126 | 3264 | 3080 | 2690 | 2108 | 1563 | 981  | 742 |
| 21    | 985  | 1404 | 1944 | 2682 | 3138 | 3264 | 3071 | 2673 | 2095 | 1546 | 964  | 742 |
| 22    | 997  | 1420 | 1969 | 2703 | 3151 | 3260 | 3059 | 2665 | 2074 | 1525 | 955  | 737 |
| 23    | 1014 | 1437 | 1990 | 2724 | 3163 | 3256 | 3050 | 2640 | 2053 | 1504 | 947  | 737 |
| 24    | 1027 | 1454 | 2020 | 2744 | 3172 | 3251 | 3042 | 2623 | 2032 | 1441 | 934  | 737 |
| 25    | 1039 | 1467 | 2053 | 2761 | 3184 | 3247 | 3034 | 2606 | 2011 | 1420 | 922  | 733 |
| 26    | 1052 | 1488 | 2078 | 2778 | 3193 | 3243 | 3025 | 2589 | 1990 | 1404 | 905  | 729 |
| 27    | 1064 | 1500 | 2103 | 2795 | 3205 | 3239 | 3017 | 2573 | 1969 | 1383 | 897  | 729 |
| 28    | 1073 | 1517 | 2129 | 2807 | 3218 | 3231 | 3008 | 2556 | 1948 | 1362 | 888  | 725 |
| 29    | 1089 | 1529 | 2149 | 2820 | 3226 | 3226 | 2996 | 2535 | 1927 | 1345 | 880  | 725 |
| 30    | 1106 |      | 2170 | 2837 | 3239 | 3222 | 2988 | 2514 | 1906 | 1332 | 867  | 721 |
| 31    | 1119 |      | 2200 |      | 3251 |      | 2975 | 2497 |      | 1312 |      | 717 |

Таблица 8

Средние часовые и суточные суммы суммарной радиации  
[МДж/(м<sup>2</sup>·10<sup>-2</sup>)] при ясном небе (первые I—XII) и средних условиях  
облачности (вторые I—XII). 1941—1954 гг.

| Месяц | Время, ч |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |        |  |  |  |
|-------|----------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|--------|--|--|--|
|       | 5        | 6  | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19 | 20 | сут-ки |  |  |  |
| I     |          |    |     | 8   | 50  | 105 | 143 | 168 | 172 | 147 | 101 | 59  | 8   |     |    |    | 961    |  |  |  |
| II    |          |    | 4   | 29  | 101 | 159 | 201 | 222 | 226 | 205 | 155 | 101 | 34  | 4   |    |    | 1441   |  |  |  |
| III   |          |    | 2   | 84  | 155 | 205 | 251 | 268 | 277 | 251 | 205 | 155 | 88  | 21  |    |    | 1962   |  |  |  |
| IV    |          | 8  | 59  | 130 | 201 | 260 | 297 | 323 | 318 | 302 | 260 | 201 | 134 | 59  | 13 |    | 2565   |  |  |  |
| V     | 4        | 34 | 96  | 226 | 226 | 277 | 314 | 339 | 339 | 318 | 277 | 226 | 163 | 92  | 34 | 4  | 2969   |  |  |  |
| VI    | 8        | 46 | 109 | 176 | 230 | 285 | 323 | 339 | 344 | 323 | 285 | 239 | 180 | 113 | 50 | 8  | 3058   |  |  |  |
| VII   | 4        | 38 | 105 | 168 | 226 | 277 | 314 | 335 | 331 | 314 | 277 | 226 | 168 | 101 | 42 | 4  | 2930   |  |  |  |
| VIII  |          | 13 | 71  | 138 | 197 | 251 | 289 | 310 | 306 | 285 | 247 | 193 | 134 | 67  | 17 | 4  | 2522   |  |  |  |
| IX    |          | 4  | 34  | 101 | 163 | 218 | 260 | 281 | 281 | 260 | 218 | 159 | 92  | 29  | 4  |    | 2104   |  |  |  |
| X     |          |    | 8   | 50  | 117 | 168 | 205 | 230 | 230 | 205 | 168 | 109 | 42  | 4   |    |    | 1536   |  |  |  |
| XI    |          |    |     | 8   | 59  | 117 | 155 | 176 | 176 | 151 | 113 | 54  | 13  |     |    |    | 1022   |  |  |  |
| XII   |          |    |     | 4   | 34  | 92  | 126 | 147 | 147 | 126 | 88  | 38  | 4   |     |    |    | 806    |  |  |  |
| I     |          |    |     | 4   | 29  | 67  | 94  | 113 | 113 | 101 | 71  | 34  | 8   |     |    |    | 634    |  |  |  |
| II    |          |    |     | 17  | 59  | 101 | 134 | 155 | 159 | 138 | 105 | 63  | 21  |     |    |    | 952    |  |  |  |
| III   |          |    | 13  | 46  | 92  | 134 | 168 | 184 | 176 | 159 | 130 | 92  | 46  | 13  |    |    | 1253   |  |  |  |
| IV    |          | 8  | 38  | 84  | 130 | 171 | 197 | 214 | 210 | 189 | 159 | 122 | 75  | 34  | 4  |    | 1635   |  |  |  |
| V     |          | 21 | 67  | 117 | 163 | 210 | 239 | 247 | 243 | 222 | 189 | 155 | 105 | 63  | 21 | 4  | 2066   |  |  |  |
| VI    | 4        | 34 | 80  | 126 | 176 | 210 | 247 | 256 | 247 | 226 | 193 | 155 | 113 | 67  | 29 | 4  | 2167   |  |  |  |
| VII   | 4        | 29 | 80  | 134 | 189 | 230 | 260 | 281 | 272 | 251 | 218 | 176 | 126 | 75  | 29 | 4  | 2358   |  |  |  |
| VIII  |          | 13 | 54  | 109 | 163 | 210 | 243 | 264 | 256 | 239 | 205 | 155 | 109 | 54  | 13 |    | 2087   |  |  |  |
| IX    |          |    | 25  | 80  | 134 | 189 | 222 | 239 | 230 | 214 | 176 | 130 | 71  | 25  | 4  |    | 1739   |  |  |  |
| X     |          |    | 4   | 34  | 84  | 122 | 155 | 168 | 168 | 151 | 113 | 71  | 29  | 4   |    |    | 1103   |  |  |  |
| XI    |          |    |     | 8   | 42  | 71  | 101 | 117 | 117 | 101 | 71  | 38  | 8   |     |    |    | 674    |  |  |  |
| XII   |          |    |     | 4   | 25  | 59  | 84  | 96  | 96  | 84  | 59  | 25  | 4   |     |    |    | 536    |  |  |  |

Таблица 9

Средние часовые суммы суммарной радиации  
[МДж/(м<sup>2</sup>·10<sup>-2</sup>)] при ясном небе (первые I—XII) и средних условиях  
облачности (вторые I—XII). 1966—1975 гг.

| Месяц | Время, ч |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |  |  |  |
|-------|----------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|--|--|--|
|       | 5        | 6  | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19 | 20 |  |  |  |
| I     |          |    |     | 4   | 42  | 88  | 122 | 138 | 138 | 117 | 80  | 34  | 4   |     |    |    |  |  |  |
| II    |          |    | 4   | 17  | 71  | 122 | 155 | 180 | 180 | 155 | 113 | 59  | 17  | 4   |    |    |  |  |  |
| III   |          | 4  | 17  | 75  | 134 | 193 | 235 | 256 | 260 | 235 | 193 | 130 | 71  | 17  | 4  |    |  |  |  |
| IV    |          | 8  | 54  | 126 | 205 | 251 | 272 | 314 | 310 | 289 | 243 | 184 | 117 | 50  | 8  |    |  |  |  |
| V     | 4        | 25 | 96  | 168 | 235 | 289 | 327 | 344 | 344 | 306 | 277 | 226 | 159 | 88  | 29 | 4  |  |  |  |
| VI    | 4        | 38 | 109 | 176 | 239 | 289 | 331 | 348 | 256 | 331 | 285 | 222 | 163 | 96  | 42 | 4  |  |  |  |
| VII   | 4        | 25 | 96  | 159 | 230 | 235 | 314 | 344 | 335 | 306 | 277 | 226 | 151 | 117 | 34 | 4  |  |  |  |
| VIII  |          | 8  | 113 | 159 | 226 | 256 | 297 | 314 | 306 | 285 | 247 | 193 | 126 | 54  | 13 |    |  |  |  |
| IX    |          | 4  | 25  | 92  | 163 | 214 | 256 | 272 | 277 | 251 | 205 | 147 | 84  | 29  | 4  |    |  |  |  |
| X     |          |    | 4   | 29  | 84  | 126 | 155 | 172 | 172 | 151 | 122 | 75  | 29  | 4   |    |    |  |  |  |
| XI    |          |    |     | 8   | 54  | 105 | 134 | 151 | 151 | 130 | 88  | 46  | 8   |     |    |    |  |  |  |

| Месяц | Время, ч |   |   |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |   |
|-------|----------|---|---|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|---|
|       | 5        | 6 | 7 | 8  | 9  | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20 |    |   |
| XII   | 4<br>4   | 4 | 8 | 4  | 25 | 71  | 105 | 122 | 126 | 113 | 63  | 25  | 4   |     |     |    |    |   |
| I     |          |   |   | 4  | 29 | 54  | 88  | 105 | 105 | 88  | 59  | 25  | 4   |     |     |    |    |   |
| II    |          |   |   | 17 | 54 | 88  | 117 | 138 | 126 | 122 | 88  | 50  | 17  |     |     |    |    |   |
| III   |          |   |   | 42 | 84 | 109 | 134 | 172 | 168 | 147 | 113 | 75  | 38  | 8   |     |    |    |   |
| IV    |          |   |   | 29 | 84 | 134 | 176 | 205 | 218 | 210 | 189 | 155 | 113 | 63  | 29  | 4  |    |   |
| V     |          |   |   | 17 | 67 | 122 | 172 | 214 | 247 | 251 | 243 | 218 | 184 | 147 | 96  | 54 | 17 |   |
| VI    |          |   |   | 29 | 80 | 138 | 189 | 235 | 268 | 277 | 272 | 251 | 214 | 172 | 117 | 71 | 29 | 4 |
| VII   |          |   |   | 25 | 75 | 134 | 193 | 239 | 277 | 289 | 277 | 256 | 218 | 176 | 122 | 67 | 25 |   |
| VIII  |          |   |   | 8  | 54 | 117 | 168 | 218 | 256 | 272 | 263 | 239 | 201 | 155 | 101 | 46 | 13 |   |
| IX    |          |   |   |    |    | 21  | 75  | 134 | 180 | 214 | 235 | 226 | 201 | 163 | 117 | 63 | 21 |   |
| X     |          |   |   |    |    | 4   | 29  | 80  | 122 | 151 | 168 | 159 | 142 | 109 | 67  | 25 | 4  |   |
| XI    |          |   |   |    |    |     | 8   | 38  | 71  | 96  | 109 | 109 | 88  | 59  | 29  | 8  |    |   |
| XII   |          |   |   | 4  | 17 | 46  | 71  | 80  | 80  | 63  | 42  | 17  | 4   |     |     |    |    |   |

Таблица 10

Часовые и суточные суммы радиационного баланса  
 $[МДж/(м^2 \cdot 10^{-2})]$ . 1966—1975 гг.

| Время, ч          | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1                 | —8   | —8   | —13  | —17  | —17  | —17  | —21  | —17  | —21  | —17  | —13  | —8   |
| 2                 | —8   | —8   | —13  | —17  | —17  | —17  | —21  | —17  | —21  | —17  | —13  | —8   |
| 3                 | —8   | —8   | —13  | —13  | —17  | —17  | —21  | —17  | —17  | —17  | —13  | —8   |
| 4                 | —8   | —8   | —13  | —13  | —17  | —17  | —21  | —17  | —17  | —17  | —13  | —8   |
| 5                 | —8   | —8   | —13  | —13  | —17  | —17  | —17  | —17  | —17  | —17  | —13  | —8   |
| 6                 | —8   | —8   | —8   | —13  | —4   | 4    | 0    | —13  | —17  | —17  | —13  | —8   |
| 7                 | —8   | —8   | —4   | 8    | 25   | 34   | 34   | 17   | —4   | —13  | —13  | —8   |
| 8                 | —8   | —4   | 13   | 42   | 63   | 75   | 71   | 54   | 25   | 0    | —8   | —8   |
| 9                 | 0    | 8    | 38   | 75   | 105  | 117  | 113  | 88   | 63   | 29   | 8    | 0    |
| 10                | 8    | 21   | 63   | 109  | 134  | 151  | 147  | 126  | 96   | 59   | 25   | 13   |
| 11                | 17   | 34   | 84   | 134  | 163  | 180  | 176  | 151  | 122  | 84   | 42   | 21   |
| 12                | 21   | 42   | 96   | 151  | 172  | 189  | 189  | 163  | 138  | 96   | 50   | 25   |
| 13                | 21   | 42   | 96   | 142  | 168  | 184  | 184  | 168  | 134  | 96   | 54   | 25   |
| 14                | 17   | 38   | 84   | 130  | 147  | 172  | 168  | 147  | 117  | 84   | 42   | 21   |
| 15                | 8    | 25   | 67   | 105  | 122  | 142  | 138  | 117  | 92   | 59   | 25   | 8    |
| 16                | —4   | 8    | 38   | 71   | 92   | 109  | 109  | 88   | 59   | 29   | 4    | 4    |
| 17                | —8   | —8   | 13   | 34   | 59   | 71   | 67   | 50   | 21   | 0    | —8   | —8   |
| 18                | —8   | —13  | —4   | 8    | 25   | 38   | 29   | 13   | —8   | —13  | —13  | —8   |
| 19                | —13  | —13  | —13  | —13  | 0    | 4    | 0    | —13  | —21  | —17  | —13  | —13  |
| 20                | —8   | —13  | —13  | —13  | —13  | —17  | —17  | —21  | —21  | —17  | —13  | —13  |
| 21                | —8   | —13  | —13  | —13  | —17  | —17  | —21  | —21  | —21  | —17  | —13  | —8   |
| 22                | —13  | —13  | —13  | —17  | —17  | —17  | —21  | —21  | —21  | —17  | —13  | —13  |
| 23                | —13  | —13  | —13  | —17  | —17  | —17  | —21  | —21  | —21  | —17  | —13  | —13  |
| 24                | —8   | —8   | —13  | —17  | —17  | —17  | —21  | —21  | —21  | —17  | —13  | —13  |
| Сумма за<br>сутки | —55  | 64   | 433  | 833  | 1105 | 1300 | 1223 | 966  | 619  | 306  | 52   | —36  |
| В макс            | 235  | 729  | 1140 | 1534 | 1764 | 1982 | 1785 | 1492 | 1081 | 737  | 453  | 302  |
| В мин             | —331 | —293 | —172 | 50   | 102  | 117  | 205  | 80   | —25  | —101 | —310 | —369 |

**Таблица 11**  
**Интенсивность радиационного баланса (кВт/м<sup>2</sup>) в зависимости**  
**от форм облачности**

| Месяц       | Ясно  | Cl    | Cs    | As    | Ac    | St    | Sc    | Ns,Frnб | Cб    |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
| 0 ч 30 мин  |       |       |       |       |       |       |       |         |       |
| I           | -0,04 | -0,03 | -0,03 | -0,01 | -0,02 | -0,01 | -0,02 | -0,01   | -0,01 |
| II          | -0,05 | -0,03 | -0,03 | -0,01 | -0,03 | -0,01 | -0,01 | -0,01   | -0,01 |
| III         | -0,06 | -0,03 | -0,03 | -0,02 | -0,03 | -0,01 | —     | -0,01   | -0,01 |
| IV          | -0,06 | -0,04 | -0,04 | -0,02 | -0,03 | -0,01 | -0,02 | -0,01   | -0,01 |
| V           | -0,06 | -0,05 | -0,03 | -0,03 | -0,03 | —     | -0,03 | -0,02   | -0,02 |
| VI          | -0,06 | -0,04 | —     | -0,03 | -0,03 | —     | -0,03 | -0,03   | -0,02 |
| VII         | -0,06 | -0,05 | -0,03 | -0,03 | -0,03 | —     | -0,03 | -0,03   | -0,02 |
| VIII        | -0,06 | -0,05 | —     | -0,06 | -0,04 | —     | -0,03 | —       | -0,03 |
| IX          | -0,06 | -0,04 | -0,05 | -0,02 | -0,03 | —     | -0,03 | -0,02   | -0,03 |
| X           | -0,06 | -0,04 | -0,04 | -0,02 | -0,03 | -0,02 | -0,02 | -0,02   | -0,03 |
| XI          | -0,06 | -0,04 | -0,03 | -0,01 | -0,02 | -0,01 | -0,01 | -0,01   | -0,02 |
| XII         | -0,05 | -0,03 | -0,03 | -0,01 | -0,02 | -0,01 | -0,02 | -0,01   | -0,00 |
| 12 ч 30 мин |       |       |       |       |       |       |       |         |       |
| I           | 0,09  | 0,08  | 0,10  | 0,04  | 0,10  | 0,04  | 0,05  | 0,02    | 0,03  |
| II          | 0,17  | 0,20  | 0,16  | 0,09  | 0,10  | 0,08  | 0,09  | 0,03    | 0,06  |
| III         | 0,43  | 0,40  | 0,31  | 0,17  | 0,27  | 0,10  | 0,13  | 0,09    | 0,06  |
| IV          | 0,58  | 0,54  | 0,43  | 0,21  | 0,40  | 0,14  | 0,21  | 0,10    | 0,11  |
| V           | 0,65  | 0,60  | 0,43  | 0,24  | 0,44  | —     | 0,24  | 0,11    | 0,14  |
| VI          | 0,65  | 0,69  | 0,21  | —     | 0,38  | —     | 0,27  | —       | 0,10  |
| VII         | 0,61  | 0,61  | 0,42  | 0,17  | 0,36  | —     | 0,22  | 0,05    | 0,10  |
| VIII        | 0,56  | 0,54  | —     | 0,18  | 0,56  | 0,01  | 0,27  | 0,08    | 0,13  |
| IX          | 0,44  | 0,46  | —     | 0,14  | 0,27  | —     | 0,10  | 0,06    | 0,07  |
| X           | 0,34  | 0,31  | 0,15  | 0,09  | 0,22  | 0,05  | 0,10  | 0,06    | 0,08  |
| XI          | 0,19  | 0,19  | 0,19  | 0,07  | 0,14  | 0,06  | 0,06  | 0,04    | 0,03  |
| XII         | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,05  | 0,04  | 0,03  | 0,06  | 0,02    | 0,02  |

**Таблица 12**  
**Интенсивность эффективного излучения (кВт/м<sup>2</sup>)**

| Месяц       | Ясно | Cl   | Cs   | As   | Ac   | St   | Sc   | Ns,Frnб | Cб   |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|
| 12 ч 30 мин |      |      |      |      |      |      |      |         |      |
| I           | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,01    | 0,02 |
| II          | 0,09 | 0,09 | 0,07 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,02    | 0,01 |
| III         | 0,13 | 0,11 | 0,10 | 0,04 | 0,08 | 0,03 | 0,04 | 0,02    | 0,02 |
| IV          | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,07 | 0,10 | 0,04 | 0,07 | 0,03    | 0,02 |
| V           | 0,13 | 0,12 | 0,06 | 0,05 | —    | —    | 0,06 | 0,03    | 0,03 |
| VI          | 0,13 | 0,15 | 0,03 | —    | 0,03 | —    | 0,04 | —       | 0,03 |
| VII         | 0,15 | 0,15 | 0,13 | 0,04 | 0,06 | —    | 0,07 | —       | —    |
| VIII        | 0,17 | 0,16 | —    | 0,06 | 0,08 | 0,02 | 0,09 | 0,01    | 0,03 |
| IX          | 0,17 | 0,14 | —    | 0,09 | 0,10 | —    | 0,04 | 0,05    | 0,02 |
| X           | 0,15 | 0,14 | 0,09 | 0,05 | 0,10 | 0,03 | 0,03 | 0,02    | 0,02 |
| XI          | 0,11 | 0,10 | 0,06 | 0,04 | 0,09 | 0,03 | 0,03 | 0,02    | —    |
| XII         | 0,08 | 0,07 | 0,05 | 0,02 | 0,06 | 0,02 | 0,01 | 0,01    | —    |



# Особенности атмосферной циркуляции

Таблица 13

Повторяемость (%) ветра различных скоростей по направлениям  
в разные часы суток. Алма-Ата, ГМО

| Скорость<br>ветра, м/с | С    | СВ   | В    | ЮВ   | Ю    | ЮЗ   | З    | СЗ   |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Январь                 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1 ч                    |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 4,5  | 7,0  | 8,2  | 26,8 | 13,7 | 11,3 | 2,8  | 2,8  |
| 2—5                    | 0,9  | 1,5  | 1,5  | 6,7  | 4,8  | 4,4  | 1,6  | 0,2  |
| 6—9                    |      |      |      | 0,5  | 0,2  | 0,5  | 0,1  |      |
| 7 ч                    |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 4,6  | 7,9  | 10,0 | 19,6 | 15,7 | 14,9 | 2,1  | 2,3  |
| 2—5                    | 0,7  | 2,0  | 1,6  | 7,5  | 5,0  | 3,9  | 0,8  | 1,0  |
| 6—9                    |      |      |      | 0,2  |      | 0,2  |      |      |
| 13 ч                   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 15,1 | 11,4 | 2,9  | 3,4  | 5,9  | 13,2 | 12,5 | 12,6 |
| 2—5                    | 4,7  | 5,0  | 0,3  | 0,5  | 1,8  | 3,9  | 3,4  | 2,5  |
| 6—9                    |      |      | 0,1  | 0,2  |      | 0,3  | 0,2  |      |
| 10—13                  |      |      |      |      |      | 0,1  |      |      |
| 19 ч                   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 6,1  | 9,1  | 6,0  | 16,7 | 14,2 | 12,6 | 6,0  | 4,8  |
| 2—5                    | 0,6  | 2,9  | 0,8  | 6,5  | 4,6  | 6,8  | 0,8  | 0,5  |
| 6—9                    |      |      |      | 0,2  | 0,4  | 0,3  | 0,1  |      |
| Февраль                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1 ч                    |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 2,1  | 6,1  | 6,3  | 26,8 | 13,8 | 10,0 | 4,2  | 3,7  |
| 2—5                    | 0,6  | 2,0  | 1,6  | 10,1 | 4,7  | 4,2  | 1,6  | 1,3  |
| 6—9                    |      |      |      | 0,5  | 0,3  |      | 0,1  |      |
| 7 ч                    |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 5,1  | 11,1 | 8,7  | 15,9 | 16,2 | 10,7 | 3,4  | 4,0  |
| 2—5                    | 1,1  | 1,9  | 0,8  | 7,0  | 7,2  | 4,2  | 1,4  | 0,9  |
| 6—9                    |      |      |      | 0,1  | 0,2  | 0,2  |      |      |
| 13 ч                   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 15,9 | 7,6  | 2,0  | 1,3  | 3,2  | 12,4 | 14,7 | 13,0 |
| 2—5                    | 5,9  | 5,6  | 1,1  | 0,8  | 1,0  | 5,3  | 5,5  | 4,3  |
| 6—9                    |      | 0,3  |      |      |      |      | 0,1  |      |
| 19 ч                   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 6,8  | 8,5  | 4,2  | 15,3 | 13,8 | 13,5 | 6,7  | 6,1  |
| 2—5                    | 0,9  | 2,5  | 0,6  | 4,9  | 6,4  | 5,1  | 2,0  | 1,8  |
| 6—9                    |      |      |      | 0,1  | 0,4  | 0,4  |      |      |
| Март                   |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1 ч                    |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 3,3  | 8,5  | 4,7  | 23,0 | 12,7 | 8,1  | 2,6  | 2,9  |
| 2—5                    | 0,9  | 2,2  | 1,3  | 15,0 | 6,8  | 4,0  | 1,3  | 0,7  |
| 6—9                    |      | 0,1  | 0,2  | 0,7  | 0,2  | 0,5  | 0,2  | 0,1  |

| Скорость<br>ветра, м/с | С    | СВ   | В   | ЮВ   | Ю    | ЮЗ   | З    | СЗ   |
|------------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|
| 7 ч                    |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 3,7  | 8,5  | 6,1 | 21,5 | 14,3 | 11,9 | 4,5  | 2,2  |
| 2—5                    | 0,9  | 1,3  | 1,4 | 8,7  | 6,1  | 4,7  | 1,2  | 1,3  |
| 6—9                    |      | 0,1  |     | 0,7  | 0,5  | 0,2  | 0,1  |      |
| 10—13                  |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 14—17                  |      |      |     |      |      |      |      | 0,1  |
| 13 ч                   |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 10,3 | 8,0  | 1,2 | 1,8  | 3,3  | 9,5  | 10,9 | 10,5 |
| 2—5                    | 8,9  | 11,2 | 1,2 | 1,0  | 2,2  | 6,1  | 6,3  | 6,4  |
| 6—9                    |      | 0,5  |     |      |      | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| 10—13                  |      |      |     |      |      |      | 0,1  |      |
| 19 ч                   |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 6,0  | 11,0 | 5,2 | 12,0 | 10,4 | 9,0  | 6,3  | 4,4  |
| 2—5                    | 1,3  | 3,1  | 1,2 | 12,7 | 8,5  | 5,2  | 1,6  | 0,8  |
| 6—9                    | 0,1  |      |     | 0,7  |      | 0,2  | 0,1  | 0,1  |
| 10—13                  |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 14—17                  |      |      |     |      |      |      | 0,1  |      |
| 18—20                  |      |      |     |      |      |      |      |      |
| Апрель                 |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 1 ч                    |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 0,9  | 1,9  | 3,9 | 21,0 | 8,5  | 5,1  | 2,4  | 2,4  |
| 2—5                    | 1,1  | 1,2  | 1,4 | 29,9 | 9,8  | 3,8  | 2,9  | 1,0  |
| 6—9                    |      |      |     | 1,9  | 0,6  | 0,1  |      |      |
| 10—13                  |      |      |     |      |      |      | 0,1  |      |
| 14—17                  |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 18—20                  |      |      |     |      | 0,1  |      |      |      |
| 7 ч                    |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 4,3  | 6,9  | 4,2 | 20,2 | 14,9 | 9,9  | 4,5  | 3,7  |
| 2—5                    | 1,0  | 2,1  | 0,7 | 8,5  | 8,0  | 4,8  | 3,0  | 1,4  |
| 6—9                    |      |      |     | 0,6  | 0,8  | 0,1  | 0,1  |      |
| 10—13                  |      |      |     | 0,1  | 0,1  |      |      |      |
| 14—17                  |      |      |     |      | 0,1  |      |      |      |
| 13 ч                   |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 8,8  | 7,7  | 3,2 | 1,7  | 1,8  | 4,3  | 6,4  | 7,6  |
| 2—5                    | 13,8 | 14,2 | 2,4 | 1,4  | 1,9  | 3,6  | 7,4  | 10,1 |
| 6—9                    | 0,2  | 0,5  | 0,1 | 0,2  | 0,6  | 0,6  | 0,7  | 0,4  |
| 10—13                  |      |      |     |      |      | 0,1  | 0,2  | 0,1  |
| 19 ч                   |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 6,6  | 18,0 | 5,0 | 8,3  | 7,2  | 3,7  | 2,4  | 3,8  |
| 2—5                    | 1,9  | 7,0  | 2,3 | 11,3 | 10,1 | 5,0  | 2,9  | 1,2  |
| 6—9                    | 0,2  |      |     | 1,3  | 1,0  | 0,2  | 0,1  |      |
| 10—13                  |      | 0,2  |     |      | 0,1  | 0,1  | 0,1  |      |
| Май                    |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 1 ч                    |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 0,9  | 1,5  | 3,6 | 17,5 | 5,6  | 3,5  | 1,2  | 0,6  |
| 2—5                    | 0,6  | 0,7  | 1,5 | 39,0 | 10,4 | 3,2  | 0,8  | 0,9  |
| 6—9                    |      |      |     | 5,9  | 1,5  | 0,3  | 0,1  | 0,2  |
| 10—13                  |      |      |     | 0,1  | 0,1  |      |      | 0,1  |
| 14—17                  |      |      |     | 0,2  |      |      |      |      |

| Скорость<br>ветра, м/с | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ |
|------------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|
|------------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|

7 ч

|       |     |     |     |      |      |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 0—1   | 5,2 | 7,7 | 7,1 | 24,1 | 12,7 | 6,6 | 4,4 | 2,8 |
| 2—5   | 1,8 | 1,7 | 1,4 | 7,9  | 6,0  | 2,8 | 2,8 | 1,8 |
| 6—9   |     |     |     | 0,8  | 0,2  | 0,8 | 0,2 |     |
| 10—13 | 0,1 |     |     |      |      |     | 0,1 |     |

13 ч

|       |      |      |     |     |     |     |     |     |
|-------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1   | 8,3  | 10,2 | 4,3 | 1,0 | 2,2 | 4,0 | 4,5 | 6,8 |
| 2—5   | 11,8 | 14,2 | 3,5 | 1,5 | 2,4 | 5,4 | 8,3 | 8,6 |
| 6—9   | 0,1  | 0,3  |     | 0,5 | 0,7 | 0,4 | 0,6 | 0,2 |
| 10—13 |      |      |     | 0,1 | 0,1 |     |     |     |

19 ч

|       |     |      |     |      |      |     |     |     |
|-------|-----|------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 0—1   | 5,5 | 20,3 | 7,2 | 7,8  | 6,8  | 5,3 | 2,8 | 2,2 |
| 2—5   | 0,8 | 4,2  | 2,1 | 11,1 | 10,1 | 4,2 | 2,3 | 1,4 |
| 6—9   | 0,1 | 0,1  | 0,1 | 1,4  | 2,0  | 0,6 | 0,2 | 0,1 |
| 10—13 |     |      |     | 0,2  | 0,3  | 0,1 |     |     |
| 14—17 |     |      |     | 0,1  | 0,2  | 0,1 |     |     |
| 18—20 |     | 0,1  |     |      |      | 0,1 | 0,1 |     |

Июнь

1 ч

|       |     |     |     |      |      |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 0—1   | 0,7 | 0,5 | 1,9 | 15,9 | 5,7  | 1,4 | 0,6 | 0,1 |
| 2—5   | 0,5 | 0,5 | 2,0 | 46,8 | 11,7 | 2,6 | 0,7 | 0,1 |
| 6—9   |     |     | 0,2 | 6,0  | 0,8  | 0,4 | 0,1 |     |
| 10—13 |     |     |     |      | 0,2  | 0,2 | 0,2 |     |
| 14—17 |     |     |     |      |      | 0,1 |     |     |
| 18—20 |     |     |     | 0,1  |      |     |     |     |

7 ч

|       |     |     |     |      |      |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 0—1   | 4,4 | 5,6 | 8,2 | 29,9 | 10,8 | 5,6 | 3,9 | 2,5 |
| 2—5   | 0,7 | 1,5 | 1,1 | 12,1 | 6,3  | 3,2 | 1,8 | 1,0 |
| 6—9   |     |     |     | 0,6  | 0,2  | 0,1 | 0,2 |     |
| 10—13 |     |     |     |      |      |     |     |     |
| 14—17 |     |     |     |      | 0,2  |     | 0,1 |     |

13 ч

|       |     |      |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1   | 9,4 | 13,6 | 5,4 | 1,7 | 2,1 | 4,7 | 5,6 | 9,5 |
| 2—5   | 5,5 | 10,7 | 3,2 | 3,1 | 4,4 | 6,0 | 5,5 | 5,7 |
| 6—9   | 0,2 | 0,2  |     | 0,7 | 1,0 | 0,4 | 0,5 | 0,2 |
| 10—13 |     |      |     | 0,1 | 0,3 | 0,2 |     |     |
| 14—17 |     |      |     |     | 0,1 |     |     |     |

19 ч

|       |     |      |     |      |      |     |     |     |
|-------|-----|------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 0—1   | 1,3 | 11,9 | 7,1 | 9,6  | 9,3  | 3,5 | 3,0 | 2,5 |
| 2—5   | 1,1 | 2,5  | 1,9 | 19,0 | 14,8 | 4,8 | 1,7 | 0,2 |
| 6—9   |     | 0,2  |     | 2,4  | 1,4  | 0,6 | 0,6 | 0,3 |
| 10—13 |     |      |     |      | 0,1  | 0,1 |     | 0,1 |

Июль

1 ч

|       |     |     |     |      |      |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 0—1   | 0,6 | 1,8 | 2,2 | 14,2 | 4,7  | 1,5 | 0,5 | 0,2 |
| 2—5   | 0,3 | 0,3 | 1,4 | 51,5 | 11,3 | 1,3 | 0,8 | 0,5 |
| 6—9   |     |     |     | 5,4  | 0,9  | 0,2 | 0,1 |     |
| 10—13 |     |     |     |      | 0,2  | 0,1 |     |     |

| Скорость<br>ветра, м/с | С    | СВ   | В   | ЮВ   | Ю    | ЮЗ  | З   | СЗ  |
|------------------------|------|------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 7 ч                    |      |      |     |      |      |     |     |     |
| 0—1                    | 1,3  | 4,4  | 7,5 | 33,1 | 10,7 | 5,3 | 2,6 | 1,0 |
| 2—5                    | 0,7  | 1,0  | 1,5 | 17,5 | 6,1  | 3,0 | 0,9 | 1,2 |
| 6—9                    |      | 0,1  |     | 0,8  | 0,7  | 0,2 | 0,2 |     |
| 10—13                  |      |      |     | 0,2  |      |     |     |     |
| 13 ч                   |      |      |     |      |      |     |     |     |
| 0—1                    | 8,9  | 12,3 | 5,4 | 3,9  | 4,0  | 5,4 | 5,8 | 7,8 |
| 2—5                    | 7,9  | 12,2 | 3,0 | 2,3  | 4,6  | 6,4 | 4,3 | 4,0 |
| 6—9                    |      |      |     | 0,3  | 0,9  | 0,1 |     | 0,2 |
| 10—13                  |      |      |     |      |      |     | 0,1 |     |
| 14—17                  |      |      |     |      |      |     | 0,1 |     |
| 18—20                  |      |      |     |      |      |     | 0,1 |     |
| 19 ч                   |      |      |     |      |      |     |     |     |
| 0—1                    | 1,3  | 9,7  | 4,6 | 13,2 | 8,8  | 2,5 | 0,7 | 1,3 |
| 2—5                    | 0,3  | 2,3  | 3,2 | 27,1 | 14,1 | 4,0 | 0,5 | 0,5 |
| 6—9                    |      | 0,1  | 0,2 | 2,1  | 1,9  | 0,9 | 0,2 | 0,1 |
| 10—13                  |      |      |     | 0,2  | 0,1  |     |     |     |
| 14—17                  |      |      |     |      |      | 0,1 |     |     |
| Август                 |      |      |     |      |      |     |     |     |
| 1 ч                    |      |      |     |      |      |     |     |     |
| 0—1                    |      | 0,5  | 1,7 | 15,4 | 5,8  | 1,8 | 0,6 | 1,0 |
| 2—5                    |      | 0,3  | 1,8 | 51,0 | 11,6 | 2,0 | 0,1 | 0,1 |
| 6—9                    |      |      |     | 4,8  | 1,2  |     |     | 0,1 |
| 10—13                  | 0,1  |      |     |      |      |     |     |     |
| 14—17                  |      |      |     |      | 0,1  |     |     |     |
| 7 ч                    |      |      |     |      |      |     |     |     |
| 0—1                    | 0,3  | 1,2  | 6,7 | 33,3 | 13,1 | 8,8 | 1,6 | 0,9 |
| 2—5                    | 0,2  | 0,1  | 1,4 | 19,0 | 6,2  | 3,6 | 1,7 | 0,8 |
| 6—9                    |      |      | 0,1 | 0,5  | 0,1  |     | 0,3 |     |
| 10—13                  |      |      |     |      |      |     | 0,1 |     |
| 13 ч                   |      |      |     |      |      |     |     |     |
| 0—1                    | 11,8 | 12,1 | 3,1 | 2,1  | 2,7  | 6,1 | 9,0 | 8,3 |
| 2—5                    | 10,0 | 11,3 | 2,2 | 1,8  | 3,0  | 3,7 | 4,8 | 6,2 |
| 6—9                    | 0,1  | 0,4  |     | 0,2  | 0,6  | 0,1 |     | 0,1 |
| 10—13                  |      |      |     | 0,2  |      |     |     |     |
| 14—17                  |      |      |     |      | 0,1  |     |     |     |
| 19 ч                   |      |      |     |      |      |     |     |     |
| 0—1                    | 1,8  | 6,5  | 4,8 | 11,6 | 4,0  | 1,4 | 0,6 | 0,7 |
| 2—5                    | 1,2  | 1,3  | 4,8 | 41,3 | 11,2 | 2,3 | 0,1 | 0,3 |
| 6—9                    |      | 0,1  | 0,1 | 3,1  | 0,6  | 1,1 | 0,2 |     |
| 10—13                  |      |      |     | 0,1  | 0,2  |     |     |     |
| 14—17                  |      |      |     |      |      | 0,5 | 0,1 |     |
| Сентябрь               |      |      |     |      |      |     |     |     |
| 1 ч                    |      |      |     |      |      |     |     |     |
| 0—1                    | 0,8  | 1,1  | 2,3 | 22,9 | 6,6  | 1,8 | 0,1 | 0,7 |
| 2—5                    | 0,1  | 0,4  | 1,2 | 48,9 | 8,2  | 1,1 | 0,2 | 0,2 |
| 6—9                    |      |      |     | 2,7  | 0,2  |     |     |     |
| 10—13                  |      |      |     |      |      | 0,4 | 0,1 |     |

| Скорость<br>ветра, м/с | С    | СВ   | В    | ЮВ   | Ю    | ЮЗ  | З    | СЗ   |
|------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| 7 ч                    |      |      |      |      |      |     |      |      |
| 0—1                    | 2,4  | 3,8  | 8,7  | 32,2 | 12,0 | 4,3 | 1,4  | 1,0  |
| 2—5                    | 0,5  | 2,7  | 1,2  | 19,4 | 5,3  | 3,1 | 0,7  | 0,4  |
| 6—9                    |      |      |      | 0,6  | 0,1  |     | 0,1  |      |
| 10—13                  |      |      |      | 0,1  |      |     |      |      |
| 13 ч                   |      |      |      |      |      |     |      |      |
| 0—1                    | 13,7 | 11,5 | 3,5  | 0,2  | 1,4  | 3,5 | 7,6  | 11,9 |
| 2—5                    | 12,6 | 12,6 | 3,2  | 1,1  | 1,5  | 3,1 | 4,4  | 6,4  |
| 6—9                    | 0,1  | 0,5  |      | 0,1  | 0,2  | 0,2 | 0,4  | 0,1  |
| 10—13                  |      |      |      |      | 0,2  |     |      |      |
| 19 ч                   |      |      |      |      |      |     |      |      |
| 0—1                    | 1,1  | 3,7  | 4,3  | 13,0 | 3,6  | 1,4 | 1,2  | 1,5  |
| 2—5                    | 0,7  | 3,8  | 2,8  | 47,4 | 7,7  | 1,9 | 0,2  | 0,7  |
| 6—9                    |      |      | 0,1  | 3,4  | 0,6  | 0,3 | 0,2  |      |
| 10—13                  |      |      |      | 0,2  | 0,2  |     |      |      |
| Октябрь                |      |      |      |      |      |     |      |      |
| 1 ч                    |      |      |      |      |      |     |      |      |
| 0—1                    | 1,5  | 5,0  | 4,6  | 33,1 | 9,2  | 2,5 | 0,7  | 0,7  |
| 2—5                    | 1,4  | 1,0  | 1,8  | 28,7 | 5,9  | 1,4 | 0,3  | 0,5  |
| 6—9                    |      |      |      | 1,3  | 0,1  | 0,1 | 0,2  |      |
| 7 ч                    |      |      |      |      |      |     |      |      |
| 0—1                    | 2,7  | 4,0  | 7,6  | 30,2 | 13,3 | 7,7 | 2,3  | 1,4  |
| 2—5                    | 0,8  | 1,6  | 1,6  | 14,5 | 5,7  | 2,9 | 0,7  | 0,7  |
| 6—9                    |      |      |      | 1,6  | 0,1  | 0,3 | 0,2  |      |
| 10—13                  |      |      |      |      |      | 0,1 |      |      |
| 13 ч                   |      |      |      |      |      |     |      |      |
| 0—1                    | 17,4 | 13,0 | 2,5  | 1,4  | 2,1  | 5,8 | 7,7  | 12,0 |
| 2—5                    | 9,1  | 11,6 | 1,3  | 1,3  | 1,3  | 3,1 | 4,0  | 5,8  |
| 6—9                    |      | 0,2  |      |      |      | 0,2 | 0,1  |      |
| 10—13                  |      |      |      |      |      |     | 0,1  |      |
| 19 ч                   |      |      |      |      |      |     |      |      |
| 0—1                    | 1,3  | 7,2  | 4,5  | 23,6 | 6,0  | 3,5 | 0,7  | 1,4  |
| 2—5                    | 1,2  | 1,4  | 3,5  | 32,3 | 7,8  | 2,4 | 0,6  | 0,8  |
| 6—9                    |      |      | 0,1  | 1,6  | 0,6  | 0,2 | 0,2  |      |
| 10—13                  |      |      |      | 0,1  |      |     |      |      |
| Ноябрь                 |      |      |      |      |      |     |      |      |
| 1 ч                    |      |      |      |      |      |     |      |      |
| 0—1                    | 3,2  | 7,7  | 6,3  | 28,9 | 12,7 | 6,8 | 2,4  | 3,7  |
| 2—5                    | 1,4  | 1,3  | 1,5  | 12,5 | 5,5  | 3,0 | 0,9  | 0,6  |
| 6—9                    |      |      |      | 0,6  | 0,4  | 0,4 | 0,2  |      |
| 7 ч                    |      |      |      |      |      |     |      |      |
| 0—1                    | 4,9  | 6,8  | 10,2 | 25,0 | 12,5 | 8,8 | 2,6  | 2,4  |
| 2—5                    | 1,1  | 2,7  | 1,1  | 9,5  | 6,0  | 3,9 | 0,7  | 0,6  |
| 6—9                    |      |      | 0,1  | 0,5  | 0,2  | 0,2 | 0,2  |      |
| 13 ч                   |      |      |      |      |      |     |      |      |
| 0—1                    | 17,9 | 14,2 | 2,0  | 2,4  | 3,3  | 9,5 | 10,8 | 12,5 |
| 2—5                    | 6,7  | 6,6  | 0,6  | 0,4  | 1,3  | 3,9 | 4,5  | 3,1  |
| 6—9                    |      | 0,1  |      |      |      |     | 0,2  |      |

| Скорость<br>ветра, м/с | С    | СВ   | В   | ЮВ   | Ю    | ЮЗ   | З    | СЗ   |
|------------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|
| 19 ч                   |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 4,6  | 8,4  | 7,3 | 20,0 | 15,2 | 8,7  | 3,4  | 4,0  |
| 2—5                    | 0,6  | 1,7  | 1,5 | 12,1 | 6,4  | 3,2  | 1,0  | 1,0  |
| 6—9                    | 0,1  |      | 0,1 | 0,4  | 0,2  | 0,1  | 0,1  |      |
| Декабрь                |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 1 ч                    |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 4,8  | 8,3  | 8,6 | 22,5 | 17,1 | 9,6  | 2,1  | 1,6  |
| 2—5                    | 1,0  | 2,2  | 1,0 | 8,9  | 6,2  | 3,3  | 1,4  | 0,8  |
| 6—9                    |      | 0,1  |     | 0,2  | 0,2  | 0,1  |      |      |
| 7 ч                    |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 3,5  | 8,3  | 8,9 | 17,3 | 16,9 | 12,2 | 2,5  | 3,3  |
| 2—5                    | 1,1  | 1,8  | 1,5 | 8,5  | 5,4  | 5,4  | 1,2  | 0,9  |
| 6—9                    |      | 0,2  |     | 0,5  | 0,3  | 0,3  | 0,1  |      |
| 13 ч                   |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 14,8 | 12,8 | 3,3 | 3,2  | 6,1  | 13,9 | 14,3 | 10,9 |
| 2—5                    | 3,6  | 5,6  | 0,7 | 0,6  | 0,8  | 4,7  | 2,9  | 2,4  |
| 6—9                    |      |      |     |      |      | 0,3  | 0,1  |      |
| 19 ч                   |      |      |     |      |      |      |      |      |
| 0—1                    | 7,9  | 11,1 | 6,1 | 18,5 | 12,9 | 10,3 | 3,7  | 5,4  |
| 2—5                    | 0,8  | 1,7  | 1,3 | 7,3  | 5,1  | 5,9  | 0,7  | 0,7  |
| 6—9                    |      | 0,1  | 0,1 |      | 0,1  | 0,2  | 0,1  |      |

### Термический режим

Таблица 14

Вероятность (%) положительных и отрицательных отклонений  
средней месячной температуры воздуха от средней многолетней.  
1879—1975 гг.

| Месяц | Отклонения температуры воздуха от нормы, °С |               |              |             |             |             |             |             |             |             |
|-------|---------------------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|       | -12,0...-11,1                               | -11,0...-10,1 | -10,0...-9,1 | -9,0...-8,1 | -8,0...-7,1 | -7,0...-6,1 | -6,0...-5,1 | -5,0...-4,1 | -4,0...-3,1 | -3,0...-2,1 |
| I     |                                             |               |              |             | 1           | 0           | 2           | 5           | 10          | 12          |
| II    | 1                                           | 0             | 0            | 1           | 2           | 3           | 4           | 4           | 6           | 5           |
| III   |                                             |               |              |             | 1           | 2           | 0           | 5           | 9           | 7           |
| IV    |                                             |               |              |             |             |             |             | 1           | 5           | 11          |
| V     |                                             |               |              |             |             |             |             |             | 1           | 6           |
| VI    |                                             |               |              |             |             |             |             |             |             | 9           |
| VII   |                                             |               |              |             |             |             |             |             |             | 4           |
| VIII  |                                             |               |              |             |             |             |             |             |             | 5           |
| IX    |                                             |               |              |             |             |             |             |             | 1           | 6           |
| X     |                                             |               |              |             |             |             |             |             | 3           | 7           |
| XI    |                                             |               |              |             | 1           | 1           | 4           | 0           | 2           | 13          |
| XII   |                                             |               |              | 2           | 1           | 1           | 1           | 6           | 9           | 7           |

| Месяц | Отклонения температуры воздуха от нормы, °С |          |         |         |         |         |         |         |         |
|-------|---------------------------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|       | -2,0...-1,1                                 | -1,0-0,0 | 0,1-1,0 | 1,1-2,0 | 2,1-3,0 | 3,1-4,0 | 4,1-5,0 | 5,1-6,0 | 6,1-7,0 |
| I     | 5                                           | 15       | 9       | 15      | 10      | 12      | 1       | 3       |         |
| II    | 2                                           | 15       | 14      | 10      | 15      | 10      | 6       | 2       |         |
| III   | 14                                          | 10       | 11      | 17      | 12      | 5       | 3       | 4       |         |
| IV    | 19                                          | 22       | 6       | 19      | 8       | 5       | 4       |         |         |
| V     | 15                                          | 25       | 24      | 17      | 6       | 0       | 1       |         |         |
| VI    | 10                                          | 30       | 31      | 12      | 5       | 1       | 1       |         |         |
| VII   | 19                                          | 32       | 25      | 14      | 5       | 1       |         |         |         |
| VIII  | 17                                          | 27       | 31      | 15      | 4       | 1       |         |         |         |
| IX    | 11                                          | 40       | 26      | 9       | 3       | 4       |         |         |         |
| X     | 15                                          | 26       | 22      | 14      | 4       | 6       | 1       |         |         |
| XI    | 15                                          | 14       | 11      | 19      | 10      | 6       | 2       | 1       | 1       |
| XII   | 9                                           | 11       | 7       | 19      | 12      | 6       | 6       | 3       | 1       |

Таблица 15

Вероятность (%) различных градаций средней месячной температуры воздуха.  
Алма-Ата, ГМО. 1915—1975 гг.

| Температура, °С |       | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII |
|-----------------|-------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|
| от              | до    |    |    |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |
| -18,0           | -16,1 |    | 2  |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |
| -16,0           | -14,1 |    | 2  |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |
| -14,0           | -12,1 |    | 2  |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |
| -12,0           | -10,1 | 12 | 5  |     |    |    |    |     |      |    |    |    | 5   |
| -10,0           | -8,1  | 17 | 7  |     |    |    |    |     |      |    |    |    | 7   |
| -8,0            | -6,1  | 24 | 13 |     |    |    |    |     |      |    |    |    | 16  |
| -6,0            | -4,1  | 35 | 25 |     |    |    |    |     |      |    |    | 2  | 14  |
| -4,0            | -2,1  | 12 | 27 | 4   |    |    |    |     |      |    |    | 7  | 18  |
| -2,0            | 0,0   |    | 15 | 24  |    |    |    |     |      |    |    | 7  | 20  |
| 0,1             | 2,0   |    | 2  | 25  |    |    |    |     |      |    |    | 27 | 13  |
| 2,1             | 4,0   |    |    | 30  |    |    |    |     |      |    |    | 28 | 7   |
| 4,1             | 6,0   |    |    | 12  |    |    |    |     |      |    |    | 20 |     |
| 6,1             | 8,0   |    |    | 5   |    |    |    |     |      |    |    | 7  |     |
| 8,1             | 10,0  |    |    |     | 5  |    |    |     |      |    | 12 | 2  |     |
| 10,1            | 12,0  |    |    |     | 40 |    |    |     |      |    | 48 |    |     |
| 12,1            | 14,0  |    |    |     | 20 |    |    |     |      |    | 29 |    |     |
| 14,1            | 16,0  |    |    |     | 30 | 11 |    |     |      |    | 9  |    |     |
| 16,1            | 18,0  |    |    |     | 5  | 32 |    |     |      | 2  | 2  |    |     |
| 18,1            | 20,0  |    |    |     |    | 46 | 2  |     |      | 59 |    |    |     |
| 20,1            | 22,0  |    |    |     |    | 9  | 35 |     |      | 16 |    |    |     |
| 22,1            | 24,0  |    |    |     |    | 2  | 50 |     |      | 5  |    |    |     |
| 24,1            | 26,0  |    |    |     |    |    | 13 | 14  | 4    |    |    |    |     |
| 26,1            | 28,0  |    |    |     |    |    |    | 27  | 31   |    |    |    |     |
|                 |       |    |    |     |    |    |    | 4   | 51   |    |    |    |     |
|                 |       |    |    |     |    |    |    | 14  | 14   |    |    |    |     |

Таблица 16

Скользящий ряд средней годовой температуры воздуха.  
Алма-Ата, ГМО. 1921—1978 гг.

| Год  | 5   | 10  | 15  | 20  | Год  | 5     | 10    | 15    | 20    |
|------|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| 1921 |     |     |     |     | 1952 | 8,4   | 8,7   | 9,0   | 8,8   |
| 1922 |     |     |     |     | 1953 | 8,4   | 8,7   | 9,0   | 8,8   |
| 1923 |     |     |     |     | 1954 | 8,3   | 8,5   | 8,9   | 8,8   |
| 1924 |     |     |     |     | 1955 | 8,5   | 8,6   | 8,8   | 8,9   |
| 1925 | 9,0 |     |     |     | 1956 | 8,7   | 8,7   | 8,8   | 8,9   |
| 1926 | 9,2 |     |     |     | 1957 | 8,8   | 8,6   | 8,7   | 9,0   |
| 1927 | 9,1 |     |     |     | 1958 | 8,7   | 8,6   | 8,7   | 9,0   |
| 1928 | 9,1 |     |     |     | 1959 | 8,9   | 8,6   | 8,7   | 8,9   |
| 1929 | 8,8 |     |     |     | 1960 | 8,7   | 8,6   | 8,6   | 8,8   |
| 1930 | 8,5 | 8,8 |     |     | 1961 | 8,7   | 8,7   | 8,6   | 8,7   |
| 1931 | 8,2 | 8,7 |     |     | 1962 | 8,9   | 8,8   | 8,7   | 8,8   |
| 1932 | 8,2 | 8,6 |     |     | 1963 | 9,2   | 8,9   | 8,8   | 8,8   |
| 1933 | 8,3 | 8,7 |     |     | 1964 | 9,1   | 9,0   | 8,8   | 8,8   |
| 1934 | 8,3 | 8,6 |     |     | 1965 | 9,4   | 9,1   | 8,9   | 8,8   |
| 1935 | 8,2 | 8,4 | 8,6 |     | 1966 | 9,3   | 9,0   | 8,9   | 8,8   |
| 1936 | 8,3 | 8,3 | 8,6 |     | 1967 | 9,1   | 9,0   | 8,9   | 8,8   |
| 1937 | 8,0 | 8,1 | 8,4 |     | 1968 | 8,9   | 9,0   | 8,9   | 8,8   |
| 1938 | 8,1 | 8,2 | 8,5 |     | 1969 | 8,7   | 8,9   | 8,9   | 8,8   |
| 1939 | 8,5 | 8,4 | 8,5 |     | 1970 | 8,6   | 9,0   | 8,9   | 8,8   |
| 1940 | 8,9 | 8,6 | 8,5 | 8,7 | 1971 | 8,7   | 9,0   | 8,9   | 8,9   |
| 1941 | 9,5 | 8,9 | 8,7 | 8,8 | 1972 | 8,5   | 8,8   | 8,9   | 8,8   |
| 1942 | 9,8 | 8,9 | 8,6 | 8,8 | 1973 | 8,6   | 8,8   | 8,9   | 8,8   |
| 1943 | 9,7 | 8,9 | 8,7 | 8,8 | 1974 | 8,8   | 8,8   | 8,9   | 8,9   |
| 1944 | 9,5 | 9,0 | 8,8 | 8,8 | 1975 | 8,9   | 8,7   | 9,0   | 8,9   |
| 1945 | 9,3 | 9,1 | 8,8 | 8,7 | 1976 | 8,6   | 8,7   | 8,9   | 8,8   |
| 1946 | 8,9 | 9,2 | 8,9 | 8,7 | 1977 | 9,0   | 8,8   | 8,9   | 8,9   |
| 1947 | 9,0 | 9,4 | 8,9 | 8,7 | 1978 | 9,0   | 8,8   | 8,9   | 8,9   |
| 1948 | 9,0 | 9,3 | 8,9 | 8,8 |      | 475,0 | 430,5 | 387,1 | 343,9 |
| 1949 | 8,8 | 9,2 | 8,9 | 8,8 |      | 54    | 49    | 44    | 39    |
| 1950 | 8,8 | 9,0 | 9,0 | 8,8 |      | 8,8   | 8,8   | 8,8   | 8,8   |
| 1951 | 8,6 | 8,8 | 9,0 | 8,8 |      |       |       |       |       |



Таблица 17  
Суточный ход температуры воздуха (°C). Алма-Ата, ГМО

| Время, ч           | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1                  | -8,5 | -6,7 | 0,2  | 8,1  | 13,4 | 17,5 | 20,3 | 19,1 | 13,9 | 7,5  | -0,4 | -5,7 |
| 2                  | -8,6 | -6,9 | -0,1 | 7,8  | 13,2 | 17,2 | 19,7 | 18,7 | 13,6 | 7,2  | -0,5 | -5,8 |
| 3                  | -8,7 | -7,0 | -0,3 | 7,5  | 13,0 | 17,0 | 19,5 | 18,5 | 13,3 | 6,9  | -0,7 | -5,9 |
| 4                  | -8,8 | -7,2 | -0,4 | 7,3  | 12,8 | 16,8 | 19,2 | 18,2 | 13,0 | 6,6  | -0,9 | -6,0 |
| 5                  | -8,8 | -7,3 | -0,6 | 7,0  | 12,6 | 16,8 | 19,1 | 18,0 | 12,8 | 6,4  | -1,0 | -6,0 |
| 6                  | -8,8 | -7,5 | -0,7 | 7,2  | 13,4 | 17,9 | 19,9 | 18,3 | 12,6 | 6,2  | -1,1 | -6,0 |
| 7                  | -8,8 | -7,5 | -0,5 | 8,2  | 14,8 | 19,5 | 21,8 | 20,1 | 14,1 | 6,4  | -1,2 | -6,1 |
| 8                  | -8,6 | -7,0 | 0,5  | 9,4  | 15,7 | 20,6 | 23,0 | 21,5 | 15,9 | 8,1  | -0,6 | -6,0 |
| 9                  | -7,7 | -6,8 | 1,4  | 10,2 | 16,5 | 21,2 | 23,9 | 22,7 | 17,1 | 9,4  | 0,6  | -5,0 |
| 10                 | -6,6 | -4,9 | 2,3  | 11,2 | 17,4 | 22,3 | 25,0 | 23,9 | 18,3 | 10,5 | 1,6  | -4,0 |
| 11                 | -5,7 | -4,2 | 3,1  | 12,2 | 18,2 | 23,0 | 26,0 | 25,1 | 19,6 | 11,5 | 2,5  | -3,3 |
| 12                 | -5,3 | -3,5 | 3,8  | 12,9 | 18,9 | 23,6 | 26,9 | 26,1 | 20,5 | 12,6 | 3,1  | -2,7 |
| 13                 | -4,8 | -2,9 | 4,5  | 13,7 | 19,5 | 24,2 | 27,6 | 26,9 | 21,4 | 13,5 | 3,7  | -2,3 |
| 14                 | -4,8 | -2,9 | 4,7  | 14,1 | 19,7 | 24,4 | 27,7 | 27,2 | 21,9 | 13,9 | 3,8  | -2,4 |
| 15                 | -5,1 | -3,0 | 4,8  | 14,3 | 19,8 | 24,5 | 27,9 | 27,4 | 22,4 | 14,0 | 3,7  | -2,7 |
| 16                 | -5,8 | -3,4 | 4,7  | 14,3 | 19,7 | 24,3 | 27,8 | 27,3 | 22,0 | 13,5 | 2,9  | -3,5 |
| 17                 | -6,7 | -4,3 | 4,1  | 13,8 | 19,4 | 24,1 | 27,3 | 26,9 | 21,2 | 12,2 | 1,7  | -4,4 |
| 18                 | -7,3 | -5,2 | 3,3  | 13,0 | 18,8 | 23,4 | 26,3 | 25,6 | 19,2 | 10,2 | 1,0  | -4,8 |
| 19                 | -7,5 | -5,6 | 2,3  | 11,6 | 17,6 | 21,9 | 24,4 | 22,9 | 17,0 | 9,4  | 0,8  | -5,1 |
| 20                 | -7,7 | -5,8 | 1,9  | 10,5 | 15,9 | 20,8 | 22,4 | 21,5 | 16,2 | 9,0  | 0,5  | -5,3 |
| 21                 | -7,9 | -6,0 | 1,6  | 9,8  | 15,2 | 19,3 | 21,8 | 20,9 | 15,6 | 8,5  | 0,2  | -5,4 |
| 22                 | -8,0 | -6,2 | 1,2  | 9,4  | 14,8 | 18,8 | 21,4 | 20,2 | 15,0 | 8,2  | 0,0  | -5,6 |
| 23                 | -8,1 | -6,3 | 0,9  | 9,0  | 14,5 | 18,4 | 20,9 | 19,7 | 14,5 | 7,8  | -0,2 | -5,7 |
| 24                 | -8,3 | -6,4 | 0,6  | 8,6  | 14,0 | 18,0 | 20,6 | 19,2 | 14,1 | 7,6  | -0,4 | -5,7 |
| Средняя за 24 ч    | -7,4 | -5,6 | 1,8  | 10,5 | 16,2 | 20,6 | 23,3 | 22,3 | 16,9 | 9,5  | 0,8  | -4,8 |
| Суточная амплитуда | 4,0  | 4,6  | 5,5  | 7,3  | 7,2  | 7,7  | 8,8  | 9,4  | 9,8  | 7,8  | 5,0  | 3,8  |

Таблица 18

Повторяемость (%) различных типов погоды в отдельные месяцы и за год.  
Алма-Ата, ГМО

| № типа погоды | Тип погоды           | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Год  |
|---------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 15 ч          |                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1             | 0—1 м/с, 0—2 балла   | 26,1 | 21,6 | 10,6 | 7,7  | 6,8  | 14,7 | 14,8 | 26,1 | 24,6 | 26,1 | 28,0 | 21,9 | 19,1 |
| 2             | 0—1 м/с, 3—7 баллов  | 8,4  | 3,9  | 2,9  | 6,0  | 8,1  | 15,3 | 14,2 | 12,3 | 12,6 | 11,3 | 9,7  | 7,0  | 9,3  |
| 3             | 0—1 м/с, 8—10 баллов | 49,4 | 48,6 | 50,0 | 39,0 | 34,5 | 24,7 | 21,6 | 20,3 | 27,7 | 33,2 | 43,0 | 57,1 | 37,4 |
| 4             | 2—5 м/с, 0—2 балла   | 4,2  | 7,4  | 7,0  | 11,7 | 7,7  | 10,3 | 14,5 | 17,4 | 13,7 | 11,3 | 6,6  | 3,5  | 9,6  |
| 5             | 2—5 м/с, 3—7 баллов  | 0,6  | 0,7  | 4,3  | 5,0  | 10,0 | 10,0 | 12,9 | 9,7  | 8,7  | 2,9  | 1,0  | 1,2  | 5,6  |
| 6             | 2—5 м/с, 8—10 баллов | 11,0 | 17,8 | 25,2 | 30,3 | 31,9 | 24,0 | 20,7 | 14,2 | 12,0 | 15,2 | 11,7 | 9,3  | 18,6 |
| 7             | > 5 м/с, 0—2 балла   |      |      |      |      |      |      | 0,3  |      |      |      |      |      |      |
| 8             | > 5 м/с, 3—7 баллов  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 9             | > 5 м/с, 8—10 баллов | 0,3  |      |      | 0,3  | 1,0  | 1,0  | 1,0  |      | 0,7  |      |      |      | 0,4  |

6 ч

|   |                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 0—1 м/с, 0—2 балла   | 38,1 | 39,7 | 25,8 | 21,4 | 16,1 | 17,4 | 16,1 | 25,5 | 33,0 | 47,1 | 43,7 | 32,6 | 29,7 |
| 2 | 0—1 м/с, 3—7 баллов  | 7,4  | 8,9  | 8,1  | 5,3  | 8,0  | 7,3  | 10,6 | 7,4  | 7,0  | 9,0  | 4,6  | 6,5  | 7,5  |
| 3 | 0—1 м/с, 8—10 баллов | 41,6 | 42,9 | 47,1 | 46,7 | 39,4 | 24,0 | 24,5 | 21,0 | 22,0 | 21,9 | 35,7 | 47,1 | 34,5 |
| 4 | 2—5 м/с, 0—2 балла   | 5,2  | 2,1  | 2,3  | 9,3  | 12,3 | 19,0 | 20,7 | 23,9 | 23,3 | 10,6 | 5,7  | 4,2  | 11,6 |
| 5 | 2—5 м/с, 3—7 баллов  | 0,6  | 1,4  | 1,9  | 1,7  | 5,5  | 10,0 | 9,4  | 7,4  | 5,0  | 2,6  | 1,0  | 1,9  | 4,0  |
| 6 | 2—5 м/с, 8—10 баллов | 7,1  | 5,0  | 14,8 | 15,0 | 18,4 | 22,3 | 18,7 | 14,5 | 9,7  | 8,8  | 9,3  | 7,7  | 12,6 |
| 7 | > 5 м/с, 0—2 балла   |      |      |      | 0,3  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 8 | > 5 м/с, 3—7 баллов  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 9 | > 5 м/с, 8—10 баллов |      |      |      | 0,3  | 0,3  |      |      | 0,3  |      |      |      |      | 0,1  |

Таблица 19

Ежедневная средняя и экстремальная температура воздуха (°C)

| Число  | Средняя суточная  |            |           |          |                  |      | Минимальная       |      |           |          |                  |      | Максимальная      |      |           |          |                  |      |
|--------|-------------------|------------|-----------|----------|------------------|------|-------------------|------|-----------|----------|------------------|------|-------------------|------|-----------|----------|------------------|------|
|        | $t_{\text{макс}}$ | год        | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год  | $t_{\text{макс}}$ | год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год  | $t_{\text{макс}}$ | год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год  |
| Январь |                   |            |           |          |                  |      |                   |      |           |          |                  |      |                   |      |           |          |                  |      |
| 1      | 3,1               | 1940       | -7,1      | 6,3      | -21,4            | 1930 | -1,6              | 1940 | -11,6     | 6,4      | -25,5            | 1935 | 10,2              | 1940 | -1,7      | 6,7      | -16,9            | 1955 |
| 2      | 6,7               | 1927       | -7,8      | 7,3      | -25,0            | 1955 | 0,4               | 1940 | -12,0     | 7,0      | -28,8            | 1955 | 12,0              | 1940 | -2,6      | 7,6      | -22,4            | 1969 |
| 3      | 6,4               | 1940       | -7,4      | 6,7      | -24,0            | 1930 | 1,3               | 1940 | -12,1     | 6,5      | -27,8            | 1930 | 13,4              | 1940 | -2,0      | 7,2      | -20,2            | 1969 |
| 4      | 6,7               | 1940       | -6,6      | 6,5      | -22,0            | 1969 | 3,7               | 1940 | -11,0     | 6,7      | -26,2            | 1930 | 10,2              | 1940 | -1,6      | 6,9      | -17,5            | 1969 |
| 5      | 8,2               | 1940       | -6,6      | 6,4      | -24,8            | 1956 | 2,4               | 1940 | -11,4     | 6,4      | -28,6            | 1956 | 14,2              | 1940 | -1,1      | 6,9      | -19,3            | 1956 |
| 6      | 8,1               | 1940       | -6,9      | 6,3      | -25,0            | 1956 | -0,5              | 1940 | -11,2     | 5,9      | -26,8            | 1956 | 16,8              | 1940 | -1,2      | 6,8      | -20,4            | 1956 |
| 7      | 5,0               | 1958       | -6,6      | 6,3      | -21,2            | 1931 | 2,0               | 1948 | -11,1     | 6,9      | -28,9            | 1916 | 10,0              | 1929 | -1,5      | 6,6      | -16,8            | 1931 |
| 8      | 4,8               | 1976       | -6,4      | 6,1      | -19,4            | 1931 | 0,1               | 1958 | -11,3     | 6,2      | -27,3            | 1931 | 15,5              | 1976 | -1,5      | 6,7      | -15,0            | 1931 |
| 9      | 5,0               | 1940       | -6,5      | 5,4      | -19,0            | 1959 | 0,5               | 1968 | -11,2     | 5,9      | -24,8            | 1919 | 10,8              | 1929 | -1,6      | 5,4      | -13,4            | 1959 |
| 10     | 1,6               | 1924, 1938 | -6,5      | 5,7      | -20,8            | 1931 | -1,3              | 1924 | -11,2     | 5,7      | -25,4            | 1931 | 14,0              | 1975 | -1,1      | 6,3      | -15,0            | 1931 |
| 11     | 4,7               | 1938       | -6,6      | 5,8      | -18,4            | 1937 | 0,4               | 1938 | -10,9     | 6,0      | -23,6            | 1929 | 13,0              | 1960 | -1,1      | 6,1      | -13,5            | 1974 |
| 12     | 3,0               | 1950       | -6,9      | 5,6      | -18,6            | 1974 | 1,2               | 1950 | -11,5     | 5,6      | -21,6            | 1937 | 9,0               | 1950 | -1,4      | 5,4      | -13,8            | 1974 |
| 13     | 3,6               | 1941       | -6,3      | 5,5      | -16,8            | 1974 | -0,2              | 1950 | -11,0     | 5,6      | -23,0            | 1934 | 15,4              | 1965 | -0,3      | 6,1      | -13,5            | 1926 |
| 14     | 2,7               | 1965       | -6,4      | 5,8      | -17,5            | 1923 | -1,5              | 1965 | -10,7     | 5,4      | -23,7            | 1937 | 10,7              | 1953 | -0,7      | 6,5      | -16,5            | 1937 |
| 15     | 3,7               | 1968       | -5,9      | 5,7      | -18,5            | 1935 | -1,9              | 1941 | -10,9     | 5,7      | -23,0            | 1919 | 15,8              | 1968 | -0,2      | 6,9      | -16,2            | 1935 |
| 16     | 2,9               | 1972       | -5,7      | 5,7      | -21,4            | 1935 | 0,1               | 1966 | -10,7     | 7,0      | -36,5            | 1919 | 15,1              | 1959 | -0,08     | 6,6      | -17,5            | 1935 |
| 17     | 3,4               | 1917       | -5,9      | 5,5      | -19,8            | 1935 | 0,1               | 1916 | -10,6     | 5,8      | -25,4            | 1935 | 10,6              | 1963 | -0,4      | 5,7      | -16,0            | 1935 |
| 18     | 3,4               | 1955       | -6,2      | 5,8      | -22,3            | 1943 | -0,9              | 1952 | -10,2     | 5,6      | -24,4            | 1943 | 9,6               | 1963 | -1,0      | 6,1      | -17,6            | 1943 |
| 19     | 3,3               | 1949       | -7,4      | 5,4      | -21,0            | 1943 | -1,2              | 1967 | -11,4     | 5,4      | -24,4            | 1943 | 9,2               | 1949 | -1,8      | 5,8      | -14,4            | 1943 |
| 20     | 5,9               | 1961       | -7,1      | 5,4      | -18,8            | 1934 | 1,1               | 1961 | -11,7     | 6,0      | -25,4            | 1929 | 10,9              | 1949 | -1,5      | 5,5      | -13,6            | 1934 |
| 21     | 5,4               | 1959       | -7,5      | 5,4      | -20,3            | 1954 | -0,3              | 1959 | -11,7     | 5,6      | -25,0            | 1934 | 12,8              | 1959 | -2,0      | 5,7      | -16,2            | 1954 |
| 22     | 3,0               | 1967       | -7,4      | 6,5      | -25,7            | 1929 | -1,9              | 1959 | -12,0     | 6,0      | -27,5            | 1929 | 9,9               | 1967 | -2,2      | 7,0      | -20,0            | 1929 |
| 23     | 2,4               | 1976       | -7,4      | 6,2      | -26,9            | 1929 | -0,5              | 1942 | -12,0     | 6,9      | -29,6            | 1929 | 9,3               | 1976 | -1,9      | 6,2      | -21,6            | 1929 |
| 24     | 3,8               | 1963       | -6,5      | 5,6      | -25,5            | 1929 | 0,2               | 1976 | -11,0     | 5,9      | -29,1            | 1929 | 11,6              | 1963 | -0,9      | 5,8      | -20,7            | 1929 |
| 25     | 4,9               | 1949       | -6,0      | 5,9      | -23,7            | 1929 | -1,0              | 1952 | -10,7     | 6,0      | -28,0            | 1929 | 11,2              | 1949 | -1,3      | 6,1      | -18,0            | 1929 |
| 26     | 2,5               | 1921, 1947 | -6,5      | 5,4      | -23,3            | 1929 | -1,5              | 1921 | -11,0     | 5,9      | -26,9            | 1929 | 8,3               | 1947 | -1,5      | 5,6      | -18,6            | 1929 |
| 27     | 1,9               | 1963       | -6,2      | 5,2      | -24,3            | 1969 | -1,1              | 1924 | -11,4     | 5,8      | -27,8            | 1969 | 11,7              | 1963 | -0,7      | 5,6      | -20,7            | 1969 |
| 28     | 3,4               | 1963       | -6,4      | 5,9      | -26,9            | 1969 | -0,7              | 1963 | -11,0     | 6,6      | -33,0            | 1919 | 10,7              | 1941 | -1,2      | 6,4      | -22,6            | 1969 |
| 29     | 6,4               | 1963       | -6,5      | 6,1      | -24,9            | 1969 | 2,6               | 1966 | 10,7      | 6,4      | -30,1            | 1969 | 12,7              | 1963 | -1,2      | 6,4      | -18,0            | 1929 |

| Число   | Средняя суточная  |            |           |          |                  |      | Минимальная       |            |           |          |                  |            | Максимальная      |      |           |          |                  |      |
|---------|-------------------|------------|-----------|----------|------------------|------|-------------------|------------|-----------|----------|------------------|------------|-------------------|------|-----------|----------|------------------|------|
|         | $t_{\text{макс}}$ | год        | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год  | $t_{\text{макс}}$ | год        | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год        | $t_{\text{макс}}$ | год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год  |
| 30      | 4,8               | 1963       | -6,6      | 5,9      | -24,9            | 1929 | 0,3               | 1966       | -10,8     | 5,9      | -28,8            | 1929       | 9,6               | 1963 | -1,3      | 5,7      | -18,7            | 1929 |
| 31      | 2,8               | 1941       | -6,6      | 5,8      | -19,9            | 1972 | -0,6              | 1947, 1952 | -10,8     | 6,0      | -26,5            | 1929       | 10,6              | 1941 | -1,0      | 5,9      | -16,2            | 1929 |
| Февраль |                   |            |           |          |                  |      |                   |            |           |          |                  |            |                   |      |           |          |                  |      |
| 1       | 4,6               | 1976       | -5,9      | 6,7      | -24,3            | 1920 | -0,2              | 1958       | -11,0     | 6,8      | -32,0            | 1920       | 12,8              | 1976 | -0,8      | 7,2      | -22,4            | 1920 |
| 2       | 2,4               | 1923       | -6,8      | 6,6      | -21,6            | 1957 | -0,7              | 1937       | -10,9     | 6,8      | -24,9            | 1920, 1929 | 10,1              | 1937 | -1,2      | 6,9      | -16,3            | 1957 |
| 3       | 5,2               | 1935       | -8,0      | 6,5      | -23,6            | 1931 | -1,0              | 1924       | -12,2     | 6,9      | -25,5            | 1931       | 9,3               | 1947 | -2,9      | 6,1      | -17,3            | 1931 |
| 4       | 7,6               | 1939       | -7,7      | 6,8      | -24,8            | 1931 | 0,8               | 1939       | -11,9     | 7,1      | -27,5            | 1931       | 12,0              | 1939 | -2,2      | 6,7      | -21,3            | 1931 |
| 5       | 8,3               | 1960       | -7,4      | 7,0      | -26,7            | 1931 | 3,3               | 1960       | -11,9     | 6,9      | -29,8            | 1931       | 11,6              | 1960 | -2,0      | 7,2      | -23,1            | 1931 |
| 6       | 4,0               | 1956       | -7,2      | 6,4      | -28,5            | 1931 | 0,3               | 1966       | -11,5     | 6,6      | -33,8            | 1931       | 10,7              | 1966 | -1,6      | 6,8      | -22,6            | 1931 |
| 7       | 4,0               | 1934       | -5,8      | 6,3      | -28,7            | 1931 | 1,5               | 1976       | -10,3     | 6,3      | -33,0            | 1931       | 13,2              | 1953 | -0,1      | 7,1      | -24,6            | 1931 |
| 8       | 4,0               | 1953       | -5,5      | 5,8      | -24,3            | 1931 | 1,0               | 1976       | -9,8      | 6,3      | -30,5            | 1931       | 10,5              | 1948 | -0,5      | 5,9      | -20,3            | 1931 |
| 9       | 4,2               | 1944       | -6,0      | 5,9      | -20,5            | 1931 | 0,1               | 1953       | -10,2     | 5,6      | -25,6            | 1931       | 13,5              | 1944 | -0,9      | 6,6      | -16,6            | 1931 |
| 10      | 5,2               | 1970       | -5,8      | 6,0      | -20,6            | 1947 | 1,5               | 1970       | -10,4     | 6,0      | -26,0            | 1931       | 10,1              | 1965 | -0,8      | 6,2      | -14,5            | 1947 |
| 11      | 6,5               | 1970       | -5,8      | 5,8      | -20,8            | 1947 | 1,9               | 1970       | -10,1     | 5,8      | -25,3            | 1947       | 16,0              | 1966 | -0,4      | 6,4      | -15,3            | 1969 |
| 12      | 4,4               | 1966       | -5,7      | 5,5      | -24,4            | 1969 | 0,5               | 1966       | -9,8      | 5,9      | -27,3            | 1969       | 11,7              | 1958 | -0,3      | 5,9      | -20,3            | 1969 |
| 13      | 7,2               | 1919       | -5,3      | 5,6      | -24,9            | 1969 | 0,7               | 1919       | -9,3      | 5,6      | -28,3            | 1969       | 12,3              | 1927 | -0,3      | 6,0      | -19,9            | 1969 |
| 14      | 5,0               | 1970       | -5,0      | 5,8      | -22,1            | 1969 | 0,1               | 1927       | -9,6      | 5,8      | -25,9            | 1969       | 10,1              | 1919 | 0,5       | 5,9      | -17,6            | 1969 |
| 15      | 8,1               | 1970       | -4,8      | 6,1      | -21,7            | 1954 | 4,1               | 1970       | -9,0      | 6,5      | -26,4            | 1954       | 15,6              | 1970 | 0,6       | 6,4      | -15,7            | 1931 |
| 16      | 4,8               | 1941       | -4,9      | 5,7      | -19,6            | 1969 | 0,7               | 1963       | -9,1      | 5,8      | -25,2            | 1969       | 10,6              | 1934 | 0,4       | 6,0      | -14,6            | 1969 |
| 17      | 6,1               | 1935       | -5,2      | 6,0      | -22,7            | 1969 | 1,2               | 1946       | -8,8      | 6,0      | -27,0            | 1969       | 11,0              | 1946 | -0,1      | 5,9      | -14,5            | 1969 |
| 18      | 6,8               | 1921, 1946 | -5,7      | 6,3      | -20,1            | 1969 | 3,3               | 1917       | -9,8      | 6,2      | -26,5            | 1969       | 13,1              | 1946 | -0,1      | 6,8      | -17,0            | 1920 |
| 19      | 7,9               | 1958       | -5,2      | 6,6      | -20,1            | 1937 | 1,9               | 1958       | -9,8      | 6,6      | -23,9            | 1920       | 13,3              | 1958 | 0,4       | 7,1      | -12,6            | 1920 |
| 20      | 5,6               | 1958       | -4,4      | 6,4      | -22,4            | 1937 | 2,6               | 1962       | -8,8      | 6,7      | -27,9            | 1937       | 12,4              | 1954 | 0,8       | 6,7      | -15,4            | 1937 |
| 21      | 5,2               | 1960       | -4,7      | 6,5      | -24,1            | 1974 | 2,3               | 1958       | -9,1      | 6,5      | -28,8            | 1974       | 11,5              | 1963 | 1,1       | 6,8      | -19,8            | 1974 |
| 22      | 6,5               | 1921       | -4,4      | 6,4      | -25,9            | 1974 | 2,5               | 1963       | -8,8      | 6,7      | -29,9            | 1974       | 13,0              | 1921 | 1,0       | 6,9      | -19,3            | 1974 |
| 23      | 8,5               | 1928       | -3,4      | 6,6      | -24,1            | 1974 | 1,4               | 1921       | -8,1      | 6,4      | -28,2            | 1974       | 15,2              | 1958 | 1,8       | 7,1      | -18,6            | 1974 |
| 24      | 10,0              | 1963       | -3,2      | 6,6      | -22,4            | 1974 | 4,3               | 1958       | -7,7      | 6,8      | -29,4            | 1951       | 15,9              | 1963 | 2,3       | 6,6      | -17,3            | 1951 |
| 25      | 11,5              | 1963       | -3,2      | 7,5      | -32,9            | 1951 | 5,5               | 1963       | -7,2      | 7,8      | -36,1            | 1951       | 17,6              | 1963 | 1,7       | 7,5      | -29,1            | 1951 |
| 26      | 10,0              | 1963       | -2,9      | 7,6      | -33,7            | 1951 | 6,4               | 1962       | -7,3      | 7,7      | -37,7            | 1951       | 17,7              | 1928 | 2,3       | 7,7      | -24,9            | 1951 |
| 27      | 12,4              | 1963       | -3,2      | 6,7      | -28,4            | 1951 | 5,5               | 1963       | -7,1      | 6,9      | -34,2            | 1951       | 16,5              | 1963 | 1,8       | 7,1      | -19,2            | 1951 |
| 28      | 6,2               | 1949       | -3,8      | 6,0      | -22,4            | 1951 | 3,5               | 1963       | -7,5      | 6,3      | -27,3            | 1951       | 12,4              | 1949 | 1,6       | 6,1      | -13,7            | 1951 |
| 29      | 6,7               | 1932       |           |          |                  |      | 2,3               | 1932       | -6,5      |          | -17,4            | 1920       | 14,9              | 1968 | 2,6       | 6,2      | -6,6             | 1920 |

|    |      |            |      |     |       |            |      |            |      |     |       |            |      |            |      |     |       |      |
|----|------|------------|------|-----|-------|------------|------|------------|------|-----|-------|------------|------|------------|------|-----|-------|------|
| 1  | 8,2  | 1962       | -3,2 | 5,6 | -14,8 | 1931       | 3,0  | 1968       | -6,9 | 6,2 | -24,8 | 1920       | 14,5 | 1962       | 1,7  | 5,8 | -9,0  | 1931 |
| 2  | 6,6  | 1941       | -2,8 | 5,0 | -14,8 | 1971       | 2,2  | 1953       | -6,7 | 5,4 | -20,8 | 1930       | 12,7 | 1953, 1960 | 1,6  | 5,3 | -11,3 | 1971 |
| 3  | 7,8  | 1968       | -3,0 | 4,9 | -15,8 | 1971       | 2,1  | 1935       | -6,8 | 4,8 | -18,5 | 1971       | 16,0 | 1968       | 1,7  | 5,9 | -11,2 | 1971 |
| 4  | 10,8 | 1953       | -3,3 | 5,4 | -14,2 | 1971       | 6,6  | 1953       | -7,0 | 5,7 | -18,9 | 1945       | 18,7 | 1953       | 1,6  | 5,6 | -9,1  | 1919 |
| 5  | 9,6  | 1935       | -3,1 | 5,1 | -12,3 | 1946       | 3,0  | 1935       | -7,3 | 5,1 | -18,0 | 1951       | 13,0 | 1935       | 2,2  | 5,4 | -7,5  | 1919 |
| 6  | 11,3 | 1935       | -2,2 | 5,7 | -14,0 | 1919       | 5,8  | 1935       | -6,6 | 5,9 | -18,8 | 1919, 1950 | 17,1 | 1935       | 3,5  | 5,9 | -8,6  | 1946 |
| 7  | 9,4  | 1941, 1958 | -1,5 | 5,1 | -12,6 | 1946       | 5,3  | 1958       | -5,7 | 5,1 | -16,5 | 1946       | 15,9 | 1941       | 4,0  | 5,4 | -8,5  | 1946 |
| 8  | 10,2 | 1934       | -1,1 | 4,6 | -11,7 | 1971       | 4,1  | 1934       | -5,6 | 4,7 | -15,8 | 1971       | 16,3 | 1934       | 4,2  | 5,2 | -6,7  | 1971 |
| 9  | 8,4  | 1944       | -0,5 | 4,9 | -13,6 | 1960       | 5,6  | 1944       | -4,5 | 5,0 | -18,7 | 1971       | 15,2 | 1953       | 4,3  | 5,7 | -9,5  | 1960 |
| 10 | 10,4 | 1925       | -0,4 | 5,3 | -11,3 | 1954       | 5,8  | 1925       | -4,6 | 5,1 | -15,0 | 1971       | 17,3 | 1925       | 4,8  | 6,0 | -4,4  | 1960 |
| 11 | 10,6 | 1962       | 0,0  | 7,5 | -11,6 | 1954       | 6,5  | 1968       | -4,1 | 5,2 | -16,1 | 1954       | 18,6 | 1940       | 5,2  | 5,7 | -8,2  | 1933 |
| 12 | 14,2 | 1940       | 1,9  | 5,7 | -13,3 | 1933       | 9,0  | 1962       | -2,8 | 5,5 | -18,0 | 1933       | 21,3 | 1940       | 7,2  | 6,5 | -9,1  | 1933 |
| 13 | 13,8 | 1947       | 2,4  | 5,1 | -7,7  | 1954       | 9,5  | 1947       | -1,8 | 4,9 | -15,8 | 1933       | 20,5 | 1965       | 7,8  | 5,8 | -3,7  | 1927 |
| 14 | 12,6 | 1947       | 2,8  | 5,0 | -8,5  | 1923       | 6,6  | 1966       | -1,7 | 4,4 | -11,2 | 1970       | 20,6 | 1964       | 8,4  | 6,1 | -5,6  | 1923 |
| 15 | 12,8 | 1968       | 3,0  | 5,1 | -9,9  | 1946       | 8,9  | 1968       | -1,4 | 4,9 | -12,7 | 1946       | 20,6 | 1941       | 8,2  | 5,9 | -6,0  | 1946 |
| 16 | 12,6 | 1941, 1944 | 2,4  | 5,0 | -8,7  | 1917, 1976 | 7,8  | 1941       | -1,3 | 4,6 | -13,1 | 1976       | 20,9 | 1944       | 7,2  | 6,3 | -5,3  | 1946 |
| 17 | 14,6 | 1944       | 2,4  | 5,2 | -7,3  | 1946       | 8,3  | 1929       | -1,7 | 4,4 | -12,9 | 1917       | 23,2 | 1944       | 7,6  | 5,9 | -3,7  | 1951 |
| 18 | 12,1 | 1944       | 2,7  | 4,7 | -7,6  | 1959       | 8,5  | 1929       | -1,8 | 4,5 | -12,8 | 1959       | 18,5 | 1944       | 8,0  | 5,5 | -4,2  | 1959 |
| 19 | 13,8 | 1929       | 3,2  | 5,1 | -5,9  | 1949       | 6,5  | 1944       | -1,3 | 4,4 | -10,7 | 1959       | 21,0 | 1929       | 8,3  | 6,3 | -3,7  | 1960 |
| 20 | 15,8 | 1931       | 4,2  | 5,1 | -8,6  | 1960       | 7,0  | 1944       | -0,6 | 4,5 | -13,9 | 1953       | 24,5 | 1974       | 9,4  | 6,4 | -4,9  | 1960 |
| 21 | 15,7 | 1931       | 3,8  | 5,6 | -8,3  | 1928       | 9,5  | 1931       | -0,4 | 4,9 | -13,7 | 1928       | 22,9 | 1969       | 9,0  | 6,6 | -3,1  | 1972 |
| 22 | 13,5 | 1971       | 3,3  | 4,8 | -9,1  | 1928       | 6,8  | 1969, 1971 | -0,7 | 4,5 | -16,4 | 1928       | 21,3 | 1971       | 8,6  | 5,7 | -5,5  | 1918 |
| 23 | 12,0 | 1940       | 2,8  | 4,7 | -12,2 | 1928       | 7,8  | 1947       | -1,0 | 4,2 | -14,7 | 1928       | 18,6 | 1962       | 7,6  | 6,0 | -8,9  | 1928 |
| 24 | 13,1 | 1962       | 3,0  | 5,1 | -10,5 | 1928       | 8,8  | 1941       | -1,0 | 4,8 | -17,3 | 1928       | 18,7 | 1932       | 8,3  | 6,0 | -6,6  | 1934 |
| 25 | 14,5 | 1926       | 3,8  | 6,1 | -10,2 | 1934       | 8,3  | 1970       | -0,5 | 4,6 | -15,6 | 1934       | 21,0 | 1926       | 9,3  | 6,0 | -6,8  | 1934 |
| 26 | 17,5 | 1926       | 4,8  | 5,3 | -10,3 | 1934       | 9,3  | 1926       | 0,3  | 4,7 | -14,0 | 1934       | 24,0 | 1926       | 10,6 | 6,3 | -7,6  | 1934 |
| 27 | 16,8 | 1932       | 5,6  | 5,0 | -10,3 | 1976       | 12,1 | 1932       | 1,5  | 4,7 | -15,0 | 1976       | 23,0 | 1932       | 10,8 | 6,0 | -6,2  | 1976 |
| 28 | 17,6 | 1932       | 6,3  | 4,9 | -5,8  | 1976       | 9,3  | 1932       | 1,7  | 4,0 | -11,6 | 1976       | 24,6 | 1962       | 11,6 | 6,1 | -0,4  | 1960 |
| 29 | 18,7 | 1962       | 6,7  | 5,0 | -3,2  | 1923       | 12,7 | 1962       | 2,5  | 4,2 | -6,1  | 1923       | 24,8 | 1962       | 11,8 | 6,0 | -1,1  | 1953 |
| 30 | 16,4 | 1944       | 6,5  | 4,6 | -3,3  | 1945       | 11,0 | 1975       | 1,9  | 4,2 | -7,3  | 1923       | 24,0 | 1944       | 12,1 | 5,5 | -1,4  | 1945 |
| 31 | 18,4 | 1944       | 6,7  | 5,6 | -6,7  | 1949       | 13,6 | 1944       | 1,9  | 4,6 | -9,9  | 1949       | 25,4 | 1971       | 12,5 | 6,5 | 0,0   | 1927 |

## Апрель

|   |      |      |     |     |      |      |      |      |     |     |       |      |      |            |      |     |      |      |
|---|------|------|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|-------|------|------|------------|------|-----|------|------|
| 1 | 17,2 | 1944 | 7,3 | 5,1 | -4,4 | 1945 | 11,3 | 1944 | 2,1 | 4,9 | -9,0  | 1949 | 23,8 | 1917       | 13,3 | 5,8 | -0,7 | 1945 |
| 2 | 17,2 | 1970 | 7,4 | 4,7 | -3,8 | 1963 | 10,0 | 1938 | 2,3 | 4,2 | -7,7  | 1963 | 24,8 | 1938       | 13,7 | 5,3 | 4,5  | 1945 |
| 3 | 16,1 | 1947 | 6   | 4,8 | -6,0 | 1966 | 12,0 | 1947 | 2,5 | 4,3 | -10,3 | 1966 | 21,7 | 1968       | 13,2 | 5,8 | -2,2 | 1963 |
| 4 | 15,4 | 1931 | 6   | 4,5 | -3,0 | 1958 | 11,5 | 1916 | 2,8 | 4,4 | -7,8  | 1966 | 21,7 | 1931, 1969 | 12,6 | 5,2 | 0,4  | 1954 |

| Число | Средняя суточная  |      |           |          |                  |            | Минимальная       |      |           |          |                  |            | Максимальная      |      |           |          |                  |      |
|-------|-------------------|------|-----------|----------|------------------|------------|-------------------|------|-----------|----------|------------------|------------|-------------------|------|-----------|----------|------------------|------|
|       | $t_{\text{макс}}$ | год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год        | $t_{\text{макс}}$ | год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год        | $t_{\text{макс}}$ | год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год  |
| 5     | 17,0              | 1931 | 7,7       | 4,1      | -0,7             | 1971       | 12,0              | 1942 | 2,7       | 4,0      | -5,1             | 1957       | 24,9              | 1965 | 13,3      | 4,6      | 4,6              | 1971 |
| 6     | 18,4              | 1919 | 8,1       | 4,4      | -3,2             | 1957       | 11,0              | 1926 | 2,8       | 4,0      | -6,3             | 1957, 1971 | 25,0              | 1969 | 14,3      | 5,1      | -0,2             | 1957 |
| 7     | 20,2              | 1969 | 8,7       | 5,0      | -5,2             | 1934       | 14,4              | 1955 | 3,4       | 4,6      | -8,7             | 1934       | 30,2              | 1969 | 14,6      | 5,8      | -0,5             | 1934 |
| 8     | 20,7              | 1955 | 9,3       | 5,4      | -3,6             | 1960       | 13,1              | 1947 | 4,1       | 4,8      | -6,3             | 1960       | 27,4              | 1955 | 15,4      | 6,1      | 0,6              | 1960 |
| 9     | 18,8              | 1938 | 9,2       | 5,2      | -6,8             | 1960       | 12,0              | 1955 | 3,8       | 4,9      | -10,2            | 1952       | 29,2              | 1955 | 15,3      | 5,9      | -3,1             | 1960 |
| 10    | 17,8              | 1947 | 9,0       | 5,0      | -5,2             | 1960       | 13,4              | 1947 | 4,1       | 4,7      | -7,6             | 1960       | 23,7              | 1947 | 15,2      | 5,2      | -1,4             | 1960 |
| 11    | 18,3              | 1929 | 10,2      | 4,4      | -2,4             | 1955       | 12,6              | 1961 | 4,9       | 4,4      | -6,5             | 1960       | 24,7              | 1950 | 16,0      | 5,2      | 1,3              | 1955 |
| 12    | 20,4              | 1929 | 10,5      | 4,2      | -2,9             | 1955       | 14,2              | 1929 | 5,4       | 4,0      | -5,4             | 1960       | 25,6              | 1929 | 16,3      | 5,0      | 0,8              | 1955 |
| 13    | 19,5              | 1932 | 11,6      | 4,8      | -4,9             | 1950       | 13,2              | 1941 | 6,4       | 4,2      | -7,3             | 1950       | 27,6              | 1952 | 17,4      | 5,6      | 0,4              | 1955 |
| 14    | 21,4              | 1956 | 11,8      | 4,9      | -5,0             | 1950       | 16,2              | 1956 | 6,6       | 4,3      | -8,8             | 1950       | 28,4              | 1916 | 17,7      | 5,7      | -0,7             | 1950 |
| 15    | 22,3              | 1930 | 11,8      | 4,6      | -1,2             | 1950       | 14,5              | 1938 | 6,5       | 4,4      | -6,5             | 1950       | 28,0              | 1946 | 17,9      | 5,2      | 4,6              | 1950 |
| 16    | 22,0              | 1938 | 11,7      | 4,5      | 1,4              | 1955       | 15,6              | 1938 | 6,5       | 3,9      | -2,3             | 1948       | 29,0              | 1938 | 17,6      | 5,3      | 4,6              | 1955 |
| 17    | 21,2              | 1941 | 11,3      | 4,2      | -1,1             | 1937       | 14,3              | 1941 | 6,5       | 4,0      | -2,5             | 1937       | 28,0              | 1941 | 17,0      | 4,6      | 5,5              | 1937 |
| 18    | 24,9              | 1946 | 11,2      | 5,2      | 0,1              | 1961       | 17,9              | 1946 | 6,2       | 4,4      | -4,2             | 1930       | 33,2              | 1946 | 16,9      | 5,6      | 4,1              | 1937 |
| 19    | 20,5              | 1971 | 11,2      | 5,3      | -0,2             | 1972       | 15,6              | 1971 | 6,2       | 4,7      | -3,5             | 1972       | 28,8              | 1946 | 16,6      | 6,0      | 1,8              | 1926 |
| 20    | 20,8              | 1959 | 10,7      | 4,8      | 0,3              | 1917       | 15,7              | 1959 | 5,8       | 4,6      | -3,4             | 1972       | 27,8              | 1959 | 16,3      | 5,2      | 1,4              | 1917 |
| 21    | 20,1              | 1935 | 11,2      | 4,5      | -1,3             | 1917       | 15,3              | 1935 | 6,0       | 4,4      | -4,1             | 1917       | 25,8              | 1974 | 16,6      | 5,1      | 0,6              | 1957 |
| 22    | 20,8              | 1967 | 11,8      | 5,1      | -3,4             | 1937       | 14,5              | 1967 | 6,5       | 4,6      | -7,2             | 1937       | 27,2              | 1976 | 17,6      | 5,1      | 3,5              | 1917 |
| 23    | 24,2              | 1927 | 12,3      | 4,7      | 1,5              | 1937       | 17,2              | 1927 | 7,2       | 4,7      | -5,1             | 1937       | 30,6              | 1927 | 17,6      | 5,0      | 7,1              | 1930 |
| 24    | 23,8              | 1927 | 12,8      | 3,9      | 6,8              | 1936, 1944 | 16,1              | 1927 | 7,5       | 3,8      | -1,3             | 1930       | 32,0              | 1927 | 18,5      | 4,4      | 11,4             | 1944 |
| 25    | 21,7              | 1922 | 13,1      | 4,6      | 4,5              | 1917       | 15,4              | 1927 | 7,8       | 3,8      | -1,4             | 1917       | 28,5              | 1968 | 18,5      | 5,3      | 7,6              | 1947 |
| 26    | 23,0              | 1967 | 12,8      | 4,3      | 1,6              | 1936       | 18,5              | 1967 | 7,7       | 4,2      | -2,1             | 1917       | 29,4              | 1972 | 18,1      | 4,9      | 6,9              | 1936 |
| 27    | 24,2              | 1959 | 12,8      | 4,9      | 2,2              | 1928       | 18,5              | 1940 | 7,5       | 4,8      | -2,3             | 1936       | 30,1              | 1959 | 18,0      | 5,4      | 6,4              | 1925 |
| 28    | 22,7              | 1932 | 13,1      | 4,5      | 1,7              | 1925       | 16,2              | 1954 | 7,8       | 4,4      | -3,3             | 1943       | 28,9              | 1932 | 18,3      | 5,3      | 3,8              | 1925 |
| 29    | 24,6              | 1932 | 13,8      | 4,0      | 3,7              | 1973       | 18,7              | 1932 | 8,1       | 4,0      | -0,9             | 1947       | 28,9              | 1932 | 19,1      | 4,6      | 8,0              | 1973 |
| 30    | 21,8              | 1960 | 13,9      | 4,1      | -0,4             | 1932       | 14,8              | 1960 | 8,3       | 3,6      | 0,3              | 1923, 1925 | 28,2              | 1961 | 19,4      | 4,3      | 8,9              | 1951 |
| Май   |                   |      |           |          |                  |            |                   |      |           |          |                  |            |                   |      |           |          |                  |      |
| 1     | 22,7              | 1961 | 14,4      | 4,4      | -1,6             | 1932       | 17,8              | 1965 | 8,5       | 4,1      | -4,4             | 1932       | 30,4              | 1961 | 19,8      | 5,0      | 1,3              | 1932 |
| 2     | 23,4              | 1917 | 14,6      | 4,7      | 1,8              | 1932       | 15,3              | 1938 | 9,1       | 3,8      | -1,8             | 1932       | 31,4              | 1917 | 20,2      | 5,4      | 6,4              | 1959 |
| 3     | 24,7              | 1919 | 14,5      | 5,2      | -2,1             | 1931       | 17,6              | 1917 | 8,9       | 4,6      | -4,3             | 1931       | 33,1              | 1919 | 20,2      | 5,8      | 2,7              | 1931 |
| 4     | 26,3              | 1917 | 14,7      | 5,2      | 0,2              | 1952       | 19,4              | 1944 | 9,3       | 5,0      | -7,0             | 1931       | 32,7              | 1917 | 20,2      | 5,8      | 7,6              | 1952 |
| 5     | 27,4              | 1917 | 15,2      | 4,7      | 5,1              | 1952       | 20,5              | 1944 | 9,7       | 4,1      | 0,5              | 1931       | 33,5              | 1917 | 20,7      | 5,4      | 10,2             | 1954 |

|    |      |            |      |     |      |      |      |            |      |     |      |            |      |      |      |     |      |      |
|----|------|------------|------|-----|------|------|------|------------|------|-----|------|------------|------|------|------|-----|------|------|
| 6  | 25,8 | 1917       | 15,0 | 4,6 | 3,4  | 1954 | 20,7 | 1917       | 9,9  | 4,0 | 0,7  | 1941       | 32,7 | 1917 | 20,2 | 5,0 | 7,4  | 1954 |
| 7  | 27,5 | 1917       | 15,3 | 4,5 | 6,0  | 1970 | 20,2 | 1917       | 9,8  | 4,2 | -0,6 | 1970       | 33,5 | 1917 | 21,0 | 4,7 | 9,2  | 1940 |
| 8  | 25,5 | 1917       | 14,9 | 4,4 | 6,0  | 1959 | 19,8 | 1917       | 10,0 | 4,0 | 2,1  | 1959       | 31,5 | 1917 | 20,3 | 5,0 | 8,9  | 1969 |
| 9  | 25,1 | 1938       | 14,9 | 4,2 | 7,8  | 1924 | 19,2 | 1917, 1938 | 9,6  | 3,9 | 1,7  | 1924       | 31,5 | 1917 | 20,0 | 4,6 | 11,1 | 1920 |
| 10 | 26,3 | 1944       | 15,4 | 4,0 | 6,4  | 1924 | 20,7 | 1944       | 9,8  | 3,9 | 0,4  | 1924       | 32,4 | 1944 | 20,4 | 4,5 | 11,4 | 1924 |
| 11 | 21,1 | 1950, 1976 | 14,8 | 3,9 | 7,2  | 1934 | 16,8 | 1950       | 9,5  | 3,8 | 1,2  | 1957       | 27,8 | 1950 | 20,1 | 4,5 | 9,1  | 1934 |
| 12 | 23,6 | 1945       | 14,5 | 4,5 | 1,5  | 1957 | 16,8 | 1976       | 9,1  | 4,0 | -2,7 | 1957       | 30,7 | 1945 | 19,9 | 5,1 | 6,6  | 1957 |
| 13 | 22,1 | 1942       | 14,8 | 4,4 | 3,2  | 1952 | 17,1 | 1942       | 9,4  | 4,1 | 0,4  | 1952       | 29,5 | 1938 | 20,2 | 5,0 | 6,7  | 1957 |
| 14 | 23,4 | 1941       | 15,1 | 4,1 | 5,9  | 1952 | 18,1 | 1941       | 9,7  | 4,0 | 0,2  | 1975       | 28,4 | 1965 | 20,7 | 4,2 | 8,5  | 1952 |
| 15 | 24,2 | 1941       | 16,2 | 4,0 | 5,1  | 1964 | 19,0 | 1939       | 10,6 | 4,1 | 0,6  | 1973       | 30,0 | 1941 | 21,4 | 4,3 | 7,2  | 1964 |
| 16 | 26,5 | 1950       | 16,7 | 3,6 | 7,4  | 1964 | 20,0 | 1950       | 10,6 | 4,0 | -0,1 | 1932       | 32,3 | 1950 | 22,1 | 4,2 | 11,6 | 1934 |
| 17 | 25,0 | 1950       | 16,6 | 3,6 | 8,7  | 1959 | 20,5 | 1950       | 11,2 | 3,6 | 3,8  | 1966       | 30,2 | 1950 | 22,1 | 3,8 | 13,8 | 1959 |
| 18 | 24,8 | 1935       | 17,1 | 3,8 | 3,0  | 1966 | 18,7 | 1935       | 11,4 | 3,4 | 0,9  | 1966       | 32,6 | 1970 | 22,3 | 4,3 | 5,4  | 1966 |
| 19 | 25,1 | 1925       | 17,0 | 3,6 | 6,9  | 1940 | 18,2 | 1965       | 11,6 | 3,2 | 1,3  | 1966       | 32,0 | 1927 | 22,4 | 4,1 | 9,7  | 1940 |
| 20 | 26,1 | 1932       | 16,9 | 3,7 | 4,8  | 1935 | 19,3 | 1961       | 11,3 | 3,4 | 3,2  | 1935, 1957 | 32,5 | 1932 | 22,3 | 3,7 | 13,7 | 1940 |
| 21 | 26,9 | 1932       | 17,1 | 3,9 | 7,9  | 1935 | 20,1 | 1961       | 11,8 | 3,3 | 4,4  | 1935       | 35,1 | 1932 | 22,4 | 4,3 | 11,7 | 1935 |
| 22 | 24,6 | 1951       | 17,1 | 4,0 | 7,7  | 1921 | 19,5 | 1951       | 11,9 | 3,4 | 3,8  | 1921       | 30,1 | 1976 | 22,3 | 4,6 | 10,5 | 1921 |
| 23 | 23,8 | 1974       | 16,8 | 3,9 | 7,9  | 1929 | 19,8 | 1951       | 11,7 | 3,4 | 3,2  | 1921       | 30,7 | 1974 | 21,9 | 4,4 | 11,0 | 1929 |
| 24 | 26,2 | 1974       | 17,8 | 3,8 | 8,0  | 1926 | 17,8 | 1974       | 12,1 | 3,5 | 3,9  | 1931       | 33,4 | 1974 | 23,2 | 4,1 | 12,8 | 1926 |
| 25 | 27,6 | 1917       | 17,7 | 3,7 | 8,8  | 1926 | 21,1 | 1917       | 12,0 | 3,6 | 2,2  | 1929       | 33,3 | 1917 | 23,4 | 4,2 | 13,0 | 1926 |
| 26 | 29,0 | 1925       | 18,1 | 4,1 | 6,0  | 1960 | 19,6 | 1951       | 12,6 | 3,6 | 3,5  | 1960       | 33,8 | 1925 | 23,5 | 4,8 | 7,4  | 1960 |
| 27 | 27,2 | 1951       | 18,5 | 3,9 | 7,6  | 1960 | 21,9 | 1951       | 13,3 | 3,6 | 5,3  | 1960       | 32,5 | 1951 | 24,2 | 4,4 | 10,6 | 1960 |
| 28 | 26,0 | 1933       | 18,6 | 4,0 | 8,5  | 1939 | 23,3 | 1951       | 13,1 | 3,9 | 3,2  | 1971       | 32,1 | 1916 | 23,8 | 4,5 | 10,9 | 1939 |
| 29 | 25,0 | 1974       | 18,2 | 4,4 | 5,2  | 1927 | 19,9 | 1974       | 12,8 | 4,3 | 0,4  | 1958       | 31,0 | 1974 | 23,8 | 4,6 | 9,4  | 1927 |
| 30 | 24,9 | 1920       | 18,4 | 4,5 | 4,6  | 1929 | 20,4 | 1974       | 13,0 | 4,5 | -0,1 | 1958       | 31,5 | 1920 | 23,7 | 4,6 | 10,5 | 1958 |
| 31 | 25,1 | 1920       | 18,9 | 3,7 | 10,3 | 1937 | 20,4 | 1974       | 13,0 | 3,7 | 2,4  | 1929       | 31,9 | 1920 | 24,3 | 4,1 | 13,4 | 1937 |

Июнь

|   |      |      |      |     |      |            |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |      |      |
|---|------|------|------|-----|------|------------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|-----|------|------|
| 1 | 26,6 | 1967 | 19,9 | 3,1 | 11,5 | 1937       | 22,4 | 1921 | 14,3 | 3,6 | 4,7 | 1929 | 34,4 | 1967 | 25,5 | 3,6 | 15,0 | 1937 |
| 2 | 25,6 | 1961 | 19,6 | 3,5 | 7,5  | 1924       | 20,2 | 1961 | 14,2 | 3,4 | 3,3 | 1924 | 32,2 | 1960 | 24,9 | 3,8 | 13,8 | 1924 |
| 3 | 25,4 | 1945 | 19,6 | 3,1 | 9,6  | 1924       | 21,0 | 1916 | 14,6 | 3,4 | 3,1 | 1924 | 31,5 | 1945 | 24,8 | 3,7 | 14,8 | 1924 |
| 4 | 26,6 | 1927 | 19,0 | 3,5 | 10,9 | 1926       | 18,9 | 1961 | 13,7 | 2,8 | 6,6 | 1926 | 31,4 | 1928 | 24,4 | 4,0 | 15,6 | 1926 |
| 5 | 26,2 | 1961 | 19,2 | 3,8 | 10,2 | 1958       | 21,2 | 1941 | 13,6 | 3,4 | 6,3 | 1970 | 32,6 | 1941 | 24,1 | 4,7 | 11,5 | 1916 |
| 6 | 26,1 | 1961 | 19,7 | 3,7 | 10,5 | 1949       | 21,3 | 1951 | 13,6 | 3,6 | 4,3 | 1924 | 34,7 | 1961 | 25,0 | 4,6 | 11,7 | 1916 |
| 7 | 27,8 | 1957 | 19,6 | 3,7 | 10,9 | 1927       | 20,4 | 1957 | 14,0 | 3,3 | 5,2 | 1927 | 34,0 | 1957 | 25,1 | 4,1 | 15,5 | 1949 |
| 8 | 27,2 | 1944 | 19,8 | 4,0 | 11,2 | 1943, 1961 | 21,6 | 1942 | 14,1 | 4,0 | 2,0 | 1927 | 33,3 | 1962 | 25,2 | 4,2 | 16,4 | 1949 |

| Число | Средняя суточная  |      |           |          |                  |            | Минимальная       |                  |           |          |                  |      | Максимальная      |      |           |          |                  |      |
|-------|-------------------|------|-----------|----------|------------------|------------|-------------------|------------------|-----------|----------|------------------|------|-------------------|------|-----------|----------|------------------|------|
|       | $t_{\text{макс}}$ | год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год        | $t_{\text{макс}}$ | год              | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год  | $t_{\text{макс}}$ | год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год  |
| 9     | 25,3              | 1955 | 20,0      | 3,4      | 9,6              | 1961       | 20,4              | 1955, 1962       | 14,1      | 3,4      | 4,1              | 1943 | 31,0              | 1970 | 25,2      | 4,3      | 10,9             | 1961 |
| 10    | 26,8              | 1936 | 20,9      | 2,9      | 13,3             | 1943       | 21,4              | 1962             | 14,5      | 3,0      | 4,6              | 1943 | 32,9              | 1936 | 26,2      | 3,6      | 12,7             | 1916 |
| 11    | 28,1              | 1941 | 21,2      | 3,0      | 13,0             | 1970       | 23,0              | 1941             | 15,1      | 3,0      | 8,0              | 1970 | 33,0              | 1941 | 26,9      | 2,9      | 18,6             | 1916 |
| 12    | 27,4              | 1941 | 20,0      | 3,5      | 12,3             | 1961       | 21,5              | 1940             | 14,6      | 3,4      | 7,1              | 1933 | 33,0              | 1941 | 25,5      | 3,6      | 16,6             | 1961 |
| 13    | 26,8              | 1941 | 20,1      | 3,6      | 9,0              | 1933       | 21,4              | 1966             | 14,4      | 3,5      | 4,4              | 1933 | 33,8              | 1925 | 25,6      | 4,1      | 14,2             | 1933 |
| 14    | 27,6              | 1975 | 20,2      | 3,6      | 12,6             | 1947       | 21,9              | 1940             | 14,5      | 3,5      | 6,9              | 1933 | 34,8              | 1975 | 25,7      | 4,0      | 16,7             | 1954 |
| 15    | 29,6              | 1975 | 20,8      | 3,4      | 12,8             | 1941       | 21,4              | 1966             | 15,0      | 3,1      | 6,9              | 1947 | 36,4              | 1925 | 26,4      | 4,3      | 16,5             | 1941 |
| 16    | 29,6              | 1975 | 21,8      | 3,1      | 14,1             | 1954       | 22,1              | 1975             | 15,8      | 3,1      | 9,5              | 1954 | 36,8              | 1975 | 27,4      | 3,7      | 17,9             | 1954 |
| 17    | 30,1              | 1966 | 21,8      | 3,0      | 15,4             | 1961       | 23,7              | 1966             | 16,2      | 2,6      | 8,8              | 1961 | 34,9              | 1966 | 27,4      | 3,3      | 18,9             | 1935 |
| 18    | 26,8              | 1929 | 21,5      | 2,9      | 13,5             | 1922       | 21,7              | 1966             | 15,7      | 2,9      | 10,0             | 1917 | 32,5              | 1965 | 27,1      | 3,3      | 19,4             | 1922 |
| 19    | 28,0              | 1933 | 21,3      | 3,3      | 13,7             | 1923       | 20,4              | 1965             | 15,4      | 2,9      | 8,9              | 1923 | 34,5              | 1965 | 27,0      | 3,6      | 18,3             | 1956 |
| 20    | 28,8              | 1965 | 21,2      | 3,3      | 12,5             | 1932       | 23,4              | 1965             | 15,6      | 3,2      | 7,2              | 1923 | 34,2              | 1971 | 26,7      | 3,4      | 16,7             | 1932 |
| 21    | 26,5              | 1940 | 21,0      | 2,8      | 12,6             | 1946       | 21,4              | 1940             | 15,3      | 3,1      | 7,7              | 1932 | 33,7              | 1941 | 26,6      | 3,2      | 17,3             | 1946 |
| 22    | 27,7              | 1941 | 21,7      | 2,9      | 10,4             | 1946       | 21,6              | 1941             | 15,7      | 2,9      | 7,0              | 1946 | 34,3              | 1941 | 27,3      | 3,5      | 13,4             | 1946 |
| 23    | 27,2              | 1971 | 21,6      | 3,2      | 12,2             | 1946       | 22,3              | 1970             | 16,1      | 2,9      | 6,8              | 1946 | 34,5              | 1971 | 27,0      | 3,7      | 17,1             | 1946 |
| 24    | 28,1              | 1941 | 22,0      | 3,3      | 15,0             | 1956       | 21,8              | 1971             | 16,2      | 3,1      | 7,8              | 1946 | 35,4              | 1941 | 27,6      | 3,7      | 20,1             | 1954 |
| 25    | 28,6              | 1941 | 22,1      | 3,2      | 12,5             | 1954       | 23,1              | 1941, 1971       | 16,3      | 3,2      | 8,9              | 1946 | 34,0              | 1941 | 27,8      | 3,5      | 17,6             | 1954 |
| 26    | 30,5              | 1930 | 22,2      | 3,3      | 11,5             | 1954       | 22,4              | 1930             | 16,1      | 2,9      | 8,5              | 1954 | 36,8              | 1930 | 28,0      | 4,0      | 15,2             | 1920 |
| 27    | 28,1              | 1927 | 22,5      | 3,0      | 15,7             | 1954       | 24,2              | 1941             | 16,6      | 3,1      | 9,1              | 1954 | 34,6              | 1941 | 28,3      | 3,3      | 20,5             | 1954 |
| 28    | 29,2              | 1928 | 21,7      | 3,2      | 12,6             | 1930       | 21,7              | 1941             | 16,1      | 2,9      | 9,5              | 1925 | 35,4              | 1928 | 27,4      | 3,5      | 18,9             | 1922 |
| 29    | 27,8              | 1939 | 21,8      | 3,2      | 13,4             | 1935       | 22,1              | 1959             | 16,2      | 3,1      | 8,3              | 1925 | 34,4              | 1974 | 27,4      | 3,6      | 16,8             | 1945 |
| 30    | 28,7              | 1944 | 22,6      | 3,0      | 14,3             | 1966       | 23,5              | 1959             | 16,2      | 2,9      | 10,6             | 1966 | 37,1              | 1944 | 28,6      | 3,4      | 20,0             | 1966 |
| Июль  |                   |      |           |          |                  |            |                   |                  |           |          |                  |      |                   |      |           |          |                  |      |
| 1     | 30,4              | 1944 | 23,0      | 3,1      | 15,9             | 1921       | 24,3              | 1944             | 16,9      | 3,2      | 10,4             | 1966 | 37,0              | 1944 | 28,8      | 3,3      | 21,3             | 1966 |
| 2     | 27,9              | 1936 | 22,8      | 3,1      | 15,1             | 1923       | 23,7              | 1955             | 17,0      | 3,0      | 10,2             | 1952 | 34,4              | 1950 | 28,6      | 3,5      | 19,3             | 1924 |
| 3     | 28,0              | 1938 | 23,0      | 3,0      | 13,2             | 1926       | 22,8              | 1969             | 17,2      | 3,0      | 9,8              | 1926 | 34,5              | 1938 | 28,8      | 3,0      | 21,2             | 1923 |
| 4     | 29,1              | 1920 | 23,2      | 2,9      | 15,5             | 1926       | 23,7              | 1953             | 17,3      | 3,0      | 7,3              | 1926 | 36,1              | 1953 | 28,3      | 3,1      | 20,9             | 1926 |
| 5     | 29,2              | 1968 | 22,9      | 3,4      | 15,4             | 1934, 1947 | 21,8              | 1931, 1943, 1968 | 17,2      | 3,0      | 10,3             | 1926 | 36,8              | 1968 | 29,0      | 3,6      | 20,8             | 1947 |
| 6     | 30,8              | 1968 | 22,8      | 3,5      | 14,6             | 1959       | 27,2              | 1942             | 17,1      | 3,2      | 11,3             | 1959 | 37,7              | 1968 | 28,6      | 3,8      | 18,6             | 1959 |
| 7     | 29,7              | 1968 | 22,9      | 3,4      | 14,9             | 1936       | 24,9              | 1960             | 17,1      | 3,3      | 8,4              | 1936 | 38,4              | 1943 | 28,8      | 3,7      | 21,5             | 1928 |
| 8     | 30,4              | 1944 | 23,1      | 2,8      | 16,2             | 1936       | 25,4              | 1943             | 17,0      | 3,3      | 7,3              | 1936 | 36,6              | 1944 | 28,8      | 3,1      | 21,5             | 1920 |



|    |      |            |      |     |      |                  |      |            |      |     |      |      |      |            |      |     |      |            |
|----|------|------------|------|-----|------|------------------|------|------------|------|-----|------|------|------|------------|------|-----|------|------------|
| 9  | 30,3 | 1930       | 23,0 | 3,1 | 14,4 | 1921             | 22,8 | 1975       | 17,0 | 2,6 | 11,4 | 1936 | 36,4 | 1975       | 28,8 | 3,6 | 19,8 | 1921       |
| 10 | 32,8 | 1944       | 23,2 | 3,7 | 16,1 | 1921, 1949       | 24,8 | 1944       | 17,3 | 3,4 | 9,5  | 1921 | 41,6 | 1944       | 29,1 | 4,2 | 21,1 | 1946       |
| 11 | 31,9 | 1944       | 23,5 | 3,3 | 15,4 | 1972             | 24,0 | 1944       | 17,2 | 3,3 | 8,6  | 1972 | 37,8 | 1944       | 29,3 | 3,7 | 21,6 | 1954       |
| 12 | 32,3 | 1927       | 23,4 | 3,4 | 15,1 | 1931             | 24,6 | 1927, 1956 | 17,2 | 3,3 | 10,5 | 1949 | 39,2 | 1927       | 29,5 | 3,9 | 19,9 | 1931       |
| 13 | 32,0 | 1937       | 23,8 | 3,5 | 13,7 | 1931             | 25,4 | 1956       | 17,6 | 3,5 | 10,9 | 1931 | 38,7 | 1927       | 29,8 | 3,9 | 18,6 | 1931       |
| 14 | 30,0 | 1952       | 23,5 | 2,9 | 16,5 | 1931             | 26,7 | 1952       | 17,8 | 3,2 | 8,8  | 1931 | 37,2 | 1938       | 29,6 | 3,5 | 22,4 | 1931       |
| 15 | 29,5 | 1932       | 22,8 | 2,7 | 15,8 | 1953             | 22,9 | 1956       | 17,0 | 2,6 | 11,4 | 1940 | 36,7 | 1974       | 29,1 | 3,1 | 21,4 | 1953       |
| 16 | 29,4 | 1974       | 22,9 | 3,2 | 13,2 | 1941             | 25,5 | 1974       | 17,3 | 2,8 | 9,9  | 1941 | 36,1 | 1945, 1976 | 28,8 | 3,9 | 19,2 | 1941       |
| 17 | 30,5 | 1945       | 23,4 | 3,0 | 15,9 | 1960             | 23,3 | 1970       | 17,4 | 2,9 | 9,3  | 1941 | 37,4 | 1945       | 29,2 | 3,7 | 20,0 | 1958, 1960 |
| 18 | 30,7 | 1927       | 23,7 | 2,4 | 18,4 | 1971             | 25,1 | 1927       | 17,7 | 2,4 | 12,1 | 1941 | 35,7 | 1927       | 29,6 | 2,9 | 22,1 | 1971       |
| 19 | 29,5 | 1925       | 24,4 | 2,4 | 18,5 | 1964             | 22,8 | 1950       | 18,1 | 2,1 | 12,0 | 1971 | 36,0 | 1976       | 30,2 | 2,8 | 24,0 | 1964       |
| 20 | 29,6 | 1917, 1925 | 24,2 | 2,7 | 17,6 | 1954             | 25,5 | 1925       | 18,0 | 2,6 | 12,3 | 1964 | 36,7 | 1924       | 30,3 | 3,0 | 22,9 | 1954       |
| 21 | 31,7 | 1929       | 24,0 | 3,3 | 16,0 | 1954             | 22,6 | 1965       | 17,9 | 2,6 | 12,7 | 1947 | 37,7 | 1929       | 30,2 | 3,5 | 20,1 | 1954       |
| 22 | 30,1 | 1956       | 24,1 | 3,4 | 16,2 | 1954             | 24,1 | 1965       | 18,1 | 2,9 | 11,9 | 1927 | 39,0 | 1956       | 30,3 | 4,0 | 19,1 | 1954       |
| 23 | 30,0 | 1940       | 24,3 | 3,4 | 16,6 | 1949             | 26,2 | 1965       | 17,9 | 3,3 | 10,9 | 1920 | 37,7 | 1948       | 30,4 | 3,9 | 22,0 | 1928       |
| 24 | 31,3 | 1948       | 24,6 | 3,3 | 17,3 | 1949             | 25,4 | 1924       | 18,4 | 3,2 | 11,5 | 1949 | 39,7 | 1948       | 30,6 | 3,8 | 22,1 | 1931       |
| 25 | 32,0 | 1924       | 24,7 | 3,0 | 18,1 | 1935             | 26,6 | 1924       | 18,5 | 3,1 | 11,9 | 1949 | 38,5 | 1925       | 30,6 | 3,2 | 22,0 | 1935       |
| 26 | 29,1 | 1917       | 24,5 | 2,4 | 20,1 | 1929             | 23,7 | 1939       | 18,7 | 2,4 | 13,0 | 1949 | 36,5 | 1924       | 30,5 | 2,7 | 25,1 | 1931       |
| 27 | 29,7 | 1917       | 23,8 | 2,3 | 19,5 | 1972             | 27,0 | 1917       | 17,7 | 2,6 | 12,4 | 1929 | 35,3 | 1943       | 29,2 | 2,7 | 24,5 | 1920       |
| 28 | 31,0 | 1917       | 24,0 | 3,0 | 16,6 | 1934             | 25,3 | 1917       | 17,8 | 2,5 | 13,0 | 1934 | 38,9 | 1917       | 30,0 | 3,7 | 20,8 | 1934, 1969 |
| 29 | 29,2 | 1932       | 24,0 | 3,1 | 15,3 | 1925             | 22,9 | 1943       | 18,0 | 2,8 | 11,2 | 1938 | 36,0 | 1956       | 30,3 | 3,3 | 20,8 | 1964       |
| 30 | 29,0 | 1944       | 24,0 | 2,8 | 16,4 | 1925             | 24,0 | 1948       | 17,9 | 2,8 | 7,9  | 1925 | 35,8 | 1946       | 30,5 | 3,2 | 23,0 | 1925       |
| 31 | 31,0 | 1973       | 23,9 | 3,3 | 17,4 | 1936, 1957, 1968 | 25,3 | 1952       | 18,0 | 3,2 | 10,3 | 1925 | 39,7 | 1973       | 30,5 | 3,8 | 22,3 | 1936       |

Август

|   |      |      |      |     |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |     |      |            |
|---|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------------|
| 1 | 32,8 | 1927 | 24,0 | 3,6 | 16,9 | 1938 | 26,1 | 1944 | 18,1 | 3,6 | 8,4  | 1938 | 38,2 | 1946 | 30,5 | 3,8 | 22,3 | 1932       |
| 2 | 31,9 | 1927 | 24,0 | 3,3 | 15,3 | 1932 | 26,1 | 1927 | 18,1 | 3,1 | 9,2  | 1968 | 38,0 | 1927 | 30,3 | 3,8 | 18,9 | 1932       |
| 3 | 31,6 | 1917 | 23,6 | 3,1 | 17,4 | 1944 | 24,4 | 1917 | 17,8 | 3,2 | 9,8  | 1932 | 36,4 | 1935 | 29,8 | 3,2 | 22,2 | 1956       |
| 4 | 30,4 | 1935 | 23,2 | 3,1 | 15,9 | 1919 | 23,4 | 1917 | 17,3 | 3,0 | 10,0 | 1919 | 38,8 | 1943 | 29,9 | 3,4 | 23,1 | 1960       |
| 5 | 30,5 | 1935 | 23,3 | 2,9 | 16,0 | 1963 | 26,1 | 1962 | 17,4 | 3,5 | 8,0  | 1919 | 37,2 | 1935 | 29,4 | 3,4 | 21,9 | 1936       |
| 6 | 28,1 | 1968 | 23,0 | 3,0 | 14,5 | 1936 | 22,9 | 1955 | 16,9 | 2,9 | 11,5 | 1963 | 35,7 | 1968 | 29,0 | 3,6 | 18,0 | 1936       |
| 7 | 28,7 | 1923 | 23,2 | 2,9 | 15,7 | 1974 | 21,9 | 1955 | 16,9 | 2,7 | 10,6 | 1936 | 37,1 | 1944 | 29,4 | 3,5 | 20,7 | 1974       |
| 8 | 30,0 | 1944 | 23,0 | 3,5 | 16,5 | 1937 | 23,8 | 1944 | 16,9 | 3,2 | 10,6 | 1920 | 37,2 | 1944 | 29,3 | 3,9 | 20,0 | 1937, 1970 |
| 9 | 31,5 | 1944 | 23,5 | 3,3 | 16,5 | 1940 | 24,1 | 1955 | 17,5 | 3,2 | 10,5 | 1937 | 40,5 | 1944 | 29,9 | 3,8 | 21,7 | 1940       |

| Число    | Средняя суточная  |            |           |          |                  |            | Минимальная       |      |           |          |                  |            | Максимальная      |            |           |          |                  |            |
|----------|-------------------|------------|-----------|----------|------------------|------------|-------------------|------|-----------|----------|------------------|------------|-------------------|------------|-----------|----------|------------------|------------|
|          | $t_{\text{макс}}$ | год        | $\bar{T}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год        | $t_{\text{макс}}$ | год  | $\bar{T}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год        | $t_{\text{макс}}$ | год        | $\bar{T}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год        |
| 10       | 30,3              | 1933       | 23,6      | 3,2      | 16,3             | 1928       | 24,4              | 1923 | 17,4      | 2,9      | 12,0             | 1929       | 37,6              | 1923       | 30,1      | 3,3      | 23,7             | 1971       |
| 11       | 30,1              | 1968       | 23,2      | 3,2      | 17,4             | 1925, 1927 | 24,7              | 1968 | 17,2      | 3,0      | 9,7              | 1937       | 38,0              | 1968       | 29,7      | 3,6      | 21,1             | 1958       |
| 12       | 29,8              | 1939       | 23,1      | 3,4      | 15,1             | 1958       | 25,5              | 1939 | 16,9      | 3,5      | 9,6              | 1928       | 36,4              | 1916       | 29,8      | 3,8      | 18,6             | 1958       |
| 13       | 30,9              | 1976       | 23,2      | 3,3      | 15,6             | 1932       | 24,4              | 1976 | 16,8      | 3,4      | 8,3              | 1932       | 40,2              | 1975       | 29,8      | 3,7      | 22,2             | 1932       |
| 14       | 29,9              | 1976       | 22,8      | 3,0      | 16,8             | 1932       | 25,4              | 1960 | 16,6      | 3,4      | 10,3             | 1932       | 36,7              | 1976       | 29,1      | 3,3      | 22,2             | 1932       |
| 15       | 29,2              | 1917       | 22,4      | 3,3      | 15,6             | 1921       | 24,5              | 1923 | 16,7      | 3,5      | 8,2              | 1932       | 35,7              | 1955       | 29,1      | 3,6      | 22,0             | 1930       |
| 16       | 30,9              | 1955       | 22,7      | 3,5      | 15,7             | 1953       | 26,9              | 1955 | 16,2      | 4,0      | 8,5              | 1929       | 37,7              | 1955       | 29,2      | 3,7      | 21,5             | 1953       |
| 17       | 30,8              | 1917       | 22,7      | 3,5      | 17,1             | 1942       | 25,0              | 1917 | 16,3      | 3,7      | 9,5              | 1929       | 37,4              | 1975       | 29,1      | 3,8      | 21,8             | 1929       |
| 18       | 29,0              | 1928       | 22,7      | 2,9      | 16,6             | 1921       | 24,8              | 1923 | 17,0      | 3,3      | 9,7              | 1976       | 35,6              | 1924       | 29,0      | 3,3      | 20,5             | 1921       |
| 19       | 27,9              | 1927, 1965 | 22,2      | 3,1      | 15,3             | 1938       | 23,3              | 1916 | 16,4      | 3,4      | 9,0              | 1918       | 36,7              | 1916       | 28,6      | 3,6      | 21,0             | 1921       |
| 20       | 28,0              | 1965       | 22,0      | 3,3      | 16,2             | 1930       | 23,8              | 1965 | 16,3      | 3,4      | 8,4              | 1918       | 35,9              | 1965       | 28,4      | 3,8      | 22,1             | 1920, 1954 |
| 21       | 27,8              | 1947       | 21,5      | 3,2      | 9,9              | 1930       | 24,5              | 1947 | 15,6      | 3,3      | 8,3              | 1930       | 35,5              | 1947       | 27,9      | 3,7      | 13,8             | 1930       |
| 22       | 27,4              | 1927       | 21,4      | 2,7      | 14,1             | 1930       | 22,0              | 1960 | 15,4      | 3,0      | 7,6              | 1930       | 34,4              | 1939       | 27,9      | 3,0      | 18,0             | 1930       |
| 23       | 26,8              | 1974       | 21,3      | 2,6      | 14,2             | 1965       | 21,8              | 1943 | 15,0      | 2,7      | 10,5             | 1968       | 34,4              | 1974       | 27,8      | 2,7      | 20,3             | 1930       |
| 24       | 27,4              | 1922       | 21,3      | 3,2      | 13,0             | 1936       | 22,0              | 1922 | 15,3      | 3,2      | 9,2              | 1946       | 34,7              | 1943, 1962 | 27,5      | 3,6      | 15,8             | 1936       |
| 25       | 28,2              | 1943       | 21,4      | 3,5      | 11,1             | 1972       | 24,2              | 1943 | 15,6      | 3,3      | 9,3              | 1936       | 34,8              | 1971       | 27,7      | 4,0      | 14,3             | 1972       |
| 26       | 26,6              | 1925       | 20,8      | 3,5      | 13,4             | 1972       | 21,0              | 1942 | 14,9      | 3,4      | 7,0              | 1948       | 32,6              | 1937       | 27,4      | 3,9      | 17,0             | 1958       |
| 27       | 27,9              | 1925       | 21,0      | 3,4      | 14,4             | 1958       | 21,0              | 1920 | 14,8      | 3,2      | 7,8              | 1929, 1946 | 35,0              | 1925       | 27,7      | 4,0      | 18,9             | 1957       |
| 28       | 26,7              | 1937       | 21,1      | 3,6      | 14,4             | 1957       | 22,6              | 1937 | 15,0      | 3,5      | 8,0              | 1974       | 33,5              | 1939       | 27,8      | 3,8      | 20,5             | 1957       |
| 29       | 28,0              | 1935       | 20,8      | 3,8      | 9,7              | 1937       | 23,4              | 1935 | 14,7      | 3,7      | 6,1              | 1937       | 35,5              | 1944       | 27,6      | 4,0      | 20,0             | 1928       |
| 30       | 27,7              | 1924       | 20,0      | 3,7      | 11,9             | 1967       | 22,8              | 1933 | 14,2      | 3,9      | 5,8              | 1967       | 35,4              | 1970       | 26,6      | 3,9      | 19,0             | 1967       |
| 31       | 26,7              | 1966       | 19,6      | 3,9      | 11,3             | 1968       | 21,5              | 1945 | 13,5      | 3,6      | 5,8              | 1965       | 34,0              | 1924       | 25,9      | 4,3      | 16,4             | 1968       |
| Сентябрь |                   |            |           |          |                  |            |                   |      |           |          |                  |            |                   |            |           |          |                  |            |
| 1        | 27,3              | 1926       | 19,5      | 3,4      | 12,1             | 1968       | 20,7              | 1966 | 13,4      | 3,2      | 4,8              | 1968       | 34,2              | 1922       | 26,0      | 4,0      | 18,9             | 1968       |
| 2        | 28,3              | 1931       | 19,3      | 4,0      | 11,0             | 1933       | 23,0              | 1966 | 13,1      | 4,0      | 5,6              | 1974       | 36,0              | 1931       | 25,7      | 4,2      | 15,6             | 1933       |
| 3        | 26,7              | 1926       | 19,0      | 3,7      | 11,3             | 1934       | 21,9              | 1948 | 13,1      | 4,2      | 3,7              | 1917       | 33,7              | 1926       | 25,8      | 3,9      | 16,7             | 1917       |

|    |      |      |      |     |      |            |      |            |      |     |      |            |      |            |      |     |      |            |
|----|------|------|------|-----|------|------------|------|------------|------|-----|------|------------|------|------------|------|-----|------|------------|
| 4  | 26,1 | 1962 | 19,3 | 3,6 | 9,6  | 1966       | 21,1 | 1962       | 13,2 | 3,7 | 4,8  | 1917       | 33,4 | 1962       | 26,1 | 4,2 | 13,4 | 1966       |
| 5  | 26,5 | 1959 | 19,1 | 3,9 | 7,8  | 1968       | 21,2 | 1959       | 13,5 | 4,1 | 4,9  | 1968       | 34,3 | 1959       | 25,7 | 4,3 | 15,5 | 1968       |
| 6  | 26,8 | 1959 | 18,8 | 4,0 | 6,3  | 1968       | 22,3 | 1947       | 13,0 | 4,0 | -0,4 | 1968       | 34,8 | 1943       | 25,2 | 4,5 | 14,1 | 1968       |
| 7  | 28,0 | 1959 | 18,8 | 3,6 | 10,2 | 1968       | 19,9 | 1943, 1948 | 12,7 | 3,6 | 3,4  | 1968       | 35,6 | 1959       | 25,4 | 3,7 | 18,7 | 1918, 1968 |
| 8  | 26,6 | 1947 | 18,6 | 3,3 | 12,7 | 1938       | 21,0 | 1959       | 12,5 | 3,4 | 4,9  | 1938       | 35,3 | 1947       | 25,3 | 3,2 | 18,0 | 1949       |
| 9  | 25,2 | 1925 | 18,7 | 3,2 | 10,7 | 1919       | 19,9 | 1943       | 13,0 | 3,2 | 5,9  | 1924       | 32,1 | 1945       | 25,3 | 3,8 | 15,5 | 1919       |
| 10 | 25,1 | 1945 | 18,4 | 3,8 | 9,0  | 1919       | 20,3 | 1945       | 12,5 | 3,6 | 5,8  | 1939       | 31,8 | 1945       | 24,9 | 4,3 | 14,4 | 1919       |
| 11 | 24,9 | 1945 | 18,0 | 4,0 | 9,0  | 1971       | 19,7 | 1925       | 12,1 | 3,9 | 2,0  | 1919       | 33,5 | 1953       | 24,5 | 4,4 | 13,9 | 1949       |
| 12 | 26,3 | 1933 | 18,1 | 3,7 | 9,2  | 1949       | 21,8 | 1953       | 12,1 | 3,9 | 4,1  | 1948       | 33,0 | 1933       | 24,8 | 4,2 | 13,8 | 1949       |
| 13 | 25,2 | 1951 | 17,7 | 3,8 | 7,7  | 1969       | 20,5 | 1951       | 12,0 | 3,7 | 4,0  | 1948       | 32,4 | 1945       | 24,4 | 4,4 | 11,1 | 1969       |
| 14 | 23,5 | 1935 | 17,5 | 4,2 | 4,4  | 1969       | 18,6 | 1935       | 11,6 | 4,2 | 1,1  | 1969       | 30,5 | 1935       | 24,3 | 4,6 | 8,2  | 1969       |
| 15 | 24,7 | 1931 | 17,1 | 4,1 | 7,8  | 1926       | 20,2 | 1931, 1936 | 11,7 | 4,0 | 2,5  | 1922       | 34,7 | 1916       | 23,9 | 4,7 | 10,0 | 1926       |
| 16 | 23,8 | 1953 | 16,8 | 3,6 | 8,3  | 1948       | 22,1 | 1916       | 11,1 | 4,1 | 2,2  | 1948       | 34,5 | 1916       | 23,7 | 4,4 | 14,4 | 1930       |
| 17 | 24,3 | 1931 | 16,7 | 4,1 | 7,3  | 1972       | 19,5 | 1953       | 10,7 | 4,2 | 0,2  | 1926       | 32,6 | 1929, 1959 | 23,7 | 4,7 | 10,8 | 1972       |
| 18 | 25,6 | 1944 | 16,4 | 3,9 | 7,0  | 1928       | 18,4 | 1944       | 10,8 | 3,8 | 0,5  | 1972       | 31,0 | 1944       | 22,9 | 4,4 | 8,9  | 1928       |
| 19 | 22,1 | 1965 | 16,0 | 3,5 | 7,9  | 1928       | 16,7 | 1974       | 10,5 | 3,1 | 2,1  | 1972       | 30,4 | 1965       | 22,9 | 4,2 | 11,7 | 1934       |
| 20 | 23,1 | 1974 | 15,6 | 3,9 | 7,7  | 1935       | 17,4 | 1974       | 9,7  | 3,2 | 0,9  | 1928       | 31,1 | 1965       | 22,0 | 4,6 | 11,4 | 1943       |
| 21 | 24,0 | 1925 | 15,7 | 4,1 | 8,1  | 1952       | 17,8 | 1954       | 9,9  | 3,7 | 1,0  | 1933       | 30,7 | 1925       | 22,0 | 4,7 | 11,1 | 1952       |
| 22 | 22,7 | 1929 | 15,2 | 3,9 | 7,0  | 1949       | 16,6 | 1951       | 9,7  | 3,6 | 1,6  | 1933, 1949 | 31,0 | 1916       | 21,8 | 4,4 | 12,6 | 1949, 1958 |
| 23 | 23,3 | 1927 | 14,4 | 4,3 | 4,5  | 1921       | 16,4 | 1957       | 9,3  | 4,3 | -1,4 | 1933       | 31,2 | 1963       | 21,1 | 4,5 | 12,4 | 1944       |
| 24 | 21,7 | 1922 | 14,0 | 4,0 | 3,9  | 1923       | 16,6 | 1922       | 8,7  | 3,9 | -0,6 | 1969       | 30,3 | 1916       | 20,4 | 4,8 | 9,0  | 1962       |
| 25 | 21,2 | 1918 | 13,8 | 4,1 | 5,2  | 1958       | 17,4 | 1916       | 8,5  | 4,1 | -1,8 | 1969       | 28,8 | 1916, 1946 | 20,1 | 4,7 | 8,8  | 1947       |
| 26 | 22,3 | 1966 | 13,6 | 4,2 | 4,8  | 1944       | 16,8 | 1966       | 8,1  | 4,1 | -1,7 | 1958       | 29,2 | 1966       | 20,3 | 4,6 | 11,4 | 1944       |
| 27 | 22,9 | 1929 | 13,4 | 4,7 | 3,6  | 1956, 1973 | 16,2 | 1918       | 8,1  | 4,4 | -0,7 | 1969       | 29,0 | 1951       | 20,0 | 5,1 | 8,5  | 1956       |
| 28 | 23,2 | 1939 | 13,8 | 4,3 | 3,3  | 1973       | 19,2 | 1916       | 8,2  | 4,7 | -3,0 | 1969       | 29,9 | 1939       | 20,7 | 4,8 | 8,5  | 1973       |
| 29 | 23,0 | 1931 | 14,2 | 3,7 | 3,0  | 1973       | 16,6 | 1966       | 8,4  | 3,5 | 0,0  | 1934       | 29,8 | 1931       | 20,8 | 4,5 | 5,2  | 1973       |
| 30 | 24,0 | 1931 | 13,8 | 4,3 | 3,1  | 1973       | 15,7 | 1938       | 8,1  | 4,0 | -1,7 | 1956       | 30,0 | 1931       | 20,5 | 4,6 | 7,3  | 1973       |

Октябрь

|   |      |      |      |     |     |      |      |      |     |     |      |      |      |      |      |     |      |            |
|---|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------------|
| 1 | 21,1 | 1968 | 14,0 | 4,4 | 3,2 | 1933 | 15,4 | 1931 | 8,4 | 4,4 | -2,2 | 1964 | 29,9 | 1968 | 20,8 | 4,8 | 11,6 | 1933, 1955 |
| 2 | 22,8 | 1941 | 13,9 | 4,5 | 3,8 | 1973 | 17,5 | 1941 | 8,6 | 4,2 | -0,6 | 1955 | 30,7 | 1970 | 20,5 | 5,2 | 7,2  | 1973       |

| Число | Средняя суточная  |            |           |          |                  |            | Минимальная       |            |           |          |                  |      | Максимальная      |      |           |          |                  |            |
|-------|-------------------|------------|-----------|----------|------------------|------------|-------------------|------------|-----------|----------|------------------|------|-------------------|------|-----------|----------|------------------|------------|
|       | $t_{\text{макс}}$ | год        | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год        | $t_{\text{макс}}$ | год        | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год  | $t_{\text{макс}}$ | год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год        |
| 3     | 19,4              | 1917       | 12,6      | 4,4      | 2,9              | 1973       | 14,4              | 1945       | 7,6       | 3,8      | -0,5             | 1955 | 27,0              | 1960 | 19,1      | 4,7      | 6,0              | 1973       |
| 4     | 20,8              | 1923       | 12,4      | 4,3      | 3,2              | 1968, 1973 | 15,6              | 1959       | 7,3       | 4,2      | -3,2             | 1973 | 28,7              | 1959 | 19,0      | 4,9      | 7,9              | 1968       |
| 5     | 22,1              | 1930       | 12,0      | 4,8      | 2,3              | 1917       | 18,3              | 1930       | 7,1       | 4,6      | -3,3             | 1954 | 28,3              | 1931 | 18,5      | 5,3      | 4,6              | 1917, 1968 |
| 6     | 21,0              | 1930       | 12,1      | 4,6      | 1,8              | 1968       | 16,7              | 1931       | 6,6       | 4,7      | -5,1             | 1968 | 28,9              | 1930 | 18,6      | 4,8      | 5,8              | 1976       |
| 7     | 19,8              | 1931, 1957 | 12,0      | 4,1      | 2,7              | 1976       | 13,4              | 1916, 1957 | 6,7       | 4,1      | -3,5             | 1968 | 25,9              | 1957 | 18,2      | 4,8      | 5,5              | 1976       |
| 8     | 20,9              | 1931       | 11,3      | 4,2      | -1,4             | 1961       | 15,1              | 1925       | 6,0       | 4,0      | -2,4             | 1961 | 27,9              | 1971 | 18,0      | 5,0      | 7,5              | 1961       |
| 9     | 21,0              | 1971       | 10,4      | 4,8      | -1,9             | 1934, 1961 | 12,9              | 1971       | 5,4       | 4,4      | -6,3             | 1961 | 29,0              | 1971 | 16,9      | 5,1      | 4,5              | 1961       |
| 10    | 18,5              | 1950       | 10,2      | 4,8      | -4,3             | 1934       | 14,6              | 1950       | 5,2       | 4,7      | -6,1             | 1934 | 26,2              | 1941 | 16,8      | 5,5      | -1,6             | 1934       |
| 11    | 17,4              | 1936       | 10,7      | 4,4      | -4,0             | 1934       | 13,4              | 1936       | 5,4       | 4,3      | -8,1             | 1934 | 27,6              | 1962 | 17,3      | 5,1      | -0,6             | 1934       |
| 12    | 19,1              | 1930       | 10,6      | 4,6      | -0,9             | 1934       | 12,1              | 1965       | 5,2       | 4,4      | -7,6             | 1934 | 24,8              | 1927 | 17,6      | 4,6      | 5,1              | 1934       |
| 13    | 17,3              | 1975       | 9,9       | 4,8      | -1,5             | 1924       | 12,8              | 1936       | 4,9       | 4,4      | -4,6             | 1933 | 26,3              | 1946 | 16,2      | 5,6      | -0,5             | 1924       |
| 14    | 18,7              | 1927       | 9,5       | 4,6      | -0,6             | 1924       | 11,6              | 1959       | 4,3       | 4,0      | -5,0             | 1920 | 27,9              | 1946 | 16,1      | 5,5      | 0,0              | 1920       |
| 15    | 19,6              | 1946       | 10,2      | 5,2      | 0,0              | 1953       | 13,5              | 1965       | 4,4       | 4,4      | -7,4             | 1920 | 28,9              | 1959 | 16,6      | 6,4      | 3,8              | 1953       |
| 16    | 21,4              | 1965       | 10,7      | 4,8      | 0,8              | 1953       | 16,7              | 1965       | 5,9       | 4,5      | -1,6             | 1924 | 28,7              | 1946 | 16,8      | 5,6      | 3,1              | 1953       |
| 17    | 22,2              | 1945       | 10,1      | 4,7      | -2,1             | 1972       | 15,1              | 1945       | 5,2       | 4,3      | -3,9             | 1972 | 28,3              | 1945 | 16,5      | 4,9      | 5,4              | 1972       |
| 18    | 20,2              | 1936       | 9,3       | 5,0      | -2,8             | 1972       | 14,4              | 1936       | 4,7       | 4,4      | -6,4             | 1972 | 28,3              | 1956 | 15,0      | 5,9      | 0,8              | 1975       |
| 19    | 21,8              | 1936       | 8,6       | 5,2      | -3,7             | 1952       | 15,6              | 1936       | 3,6       | 4,6      | -7,2             | 1972 | 28,5              | 1936 | 15,1      | 5,6      | 0,8              | 1952       |
| 20    | 18,9              | 1925       | 8,3       | 5,1      | -4,6             | 1949       | 12,2              | 1925       | 3,4       | 4,5      | -8,4             | 1952 | 24,8              | 1922 | 14,2      | 5,7      | -2,0             | 1949       |
| 21    | 20,1              | 1946       | 8,4       | 5,0      | -1,4             | 1976       | 12,7              | 1946       | 3,7       | 4,8      | -7,7             | 1949 | 27,6              | 1946 | 14,9      | 5,4      | -0,3             | 1976       |
| 22    | 19,2              | 1942       | 8,8       | 5,2      | -3,1             | 1929       | 13,6              | 1942       | 3,8       | 4,5      | -6,0             | 1976 | 25,6              | 1942 | 14,9      | 5,3      | 1,9              | 1960       |
| 23    | 18,5              | 1942       | 8,2       | 4,7      | -5,0             | 1929       | 12,8              | 1942       | 3,6       | 4,2      | -8,4             | 1929 | 26,2              | 1942 | 14,6      | 5,2      | 0,9              | 1929       |
| 24    | 15,9              | 1936, 1945 | 7,5       | 4,3      | -3,7             | 1929       | 11,4              | 1945       | 2,9       | 4,1      | -10,1            | 1929 | 24,0              | 1925 | 13,7      | 5,2      | 1,6              | 1929       |
| 25    | 16,1              | 1936       | 6,6       | 4,5      | -3,9             | 1939       | 10,7              | 1936       | 2,2       | 4,0      | -8,4             | 1917 | 21,5              | 1963 | 12,8      | 5,3      | -2,4             | 1939       |
| 26    | 19,7              | 1922       | 6,5       | 5,3      | -5,0             | 1928       | 12,4              | 1922       | 2,2       | 4,9      | -10,6            | 1928 | 25,1              | 1922 | 12,0      | 5,9      | -0,2             | 1939       |
| 27    | 16,5              | 1922       | 6,7       | 5,1      | -4,8             | 1925       | 12,0              | 1922       | 2,1       | 4,7      | -7,8             | 1945 | 24,0              | 1922 | 12,1      | 5,9      | -2,8             | 1925       |
| 28    | 16,7              | 1924       | 6,0       | 4,7      | -4,8             | 1953       | 9,0               | 1927       | 1,4       | 4,4      | -9,0             | 1953 | 25,5              | 1958 | 12,1      | 6,6      | -1,5             | 1925       |
| 29    | 16,1              | 1940       | 6,2       | 4,4      | -2,9             | 1930       | 9,2               | 1972       | 1,6       | 4,1      | -5,9             | 1953 | 23,0              | 1940 | 11,9      | 4,8      | -1,6             | 1930       |

|    |      |      |     |     |      |      |     |      |     |     |      |      |      |      |      |     |      |      |
|----|------|------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| 30 | 13,2 | 1958 | 6,0 | 4,0 | -2,3 | 1930 | 9,5 | 1940 | 1,5 | 3,6 | -7,5 | 1930 | 21,5 | 1958 | 12,5 | 4,5 | 2,1  | 1965 |
| 31 | 15,1 | 1922 | 4,9 | 4,8 | -8,1 | 1975 | 9,5 | 1920 | 0,9 | 4,1 | -8,4 | 1968 | 22,3 | 1922 | 10,7 | 5,3 | -1,4 | 1935 |

Ноябрь

|    |      |               |      |     |       |      |      |               |      |     |       |               |      |               |     |     |       |      |
|----|------|---------------|------|-----|-------|------|------|---------------|------|-----|-------|---------------|------|---------------|-----|-----|-------|------|
| 1  | 14,6 | 1919          | 3,7  | 4,9 | -9,2  | 1950 | 9,0  | 1919          | -0,4 | 4,6 | -12,4 | 1916          | 21,0 | 1919          | 9,5 | 6,2 | -5,0  | 1976 |
| 2  | 13,2 | 1941          | 3,6  | 5,2 | -10,5 | 1950 | 8,5  | 1941          | -1,0 | 5,1 | -17,3 | 1916          | 21,5 | 1921          | 9,4 | 6,5 | -7,2  | 1916 |
| 3  | 14,9 | 1939          | 4,0  | 5,6 | -8,6  | 1935 | 9,4  | 1941          | -1,1 | 5,8 | -20,8 | 1916          | 21,7 | 1939          | 9,7 | 6,8 | -9,6  | 1916 |
| 4  | 13,8 | 1955          | 4,1  | 5,3 | -5,4  | 1935 | 10,2 | 1955          | -0,5 | 5,5 | -16,3 | 1916          | 20,6 | 1970          | 9,6 | 6,1 | -5,2  | 1916 |
| 5  | 14,0 | 1973          | 3,8  | 5,0 | -7,4  | 1922 | 7,9  | 1941          | -0,6 | 4,8 | -13,7 | 1916          | 20,4 | 1973          | 9,6 | 5,7 | -4,2  | 1916 |
| 6  | 10,7 | 1921          | 2,9  | 4,9 | -11,9 | 1926 | 6,5  | 1969          | -1,1 | 4,9 | -16,5 | 1926          | 18,4 | 1956          | 8,1 | 5,8 | -4,8  | 1926 |
| 7  | 11,0 | 1952          | 2,5  | 4,4 | -7,5  | 1975 | 7,6  | 1942          | -1,8 | 4,6 | -16,5 | 1926          | 19,5 | 1952          | 7,5 | 5,3 | -4,3  | 1975 |
| 8  | 9,3  | 1942          | 2,5  | 4,6 | -9,4  | 1975 | 5,7  | 1942          | -1,6 | 4,3 | -12,8 | 1975          | 18,0 | 1969          | 7,7 | 5,7 | -4,7  | 1975 |
| 9  | 12,6 | 1970          | 3,0  | 5,2 | -14,8 | 1953 | 8,0  | 1969          | -1,4 | 4,9 | -18,4 | 1953          | 21,2 | 1970          | 8,1 | 5,9 | -8,5  | 1953 |
| 10 | 13,5 | 1938          | 2,3  | 5,5 | -16,5 | 1953 | 8,1  | 1938          | -1,7 | 5,3 | -20,2 | 1953          | 19,0 | 1938          | 7,3 | 5,6 | -9,6  | 1953 |
| 11 | 13,8 | 1956          | 1,0  | 4,8 | -10,4 | 1935 | 9,6  | 1956          | -3,0 | 4,8 | -16,9 | 1953          | 19,6 | 1938          | 6,4 | 5,7 | -6,8  | 1942 |
| 12 | 12,8 | 1941          | 0,6  | 6,0 | -15,8 | 1952 | 7,3  | 1941          | -3,4 | 5,4 | -17,4 | 1952          | 20,4 | 1938          | 5,6 | 7,0 | -12,1 | 1952 |
| 13 | 11,5 | 1941,<br>1947 | 0,9  | 5,9 | -15,5 | 1952 | 6,7  | 1947          | -3,4 | 5,6 | -18,9 | 1952          | 21,6 | 1941          | 6,3 | 6,5 | -10,7 | 1952 |
| 14 | 14,2 | 1930          | 1,0  | 5,1 | -13,0 | 1952 | 7,3  | 1930          | -3,0 | 5,3 | -15,7 | 1955          | 18,7 | 1930          | 6,1 | 5,7 | -11,0 | 1952 |
| 15 | 13,4 | 1930          | 0,9  | 5,2 | -12,5 | 1937 | 8,6  | 1930          | -3,1 | 5,0 | -13,5 | 1937          | 18,4 | 1930,<br>1948 | 6,4 | 5,6 | -5,4  | 1952 |
| 16 | 13,1 | 1973          | 0,3  | 6,1 | -15,2 | 1937 | 8,0  | 1973          | -3,7 | 5,6 | -16,9 | 1937          | 24,2 | 1948          | 5,7 | 7,1 | -13,0 | 1937 |
| 17 | 10,6 | 1973          | -0,1 | 5,7 | -16,6 | 1937 | 5,0  | 1965          | -4,2 | 5,1 | -18,3 | 1937          | 16,9 | 1973          | 4,9 | 6,9 | -14,4 | 1937 |
| 18 | 12,6 | 1965          | 0,4  | 6,0 | -16,5 | 1937 | 8,0  | 1965          | -3,8 | 5,5 | -19,0 | 1937          | 18,8 | 1965          | 5,6 | 6,9 | -14,0 | 1937 |
| 19 | 12,2 | 1930          | 0,6  | 6,8 | -16,8 | 1937 | 5,7  | 1930          | -3,8 | 6,6 | -21,2 | 1937          | 18,2 | 1930          | 6,2 | 7,1 | -10,3 | 1937 |
| 20 | 13,3 | 1971          | 0,6  | 7,3 | -20,0 | 1951 | 7,8  | 1971          | -3,6 | 7,0 | -22,4 | 1951,<br>1960 | 19,5 | 1973          | 6,7 | 7,7 | -13,5 | 1951 |
| 21 | 10,4 | 1944          | 0,2  | 6,4 | -17,0 | 1951 | 5,2  | 1971          | -3,8 | 6,3 | -22,0 | 1951          | 19,9 | 1953          | 5,8 | 7,1 | -12,4 | 1960 |
| 22 | 9,9  | 1964          | -0,6 | 6,5 | -16,5 | 1960 | 4,2  | 1955          | -5,0 | 6,5 | -21,0 | 1960          | 17,5 | 1964          | 4,5 | 6,7 | -10,2 | 1937 |
| 23 | 11,9 | 1964          | -1,5 | 6,4 | -17,2 | 1931 | 4,9  | 1955          | -6,0 | 6,8 | -24,0 | 1916          | 18,8 | 1919          | 4,1 | 6,7 | -12,3 | 1931 |
| 24 | 10,7 | 1964          | -1,2 | 6,3 | -13,9 | 1960 | 6,8  | 1964          | -5,9 | 6,8 | -27,3 | 1916          | 17,8 | 1964          | 3,6 | 7,5 | -16,0 | 1916 |
| 25 | 10,4 | 1922          | -1,8 | 6,8 | -16,4 | 1962 | 4,9  | 1928          | -6,2 | 6,8 | -23,0 | 1916          | 17,9 | 1922          | 2,7 | 7,7 | -13,9 | 1916 |
| 26 | 9,1  | 1953          | -2,5 | 6,7 | -18,1 | 1946 | 4,8  | 1924,<br>1971 | -6,7 | 6,9 | -22,7 | 1946          | 16,6 | 1924          | 2,6 | 7,3 | -11,2 | 1962 |
| 27 | 11,4 | 1924          | -2,8 | 6,7 | -21,1 | 1954 | 5,5  | 1936          | -7,2 | 6,8 | -24,1 | 1954          | 15,2 | 1924          | 2,2 | 6,7 | -13,6 | 1954 |
| 28 | 10,6 | 1955          | -2,6 | 7,2 | -24,7 | 1952 | 4,7  | 1947          | -7,1 | 7,2 | -31,0 | 1952          | 16,1 | 1955          | 2,8 | 7,7 | -17,6 | 1954 |
| 29 | 13,6 | 1955          | -2,3 | 8,1 | -29,7 | 1952 | 7,2  | 1955          | -6,7 | 7,7 | -33,7 | 1952          | 20,3 | 1955          | 3,4 | 8,4 | -24,9 | 1952 |
| 30 | 9,0  | 1955          | -2,6 | 7,8 | -30,7 | 1952 | 4,2  | 1925          | -6,8 | 7,6 | -34,1 | 1952          | 15,2 | 1972          | 2,6 | 7,9 | -25,6 | 1952 |

| Число   | Средняя суточная  |      |           |          |                  |      | Минимальная       |      |           |          |                  |      | Максимальная      |      |           |          |                  |      |
|---------|-------------------|------|-----------|----------|------------------|------|-------------------|------|-----------|----------|------------------|------|-------------------|------|-----------|----------|------------------|------|
|         | $t_{\text{макс}}$ | год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год  | $t_{\text{макс}}$ | год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год  | $t_{\text{макс}}$ | год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{мин}}$ | год  |
| Декабрь |                   |      |           |          |                  |      |                   |      |           |          |                  |      |                   |      |           |          |                  |      |
| 1       | 11,9              | 1955 | -3,0      | 7,2      | -27,6            | 1952 | 4,9               | 1955 | -7,0      | 7,4      | -31,8            | 1952 | 17,8              | 1955 | 1,9       | 7,1      | -20,6            | 1952 |
| 2       | 7,9               | 1934 | -2,9      | 6,2      | -22,7            | 1974 | 2,0               | 1934 | -6,7      | 6,5      | -24,8            | 1952 | 14,5              | 1934 | 1,9       | 6,6      | -19,8            | 1974 |
| 3       | 7,0               | 1958 | -2,6      | 6,0      | -22,1            | 1974 | 2,5               | 1937 | -7,0      | 6,0      | -25,4            | 1974 | 14,0              | 1971 | 2,6       | 6,5      | -18,5            | 1974 |
| 4       | 7,6               | 1939 | -2,6      | 5,8      | -17,6            | 1944 | 3,9               | 1971 | -6,6      | 5,9      | -20,3            | 1944 | 12,9              | 1939 | 2,4       | 5,9      | -14,0            | 1944 |
| 5       | 7,0               | 1940 | -2,9      | 5,7      | -17,8            | 1954 | 2,2               | 1940 | -6,6      | 5,9      | -21,0            | 1954 | 14,0              | 1921 | 1,8       | 6,0      | -12,2            | 1954 |
| 6       | 7,5               | 1934 | -3,3      | 5,6      | -18,0            | 1954 | 0,7               | 1940 | -7,2      | 5,6      | -20,3            | 1954 | 11,9              | 1934 | 1,1       | 5,9      | -14,2            | 1954 |
| 7       | 9,7               | 1925 | -3,6      | 6,4      | -22,2            | 1935 | 2,1               | 1925 | -7,6      | 5,9      | -25,6            | 1935 | 15,8              | 1925 | 1,5       | 7,0      | -16,2            | 1935 |
| 8       | 5,8               | 1951 | -3,4      | 6,2      | -20,4            | 1947 | 1,9               | 1957 | -7,4      | 6,1      | -24,6            | 1935 | 15,2              | 1970 | 1,7       | 7,1      | -17,9            | 1935 |
| 9       | 5,4               | 1922 | -4,0      | 6,2      | -20,7            | 1935 | 1,9               | 1971 | -8,2      | 6,2      | -23,1            | 1935 | 12,1              | 1971 | 1,2       | 6,7      | -17,7            | 1935 |
| 10      | 8,5               | 1971 | -4,5      | 7,0      | -21,5            | 1935 | 3,3               | 1971 | -8,4      | 6,8      | -25,2            | 1935 | 15,5              | 1971 | 0,1       | 7,2      | -17,7            | 1935 |
| 11      | 7,1               | 1925 | -4,3      | 6,6      | -20,5            | 1944 | 1,9               | 1971 | -8,8      | 6,5      | -24,7            | 1944 | 12,4              | 1963 | 0,3       | 7,3      | -17,5            | 1944 |
| 12      | 6,3               | 1921 | -4,9      | 6,6      | -24,6            | 1944 | 2,3               | 1971 | -9,1      | 6,9      | -27,6            | 1944 | 12,0              | 1921 | 0,2       | 6,9      | -19,4            | 1944 |
| 13      | 8,0               | 1940 | -4,3      | 7,2      | -27,4            | 1944 | 2,9               | 1940 | -8,8      | 7,4      | -30,5            | 1944 | 10,8              | 1967 | 0,1       | 7,0      | -21,0            | 1944 |
| 14      | 7,0               | 1940 | -4,9      | 6,7      | -26,7            | 1929 | 3,5               | 1940 | -9,0      | 7,0      | -31,5            | 1929 | 11,8              | 1955 | 0,4       | 6,8      | -24,0            | 1929 |
| 15      | 7,0               | 1971 | -5,6      | 6,6      | -26,2            | 1929 | 1,3               | 1971 | -9,4      | 6,7      | -31,7            | 1929 | 13,8              | 1971 | -0,8      | 6,4      | -21,2            | 1929 |
| 16      | 11,2              | 1971 | -5,5      | 6,8      | -22,4            | 1947 | 6,9               | 1971 | -9,6      | 6,6      | -27,0            | 1929 | 19,0              | 1971 | 0,0       | 7,4      | -18,4            | 1947 |
| 17      | 6,8               | 1971 | -6,0      | 7,2      | -23,8            | 1947 | 2,6               | 1951 | -10,1     | 7,4      | -29,5            | 1947 | 12,4              | 1971 | -0,6      | 7,1      | -15,5            | 1947 |
| 18      | 5,6               | 1940 | -6,7      | 6,7      | -21,7            | 1929 | 2,6               | 1971 | -10,9     | 6,8      | -26,5            | 1929 | 9,3               | 1940 | -1,7      | 6,7      | -18,2            | 1966 |
| 19      | 4,2               | 1925 | -6,2      | 7,1      | -27,2            | 1930 | 1,6               | 1971 | -10,3     | 7,0      | -30,5            | 1930 | 11,4              | 1958 | -1,5      | 7,6      | -20,8            | 1930 |
| 20      | 7,1               | 1925 | -6,0      | 7,1      | -28,0            | 1930 | 2,9               | 1925 | -10,1     | 7,2      | -30,6            | 1930 | 13,4              | 1925 | -0,3      | 7,5      | -23,9            | 1930 |
| 21      | 6,9               | 1962 | -6,2      | 7,1      | -27,3            | 1930 | 0,4               | 1925 | -10,3     | 7,3      | -31,6            | 1930 | 17,0              | 1962 | -0,9      | 7,5      | -22,1            | 1930 |
| 22      | 7,6               | 1962 | -6,6      | 6,9      | -21,5            | 1930 | 3,2               | 1962 | -10,7     | 7,2      | -29,1            | 1930 | 11,8              | 1962 | -1,0      | 6,9      | -15,7            | 1930 |
| 23      | 3,9               | 1925 | -6,0      | 6,4      | -23,6            | 1976 | 0,0               | 1975 | -10,6     | 6,5      | -26,6            | 1976 | 9,1               | 1939 | -0,9      | 6,3      | -16,5            | 1976 |
| 24      | 5,4               | 1939 | -5,8      | 5,8      | -25,2            | 1976 | 0,5               | 1939 | -9,9      | 6,0      | -28,4            | 1976 | 11,3              | 1975 | -0,1      | 6,2      | -19,5            | 1976 |
| 25      | 4,7               | 1939 | -5,7      | 5,8      | -22,0            | 1976 | 1,8               | 1939 | -10,0     | 5,8      | -25,7            | 1976 | 10,0              | 1939 | -0,5      | 5,8      | -16,4            | 1937 |
| 26      | 6,2               | 1939 | -5,3      | 5,6      | -18,1            | 1976 | 0,6               | 1939 | -9,8      | 5,8      | -24,0            | 1954 | 11,5              | 1939 | 0,0       | 5,4      | -12,6            | 1937 |
| 27      | 4,2               | 1925 | -6,5      | 5,3      | -20,3            | 1954 | 0,3               | 1939 | -10,5     | 5,6      | -25,8            | 1954 | 9,3               | 1925 | -1,5      | 5,3      | -15,1            | 1954 |
| 28      | 2,8               | 1971 | -6,7      | 5,4      | -19,8            | 1954 | -0,3              | 1971 | -11,0     | 5,5      | -25,4            | 1954 | 12,7              | 1975 | -1,7      | 6,3      | -16,3            | 1966 |
| 29      | 6,9               | 1925 | -7,4      | 6,1      | -21,4            | 1968 | 1,3               | 1969 | -11,5     | 6,1      | -24,6            | 1954 | 14,7              | 1925 | -2,5      | 6,4      | -17,6            | 1968 |
| 30      | 4,7               | 1965 | -7,0      | 6,5      | -23,4            | 1968 | -0,1              | 1969 | -11,4     | 6,3      | -26,3            | 1968 | 11,6              | 1936 | -1,7      | 7,0      | -18,2            | 1968 |
| 31      | 5,0               | 1939 | -7,0      | 6,0      | -21,0            | 1954 | 0,8               | 1965 | -11,1     | 6,1      | -24,2            | 1954 | 11,5              | 1947 | -1,5      | 6,3      | -15,1            | 1955 |

Таблица 20

Средняя месячная температура почвы на глубинах различной обеспеченности.  
1926—1966 гг.

| Глубина,<br>см | t °C | Обеспеченность, % |      |      |      |      |      |      |
|----------------|------|-------------------|------|------|------|------|------|------|
|                |      | 2                 | 5    | 10   | 50   | 90   | 95   | 98   |
| Январь         |      |                   |      |      |      |      |      |      |
| 20             | —1,6 | —6,2              | —5,1 | —4,2 | —1,2 | 0,4  | 0,7  | 1,1  |
| 40             | —0,1 | —4,3              | —3,2 | —2,3 | 0,4  | 1,4  | 1,6  | 1,8  |
| 80             | 2,4  | —0,6              | 0,4  | 1,0  | 2,7  | 3,5  | 3,6  | 3,8  |
| 260            | 6,1  | 3,6               | 4,2  | 4,8  | 6,3  | 6,9  | 7,1  | 7,4  |
| 320            | 10,3 | 9,2               | 9,4  | 9,6  | 10,3 | 10,8 | 11,0 | 11,3 |
| Февраль        |      |                   |      |      |      |      |      |      |
| 20             | —1,4 | —5,3              | —4,4 | —3,6 | —1,0 | 0,2  | 0,3  | 0,4  |
| 40             | —0,5 | —4,2              | —3,2 | —2,3 | —0,2 | 1,0  | 1,2  | 1,3  |
| 80             | 1,4  | —1,8              | —1,2 | —0,4 | 1,7  | 2,6  | 2,9  | 3,0  |
| 160            | 4,7  | 2,8               | 3,2  | 3,6  | 4,8  | 5,6  | 5,7  | 5,8  |
| 320            | 9,0  | 7,8               | 8,0  | 8,3  | 9,0  | 9,4  | 9,5  | 9,6  |
| Март           |      |                   |      |      |      |      |      |      |
| 20             | 1,7  | —1,5              | —1,2 | —0,9 | 1,7  | 4,1  | 4,6  | 5,2  |
| 40             | 1,9  | —1,2              | —0,7 | —0,2 | 1,9  | 4,0  | 4,5  | 4,9  |
| 80             | 2,4  | —0,2              | 0,3  | 0,9  | 2,5  | 3,9  | 4,1  | 4,4  |
| 160            | 4,2  | 2,4               | 3,0  | 3,4  | 4,3  | 5,1  | 5,2  | 5,4  |
| 320            | 7,9  | 6,8               | 7,0  | 7,2  | 8,0  | 8,4  | 8,5  | 8,6  |
| Апрель         |      |                   |      |      |      |      |      |      |
| 20             | 10,0 | 6,6               | 7,6  | 8,3  | 9,7  | 12,2 | 12,8 | 13,4 |
| 40             | 9,0  | 6,2               | 6,8  | 7,4  | 8,8  | 11,0 | 11,5 | 11,3 |
| 80             | 7,5  | 4,8               | 5,3  | 5,8  | 7,5  | 9,4  | 9,9  | 10,4 |
| 160            | 6,2  | 4,4               | 4,7  | 5,0  | 6,3  | 7,5  | 7,9  | 8,3  |
| 320            | 7,6  | 6,5               | 6,7  | 6,9  | 7,6  | 8,2  | 8,3  | 8,4  |
| Май            |      |                   |      |      |      |      |      |      |
| 20             | 15,7 | 12,2              | 13,0 | 13,8 | 15,8 | 17,6 | 18,5 | 19,6 |
| 40             | 14,4 | 12,1              | 12,4 | 12,8 | 14,4 | 15,8 | 16,6 | 17,6 |
| 80             | 12,5 | 10,4              | 10,8 | 11,2 | 12,5 | 13,8 | 14,3 | 14,9 |
| 160            | 9,8  | 8,3               | 8,6  | 8,9  | 9,6  | 10,9 | 11,2 | 11,4 |
| 320            | 8,4  | 7,4               | 7,6  | 7,8  | 8,4  | 9,1  | 9,3  | 9,4  |
| Июнь           |      |                   |      |      |      |      |      |      |
| 20             | 20,0 | 17,3              | 17,8 | 18,3 | 20,9 | 21,7 | 22,1 | 22,8 |
| 40             | 18,4 | 16,4              | 16,8 | 17,1 | 18,4 | 19,8 | 20,3 | 21,2 |
| 80             | 16,3 | 14,7              | 14,9 | 15,2 | 16,3 | 17,3 | 17,6 | 18,2 |
| 160            | 12,9 | 11,6              | 11,8 | 12,0 | 12,9 | 14,1 | 14,4 | 14,6 |
| 320            | 10,0 | 9,0               | 9,2  | 9,4  | 9,9  | 10,6 | 10,8 | 11,0 |
| Июль           |      |                   |      |      |      |      |      |      |
| 20             | 23,0 | 19,6              | 20,2 | 20,7 | 22,8 | 25,9 | 26,6 | 27,3 |
| 40             | 21,5 | 18,4              | 18,9 | 19,3 | 21,3 | 23,9 | 24,6 | 25,5 |
| 80             | 19,1 | 16,8              | 17,2 | 17,6 | 18,9 | 21,0 | 21,6 | 22,2 |
| 160            | 15,5 | 14,0              | 14,2 | 14,5 | 15,4 | 16,7 | 17,1 | 17,7 |
| 320            | 11,5 | 10,6              | 10,8 | 10,9 | 11,5 | 12,3 | 12,5 | 12,8 |

| Глубина,<br>см | t °C | Обеспеченность, % |   |    |    |    |    |    |
|----------------|------|-------------------|---|----|----|----|----|----|
|                |      | 2                 | 5 | 10 | 50 | 90 | 95 | 98 |

### Август

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 20  | 23,4 | 19,1 | 19,8 | 20,4 | 23,7 | 26,0 | 26,6 | 27,4 |
| 40  | 22,2 | 19,2 | 19,5 | 19,9 | 22,3 | 24,6 | 25,1 | 25,9 |
| 80  | 20,5 | 18,3 | 18,6 | 18,8 | 20,4 | 22,4 | 23,0 | 23,8 |
| 160 | 17,3 | 15,4 | 15,7 | 15,9 | 17,2 | 18,8 | 19,2 | 19,8 |
| 320 | 13,0 | 11,6 | 12,0 | 12,3 | 13,1 | 13,8 | 14,0 | 14,3 |

### Сентябрь

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 20  | 19,1 | 16,1 | 16,5 | 17,0 | 19,1 | 20,8 | 21,1 | 21,5 |
| 40  | 19,2 | 16,1 | 16,7 | 17,2 | 19,2 | 21,1 | 21,8 | 22,9 |
| 80  | 18,8 | 16,8 | 17,0 | 17,3 | 18,8 | 20,4 | 20,7 | 21,0 |
| 160 | 17,4 | 16,0 | 16,2 | 16,3 | 17,4 | 18,6 | 18,9 | 19,4 |
| 320 | 14,1 | 13,1 | 13,2 | 13,4 | 14,1 | 14,8 | 15,0 | 15,3 |

### Октябрь

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 20  | 11,7 | 8,2  | 9,0  | 9,8  | 11,5 | 14,0 | 15,2 | 17,7 |
| 40  | 12,6 | 10,7 | 10,9 | 11,1 | 12,6 | 13,9 | 14,4 | 14,9 |
| 80  | 14,4 | 12,5 | 13,0 | 13,4 | 14,3 | 15,6 | 15,8 | 16,0 |
| 160 | 15,4 | 14,4 | 14,5 | 14,6 | 15,4 | 16,2 | 16,4 | 16,7 |
| 320 | 14,3 | 13,5 | 13,6 | 13,7 | 14,3 | 14,9 | 15,1 | 15,3 |

### Ноябрь

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 20  | 3,6  | 0,7  | 1,0  | 1,5  | 3,8  | 5,1  | 5,5  | 6,0  |
| 40  | 5,3  | 2,9  | 3,4  | 3,8  | 5,4  | 6,8  | 7,1  | 7,4  |
| 80  | 8,4  | 6,6  | 7,0  | 7,2  | 8,4  | 9,5  | 9,7  | 10,0 |
| 160 | 11,9 | 10,9 | 11,1 | 11,3 | 11,8 | 12,6 | 12,8 | 13,1 |
| 320 | 13,5 | 12,7 | 12,9 | 13,0 | 13,4 | 14,0 | 14,2 | 14,3 |

### Декабрь

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 20  | 0,1  | -4,4 | -2,9 | -1,7 | 0,5  | 1,4  | 1,6  | 1,8  |
| 40  | 1,6  | -2,5 | -1,4 | -0,1 | 1,8  | 2,6  | 3,0  | 3,5  |
| 80  | 4,4  | 2,1  | 2,8  | 3,4  | 4,6  | 5,2  | 5,5  | 6,0  |
| 160 | 8,5  | 7,2  | 7,6  | 7,9  | 8,5  | 9,0  | 9,2  | 9,5  |
| 320 | 11,9 | 10,9 | 11,3 | 11,4 | 11,9 | 12,4 | 12,6 | 12,9 |

## Режим увлажнения

Таблица 21

Ежедневное среднее ( $\bar{X}$ ) и максимальное количество осадков.  
Алма-Ата, ГМО

| Дата   | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{\text{макс}}$ | Год  | Дата | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{\text{макс}}$ | Год  |
|--------|-----------|----------|-------------------|------|------|-----------|----------|-------------------|------|
| Январь |           |          |                   |      | 6    | 0,6       | 1,8      | 11,4              | 1963 |
| 1      | 0,8       | 2,2      | 9,5               | 1884 | 7    | 0,8       | 2,7      | 18,0              | 1912 |
| 2      | 0,9       | 2,4      | 13,4              | 1896 | 8    | 0,8       | 2,5      | 15,7              | 1961 |
| 3      | 0,8       | 2,1      | 11,7              | 1970 | 9    | 0,7       | 1,9      | 16,5              | 1979 |
| 4      | 0,9       | 2,8      | 19,5              | 1927 | 10   | 0,6       | 2,1      | 15,5              | 1962 |
| 5      | 0,9       | 2,2      | 12,7              | 1971 | 11   | 1,2       | 3,6      | 27,2              | 1886 |



| Дата    | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{\text{макс}}$ | Год  | Дата   | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{\text{макс}}$ | Год  |
|---------|-----------|----------|-------------------|------|--------|-----------|----------|-------------------|------|
| 12      | 1,2       | 3,0      | 14,4              | 1888 | 3      | 1,1       | 2,7      | 24,1              | 1966 |
| 13      | 0,9       | 2,9      | 18,4              | 1905 | 4      | 1,5       | 3,8      | 18,3              | 1895 |
| 14      | 0,7       | 1,5      | 7,9               | 1902 | 5      | 1,1       | 3,4      | 18,9              | 1907 |
| 15      | 0,6       | 2,3      | 16,6              | 1902 | 6      | 1,8       | 4,9      | 29,1              | 1889 |
| 16      | 0,8       | 2,3      | 13,7              | 1908 | 7      | 1,2       | 2,9      | 16,2              | 1963 |
| 17      | 0,7       | 1,8      | 9,9               | 1908 | 8      | 1,0       | 2,4      | 14,5              | 1941 |
| 18      | 0,9       | 2,4      | 16,4              | 1907 | 9      | 1,7       | 4,5      | 20,8              | 1935 |
| 19      | 0,7       | 2,8      | 22,0              | 1958 | 10     | 2,5       | 5,4      | 26,4              | 1942 |
| 20      | 0,7       | 2,0      | 11,5              | 1916 | 11     | 0,7       | 2,4      | 14,6              | 1961 |
| 21      | 0,8       | 2,1      | 12,5              | 1882 | 12     | 1,0       | 3,9      | 26,3              | 1901 |
| 22      | 0,7       | 1,9      | 9,2               | 1977 | 13     | 1,1       | 3,5      | 20,3              | 1886 |
| 23      | 0,7       | 1,9      | 10,1              | 1945 | 14     | 2,1       | 4,8      | 31,7              | 1886 |
| 24      | 1,0       | 3,7      | 24,8              | 1896 | 15     | 2,6       | 5,3      | 35,2              | 1966 |
| 25      | 1,1       | 2,7      | 12,2              | 1884 | 16     | 3,7       | 6,6      | 29,3              | 1881 |
| 26      | 1,3       | 3,4      | 21,6              | 1953 | 17     | 2,2       | 4,8      | 24,7              | 1902 |
| 27      | 1,2       | 3,7      | 26,3              | 1892 | 18     | 1,9       | 4,5      | 26,0              | 1914 |
| 28      | 0,9       | 2,1      | 10,2              | 1937 | 19     | 1,8       | 3,7      | 17,8              | 1918 |
| 29      | 1,1       | 2,4      | 10,7              | 1882 | 20     | 1,4       | 3,0      | 15,0              | 1888 |
| 30      | 0,6       | 1,4      | 6,4               | 1938 | 21     | 2,0       | 4,1      | 18,2              | 1884 |
| 31      | 1,0       | 2,8      | 18,9              | 1886 | 22     | 3,1       | 5,9      | 25,2              | 1895 |
| Февраль |           |          |                   |      | 23     | 3,0       | 6,1      | 31,1              | 1925 |
| 1       | 0,6       | 1,6      | 11,0              | 1926 | 24     | 1,5       | 3,5      | 26,4              | 1969 |
| 2       | 1,3       | 3,3      | 18,5              | 1958 | 25     | 2,0       | 4,5      | 21,6              | 1942 |
| 3       | 0,8       | 2,3      | 13,7              | 1959 | 26     | 2,1       | 4,2      | 33,3              | 1970 |
| 4       | 0,6       | 1,8      | 11,9              | 1892 | 27     | 2,8       | 6,2      | 31,2              | 1949 |
| 5       | 0,7       | 1,9      | 9,9               | 1955 | 28     | 2,2       | 5,9      | 33,6              | 1901 |
| 6       | 0,6       | 2,0      | 13,4              | 1964 | 29     | 2,0       | 4,0      | 20,2              | 1916 |
| 7       | 1,0       | 2,3      | 10,7              | 1957 | 30     | 1,9       | 4,0      | 17,8              | 1964 |
| 8       | 0,5       | 1,7      | 9,8               | 1913 | 31     | 2,4       | 6,2      | 32,3              | 1959 |
| 9       | 1,1       | 3,3      | 22,1              | 1934 | Апрель |           |          |                   |      |
| 10      | 0,6       | 1,6      | 7,9               | 1971 | 1      | 2,5       | 6,4      | 40,5              | 1911 |
| 11      | 0,9       | 2,5      | 12,8              | 1965 | 2      | 2,7       | 5,8      | 24,6              | 1956 |
| 12      | 0,6       | 2,0      | 11,4              | 1975 | 3      | 3,1       | 6,0      | 26,3              | 1974 |
| 13      | 1,5       | 4,2      | 19,5              | 1884 | 4      | 2,3       | 5,4      | 32,3              | 1971 |
| 14      | 0,8       | 2,1      | 10,7              | 1956 | 5      | 2,9       | 6,5      | 33,1              | 1900 |
| 15      | 0,7       | 2,1      | 11,0              | 1922 | 6      | 2,6       | 6,6      | 36,8              | 1931 |
| 16      | 0,8       | 2,0      | 11,7              | 1934 | 7      | 2,3       | 5,8      | 31,9              | 1960 |
| 17      | 0,6       | 1,7      | 8,9               | 1908 | 8      | 2,4       | 5,7      | 32,1              | 1972 |
| 18      | 1,2       | 3,5      | 19,3              | 1921 | 9      | 1,9       | 5,0      | 36,0              | 1974 |
| 19      | 0,6       | 1,7      | 11,2              | 1966 | 10     | 3,0       | 6,6      | 44,5              | 1969 |
| 20      | 1,1       | 3,3      | 25,2              | 1973 | 11     | 2,9       | 7,1      | 39,1              | 1928 |
| 21      | 1,3       | 3,2      | 15,1              | 1949 | 12     | 2,7       | 5,4      | 26,3              | 1955 |
| 22      | 1,4       | 3,7      | 20,3              | 1946 | 13     | 2,5       | 5,9      | 28,1              | 1894 |
| 23      | 1,1       | 2,9      | 16,5              | 1899 | 14     | 3,5       | 8,0      | 47,5              | 1963 |
| 24      | 1,9       | 4,5      | 24,6              | 1902 | 15     | 3,8       | 7,9      | 39,0              | 1886 |
| 25      | 1,5       | 3,3      | 15,6              | 1965 | 16     | 4,0       | 8,7      | 41,3              | 1956 |
| 26      | 1,8       | 3,8      | 15,3              | 1943 | 17     | 5,0       | 9,9      | 49,7              | 1961 |
| 27      | 1,6       | 3,7      | 19,4              | 1961 | 18     | 3,2       | 6,1      | 28,1              | 1902 |
| 28      | 1,3       | 4,1      | 31,3              | 1963 | 19     | 3,2       | 7,5      | 36,7              | 1891 |
| 29      | 3,1       | 9,2      | 32,6              | 1892 | 20     | 2,8       | 5,6      | 24,4              | 1968 |
| Март    |           |          |                   |      | 21     | 2,8       | 5,6      | 26,8              | 1971 |
| 1       | 1,0       | 2,6      | 15,5              | 1957 | 22     | 3,7       | 6,8      | 29,1              | 1968 |
| 2       | 1,8       | 5,0      | 35,0              | 1911 | 23     | 3,2       | 7,3      | 38,2              | 1882 |
|         |           |          |                   |      | 24     | 3,2       | 6,9      | 37,1              | 1887 |
|         |           |          |                   |      | 25     | 2,4       | 5,5      | 24,7              | 1948 |

| Дата | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{\text{макс}}$ | Год  | Дата   | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{\text{макс}}$ | Год   |
|------|-----------|----------|-------------------|------|--------|-----------|----------|-------------------|-------|
| 26   | 3,4       | 7,8      | 42,3              | 1889 | 16     | 1,4       | 4,6      | 30,4              | 1881  |
| 27   | 1,7       | 4,5      | 23,7              | 1924 | 17     | 2,0       | 6,8      | 53,5              | 1885  |
| 28   | 5,5       | 10,5     | 46,5              | 1972 | 18     | 1,2       | 3,0      | 18,0              | 1923  |
| 29   | 3,1       | 6,8      | 31,6              | 1899 | 19     | 1,6       | 4,2      | 25,1              | 1904  |
| 30   | 3,0       | 6,7      | 30,8              | 1907 | 20     | 1,4       | 3,8      | 26,4              | 1934  |
| Май  |           |          |                   |      | 21     | 2,0       | 6,2      | 31,3              | 1907  |
| 1    | 3,0       | 5,6      | 22,6              | 1882 | 22     | 1,0       | 2,8      | 19,3              | 1973  |
| 2    | 3,4       | 7,0      | 31,3              | 1960 | 23     | 2,0       | 5,1      | 29,6              | 1881  |
| 3    | 3,0       | 6,8      | 27,2              | 1948 | 24     | 1,8       | 4,4      | 20,0              | 1912  |
| 4    | 3,1       | 8,0      | 44,9              | 1904 | 25     | 1,1       | 2,9      | 32,9              | 1967  |
| 5    | 2,7       | 6,6      | 47,4              | 1955 | 26     | 1,0       | 2,7      | 20,2              | 1972  |
| 6    | 3,5       | 8,2      | 50,7              | 1940 | 27     | 1,0       | 2,7      | 15,4              | 1920  |
| 7    | 2,6       | 5,9      | 31,0              | 1969 | 28     | 1,7       | 4,5      | 45,3              | 1977  |
| 8    | 2,5       | 6,5      | 33,8              | 1946 | 29     | 1,7       | 5,2      | 25,7              | 1911  |
| 9    | 3,0       | 7,7      | 55,3              | 1963 | 30     | 0,9       | 3,0      | 19,4              | 1905  |
| 10   | 4,2       | 8,9      | 42,0              | 1930 | Июль   |           |          |                   |       |
| 11   | 3,4       | 6,5      | 35,4              | 1939 | 1      | 0,8       | 3,0      | 23,0              | 1912  |
| 12   | 3,6       | 6,5      | 28,2              | 1951 | 2      | 1,0       | 2,8      | 18,9              | 1896  |
| 13   | 4,0       | 10,2     | 52,4              | 1886 | 3      | 1,4       | 4,0      | 24,3              | 1903  |
| 14   | 2,6       | 7,3      | 38,5              | 1964 | 4      | 1,7       | 4,7      | 22,5              | 1887  |
| 15   | 2,6       | 6,8      | 35,9              | 1928 | 5      | 1,3       | 3,1      | 17,3              | 1924  |
| 16   | 3,6       | 10,0     | 62,2              | 1884 | 6      | 1,5       | 3,6      | 16,6              | 1889  |
| 17   | 3,9       | 8,5      | 41,5              | 1958 | 7      | 1,6       | 4,7      | 34,8              | 1928  |
| 18   | 2,4       | 5,6      | 30,0              | 1891 | 8      | 1,4       | 3,9      | 23,7              | 1921  |
| 19   | 2,4       | 5,2      | 25,5              | 1960 | 9      | 1,3       | 3,2      | 35,4              | 1972  |
| 20   | 3,0       | 7,2      | 29,2              | 1965 | 10     | 0,9       | 2,4      | 12,3              | 1954  |
| 21   | 2,0       | 4,8      | 30,8              | 1966 | 11     | 0,7       | 1,8      | 11,6              | 1978  |
| 22   | 1,6       | 3,6      | 27,8              | 1972 | 12     | 1,8       | 4,5      | 21,9              | 1926  |
| 23   | 3,9       | 9,7      | 56,8              | 1932 | 13     | 0,7       | 3,3      | 27,2              | 1886  |
| 24   | 2,2       | 5,4      | 35,5              | 1882 | 14     | 0,6       | 2,1      | 16,2              | 1969  |
| 25   | 3,3       | 7,7      | 46,8              | 1976 | 15     | 2,8       | 7,4      | 39,7              | 1923  |
| 26   | 3,1       | 7,2      | 43,5              | 1906 | 16     | 0,9       | 2,1      | 11,1              | 1958  |
| 27   | 3,1       | 6,6      | 38,6              | 1886 | 17     | 0,8       | 2,4      | 16,2              | 1960  |
| 28   | 2,8       | 5,6      | 25,1              | 1958 | 18     | 0,5       | 1,6      | 10,8              | 1897  |
| 29   | 2,5       | 6,5      | 46,0              | 1969 | 19     | 0,6       | 1,6      | 9,6               | 1969  |
| 30   | 2,6       | 6,8      | 40,1              | 1951 | 20     | 2,0       | 7,5      | 54,6              | 1896  |
| 31   | 1,3       | 3,9      | 36,2              | 1979 | 21     | 1,5       | 4,4      | 27,1              | 1903  |
| Июнь |           |          |                   |      | 22     | 1,4       | 4,5      | 27,2              | 1926  |
| 1    | 2,1       | 4,9      | 26,9              | 1909 | 23     | 0,8       | 2,1      | 8,6               | 1949  |
| 2    | 1,9       | 4,1      | 19,8              | 1946 | 24     | 0,4       | 1,7      | 12,6              | 1891  |
| 3    | 1,5       | 3,8      | 27,5              | 1967 | 25     | 0,5       | 1,6      | 8,3               | 1921  |
| 4    | 4,5       | 7,9      | 42,3              | 1954 | 26     | 1,0       | 2,4      | 10,9              | 1900  |
| 5    | 3,3       | 6,8      | 34,6              | 1928 | 27     | 0,7       | 3,1      | 25,5              | 1934  |
| 6    | 2,4       | 6,5      | 40,7              | 1949 | 28     | 0,7       | 2,4      | 14,2              | 1936  |
| 7    | 1,8       | 5,2      | 34,7              | 1900 | 29     | 1,0       | 3,7      | 25,3              | 1940  |
| 8    | 1,8       | 4,8      | 31,2              | 1947 | 30     | 1,3       | 3,3      | 15,0              | 1957  |
| 9    | 2,1       | 5,1      | 27,9              | 1959 | 31     | 1,8       | 4,5      | 24,0              | 1911  |
| 10   | 3,1       | 7,9      | 40,0              | 1885 | Август |           |          |                   |       |
| 11   | 2,1       | 5,5      | 51,7              | 1979 | 1      | 1,1       | 3,5      | 25,0              | 1969  |
| 12   | 4,8       | 12,0     | 74,0              | 1942 | 2      | 1,2       | 4,4      | 27,7              | 1946  |
| 13   | 1,7       | 4,8      | 27,2              | 1886 | 3      | 0,8       | 2,0      | 9,9               | 1897  |
| 14   | 2,2       | 8,5      | 64,8              | 1957 | 4      | 2,0       | 5,1      | 25,0              | 1906, |
| 15   | 1,0       | 4,0      | 24,7              | 1886 |        |           |          |                   | 1963  |

| Дата     | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{\text{макс}}$ | Год  | Дата | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{\text{макс}}$ | Год  |
|----------|-----------|----------|-------------------|------|------|-----------|----------|-------------------|------|
| 5        | 0,7       | 2,7      | 21,0              | 1890 | 28   | 0,4       | 2,3      | 16,1              | 1951 |
| 6        | 0,7       | 2,4      | 15,6              | 1974 | 29   | 1,6       | 5,5      | 33,2              | 1881 |
| 7        | 0,5       | 1,6      | 19,6              | 1973 | 30   | 1,4       | 4,1      | 20,5              | 1920 |
| 8        | 0,7       | 2,6      | 28,4              | 1970 |      |           |          |                   |      |
| 9        | 1,0       | 3,6      | 24,7              | 1887 |      |           |          |                   |      |
| 10       | 0,4       | 1,1      | 5,9               | 1887 |      |           |          |                   |      |
| 11       | 0,6       | 1,8      | 24,5              | 1969 |      |           |          |                   |      |
| 12       | 1,5       | 5,0      | 36,6              | 1958 |      |           |          |                   |      |
| 13       | 0,9       | 2,7      | 15,6              | 1934 |      |           |          |                   |      |
| 14       | 0,7       | 2,2      | 13,1              | 1921 |      |           |          |                   |      |
| 15       | 0,6       | 2,3      | 13,4              | 1946 |      |           |          |                   |      |
| 16       | 0,2       | 0,8      | 5,5               | 1895 |      |           |          |                   |      |
| 17       | 0,4       | 1,5      | 19,2              | 1967 |      |           |          |                   |      |
| 18       | 0,7       | 2,6      | 16,9              | 1896 |      |           |          |                   |      |
| 19       | 1,2       | 4,0      | 21,7              | 1898 |      |           |          |                   |      |
| 20       | 1,3       | 4,7      | 29,7              | 1930 |      |           |          |                   |      |
| 21       | 1,2       | 4,0      | 24,5              | 1900 |      |           |          |                   |      |
| 22       | 0,7       | 3,5      | 29,4              | 1905 |      |           |          |                   |      |
| 23       | 0,6       | 2,1      | 14,2              | 1965 |      |           |          |                   |      |
| 24       | 0,4       | 1,7      | 16,2              | 1967 |      |           |          |                   |      |
| 25       | 1,0       | 4,5      | 33,2              | 1908 |      |           |          |                   |      |
| 26       | 0,8       | 3,1      | 23,5              | 1881 |      |           |          |                   |      |
| 27       | 0,4       | 2,0      | 17,4              | 1927 |      |           |          |                   |      |
| 28       | 0,6       | 2,0      | 13,5              | 1911 |      |           |          |                   |      |
| 29       | 0,4       | 1,6      | 9,1               | 1901 |      |           |          |                   |      |
| 30       | 0,5       | 2,2      | 14,5              | 1968 |      |           |          |                   |      |
| 31       | 1,3       | 4,6      | 25,9              | 1950 |      |           |          |                   |      |
| Сентябрь |           |          |                   |      |      |           |          |                   |      |
| 1        | 0,8       | 2,5      | 13,1              | 1928 |      |           |          |                   |      |
| 2        | 0,3       | 1,3      | 9,2               | 1923 |      |           |          |                   |      |
| 3        | 0,5       | 2,9      | 24,7              | 1897 |      |           |          |                   |      |
| 4        | 0,8       | 3,6      | 25,8              | 1896 |      |           |          |                   |      |
| 5        | 0,5       | 1,8      | 13,6              | 1968 |      |           |          |                   |      |
| 6        | 0,5       | 1,5      | 9,1               | 1977 |      |           |          |                   |      |
| 7        | 0,4       | 2,0      | 25,3              | 1973 |      |           |          |                   |      |
| 8        | 0,4       | 1,5      | 10,9              | 1919 |      |           |          |                   |      |
| 9        | 1,2       | 5,4      | 43,8              | 1890 |      |           |          |                   |      |
| 10       | 1,2       | 4,1      | 27,5              | 1939 |      |           |          |                   |      |
| 11       | 0,5       | 1,7      | 15,5              | 1973 |      |           |          |                   |      |
| 12       | 0,9       | 3,2      | 18,3              | 1923 |      |           |          |                   |      |
| 13       | 0,9       | 3,7      | 24,9              | 1954 |      |           |          |                   |      |
| 14       | 0,8       | 2,6      | 34,9              | 1969 |      |           |          |                   |      |
| 15       | 0,8       | 3,6      | 28,0              | 1884 |      |           |          |                   |      |
| 16       | 0,7       | 3,2      | 25,3              | 1924 |      |           |          |                   |      |
| 17       | 1,0       | 3,9      | 24,1              | 1928 |      |           |          |                   |      |
| 18       | 1,1       | 4,9      | 37,8              | 1909 |      |           |          |                   |      |
| 19       | 1,3       | 5,3      | 37,2              | 1947 |      |           |          |                   |      |
| 20       | 0,7       | 2,7      | 15,2              | 1944 |      |           |          |                   |      |
| 21       | —         | —        | —                 | —    |      |           |          |                   |      |
| 22       | 0,8       | 2,7      | 17,0              | 1911 |      |           |          |                   |      |
| 23       | 1,4       | 4,1      | 28,2              | 1811 |      |           |          |                   |      |
| 24       | 0,6       | 2,1      | 13,9              | 1976 |      |           |          |                   |      |
| 25       | 1,4       | 4,9      | 36,7              | 1961 |      |           |          |                   |      |
| 26       | 1,4       | 4,4      | 21,6              | 1961 |      |           |          |                   |      |
| 27       | 1,3       | 4,5      | 32,0              | 1892 |      |           |          |                   |      |
| Октябрь  |           |          |                   |      |      |           |          |                   |      |
|          |           |          |                   |      | 1    | 0,5       | 1,7      | 25,1              | 1969 |
|          |           |          |                   |      | 2    | 2,4       | 6,4      | 31,5              | 1911 |
|          |           |          |                   |      | 3    | 1,3       | 3,5      | 27,0              | 1966 |
|          |           |          |                   |      | 4    | 1,1       | 4,5      | 30,3              | 1894 |
|          |           |          |                   |      | 5    | 0,4       | 1,9      | 25,8              | 1976 |
|          |           |          |                   |      | 6    | 1,1       | 3,9      | 29,0              | 1886 |
|          |           |          |                   |      | 7    | 1,8       | 4,6      | 23,7              | 1946 |
|          |           |          |                   |      | 8    | 2,5       | 6,0      | 30,7              | 1913 |
|          |           |          |                   |      | 9    | 0,8       | 2,4      | 13,8              | 1979 |
|          |           |          |                   |      | 10   | 1,6       | 4,4      | 23,0              | 1892 |
|          |           |          |                   |      | 11   | 0,7       | 2,2      | 15,1              | 1978 |
|          |           |          |                   |      | 12   | 2,5       | 6,8      | 44,3              | 1940 |
|          |           |          |                   |      | 13   | 2,2       | 6,1      | 37,9              | 1920 |
|          |           |          |                   |      | 14   | 2,1       | 5,3      | 32,2              | 1930 |
|          |           |          |                   |      | 15   | 0,4       | 1,5      | 16,4              | 1967 |
|          |           |          |                   |      | 16   | 1,1       | 5,0      | 33,8              | 1940 |
|          |           |          |                   |      | 17   | 1,0       | 3,8      | 27,1              | 1889 |
|          |           |          |                   |      | 18   | 1,2       | 4,2      | 15,7              | 1927 |
|          |           |          |                   |      | 19   | 2,1       | 5,5      | 31,7              | 1963 |
|          |           |          |                   |      | 20   | 1,5       | 3,8      | 25,4              | 1977 |
|          |           |          |                   |      | 21   | 0,8       | 2,8      | 17,2              | 1950 |
|          |           |          |                   |      | 22   | 0,7       | 2,6      | 19,5              | 1977 |
|          |           |          |                   |      | 23   | 1,7       | 4,6      | 23,3              | 1946 |
|          |           |          |                   |      | 24   | 1,6       | 3,8      | 16,6              | 1937 |
|          |           |          |                   |      | 25   | 2,4       | 5,4      | 27,6              | 1953 |
|          |           |          |                   |      | 26   | 2,1       | 6,4      | 38,4              | 1901 |
|          |           |          |                   |      | 27   | 3,0       | 6,9      | 28,7              | 1882 |
|          |           |          |                   |      | 28   | 2,6       | 5,0      | 16,5              | 1893 |
|          |           |          |                   |      | 29   | 1,0       | 3,0      | 18,5              | 1893 |
|          |           |          |                   |      | 30   | 2,2       | 5,5      | 28,2              | 1944 |
|          |           |          |                   |      | 31   | 1,7       | 4,8      | 25,2              | 1936 |
| Ноябрь   |           |          |                   |      |      |           |          |                   |      |
|          |           |          |                   |      | 1    | 1,6       | 3,8      | 18,3              | 1927 |
|          |           |          |                   |      | 2    | 1,8       | 4,9      | 24,2              | 1881 |
|          |           |          |                   |      | 3    | 1,1       | 3,3      | 17,1              | 1946 |
|          |           |          |                   |      | 4    | 1,5       | 3,8      | 19,5              | 1947 |
|          |           |          |                   |      | 5    | 2,1       | 5,0      | 23,6              | 1939 |
|          |           |          |                   |      | 6    | 2,1       | 4,7      | 26,1              | 1941 |
|          |           |          |                   |      | 7    | 2,6       | 6,5      | 45,8              | 1904 |
|          |           |          |                   |      | 8    | 1,7       | 4,6      | 34,4              | 1901 |
|          |           |          |                   |      | 9    | 1,5       | 3,4      | 25,4              | 1972 |
|          |           |          |                   |      | 10   | 1,8       | 4,2      | 20,3              | 1939 |
|          |           |          |                   |      | 11   | 3,0       | 6,3      | 28,0              | 1897 |
|          |           |          |                   |      | 12   | 1,4       | 3,7      | 24,1              | 1972 |
|          |           |          |                   |      | 13   | 1,0       | 3,1      | 16,9              | 1940 |
|          |           |          |                   |      | 14   | 1,5       | 4,5      | 23,3              | 1885 |
|          |           |          |                   |      | 15   | 2,1       | 4,5      | 22,6              | 1920 |
|          |           |          |                   |      | 16   | 1,3       | 3,4      | 23,0              | 1888 |
|          |           |          |                   |      | 17   | 1,6       | 4,3      | 28,4              | 1908 |
|          |           |          |                   |      | 18   | 1,1       | 2,7      | 14,2              | 1927 |

| Дата    | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{\text{макс}}$ | Год  | Дата | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{\text{макс}}$ | Год  |
|---------|-----------|----------|-------------------|------|------|-----------|----------|-------------------|------|
| 19      | 1,7       | 5,0      | 26,8              | 1951 | 10   | 0,5       | 1,6      | 10,0              | 1916 |
| 20      | 0,9       | 2,6      | 16,5              | 1885 | 11   | 0,8       | 2,2      | 19,4              | 1978 |
| 21      | 1,8       | 4,5      | 21,8              | 1932 | 12   | 0,7       | 2,1      | 12,0              | 1952 |
| 22      | 1,7       | 3,4      | 31,1              | 1966 | 13   | 1,3       | 3,1      | 12,7              | 1906 |
| 23      | 1,7       | 4,0      | 24,1              | 1946 | 14   | 1,0       | 2,4      | 12,0              | 1943 |
| 24      | 1,2       | 2,7      | 17,8              | 1881 | 15   | 1,0       | 2,5      | 13,7              | 1975 |
| 25      | 1,9       | 3,7      | 13,9              | 1886 | 16   | 1,9       | 4,1      | 20,0              | 1954 |
| 26      | 0,7       | 2,3      | 20,6              | 1973 | 17   | 0,3       | 0,9      | 14,7              | 1966 |
| 27      | 1,2       | 2,9      | 13,2              | 1959 | 18   | 1,2       | 3,7      | 20,6              | 1886 |
| 28      | 1,2       | 4,4      | 32,7              | 1953 | 19   | 1,3       | 3,1      | 16,4              | 1940 |
| 29      | 1,3       | 3,1      | 15,6              | 1964 | 20   | 1,2       | 3,4      | 20,2              | 1943 |
| 30      | 0,9       | 2,7      | 18,3              | 1885 | 21   | 1,0       | 2,5      | 11,3              | 1960 |
| Декабрь |           |          |                   |      | 22   | 0,8       | 3,2      | 17,7              | 1951 |
| 1       | 1,2       | 3,0      | 17,6              | 1886 | 23   | 1,1       | 4,0      | 32,8              | 1893 |
| 2       | 1,2       | 3,7      | 25,0              | 1925 | 24   | 1,3       | 3,5      | 21,0              | 1912 |
| 3       | 0,9       | 3,2      | 23,3              | 1895 | 25   | 0,7       | 1,9      | 16,0              | 1975 |
| 4       | 1,1       | 3,1      | 19,4              | 1915 | 26   | 1,1       | 2,7      | 13,9              | 1933 |
| 5       | 0,9       | 2,2      | 11,5              | 1922 | 27   | 0,8       | 2,2      | 16,2              | 1947 |
| 6       | 1,5       | 3,4      | 13,3              | 1939 | 28   | 1,1       | 2,3      | 10,5              | 1958 |
| 7       | 1,2       | 2,9      | 16,2              | 1934 | 29   | 0,6       | 1,6      | 7,5               | 1921 |
| 8       | 1,0       | 2,7      | 18,4              | 1902 | 30   | 0,8       | 2,8      | 16,8              | 1902 |
| 9       | 1,3       | 3,7      | 26,0              | 1887 | 31   | 0,4       | 1,2      | 6,5               | 1940 |

Таблица 22

Число случаев  $n$  с основными видами атмосферных осадков и их непрерывная продолжительность  $\tau_{\text{непр}}$  (ч). Алма-Ата, ГМО

| Вид осадков             | Характеристика       | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|-------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Осадки (все виды)       | $n$                  | 14,1 | 13,1 | 18,8 | 21,8 | 27,0 | 28,8 | 27,9 | 17,4 | 12,4 | 10,9 | 13,3 | 13,5 |
|                         | $\tau_{\text{непр}}$ | 6,7  | 7,1  | 6,6  | 4,3  | 3,0  | 1,6  | 1,1  | 1,4  | 2,2  | 4,9  | 6,5  | 6,7  |
| Дождь                   | $n$                  | 3,9  | 5,0  | 13,4 | 21,2 | 27,0 | 28,7 | 27,8 | 17,4 | 12,4 | 10,6 | 8,9  | 5,5  |
|                         | $\tau_{\text{непр}}$ | 3,3  | 3,8  | 4,7  | 3,8  | 2,9  | 1,6  | 1,1  | 1,4  | 2,1  | 4,5  | 4,6  | 3,6  |
| Снег                    | $n$                  | 12,9 | 11,2 | 10,5 | 3,2  | 0,4  | 0    | 0    | 0,1  | 0,2  | 2,1  | 8,4  | 11,4 |
|                         | $\tau_{\text{непр}}$ | 6,6  | 7,1  | 6,6  | 5,1  | 3,1  |      |      | 1,1  | 3,3  | 4,7  | 6,3  | 6,6  |
| Морось                  | $n$                  | 1,5  | 1,3  | 2,9  | 0,9  | 0,7  | 0,1  | 0    | 0,1  | 0,1  | 1,3  | 1,9  | 1,7  |
|                         | $\tau_{\text{непр}}$ | 2,4  | 2,0  | 2,6  | 1,6  | 1,6  | 2,3  |      | 1,1  | 0,5  | 1,9  | 2,6  | 2,6  |
| Ливневые осадки         | $n$                  | 0,5  | 0,8  | 4,3  | 13,4 | 21,8 | 26,1 | 25,8 | 15,7 | 9,8  | 3,3  | 1,6  | 0,4  |
|                         | $\tau_{\text{непр}}$ | 1,8  | 2,0  | 2,3  | 2,5  | 2,2  | 1,5  | 1,1  | 1,3  | 1,7  | 2,7  | 2,3  | 1,6  |
| Ливневые осадки и грозы | $n$                  | 0    | 0    | 0,2  | 1,5  | 5,6  | 7,7  | 8,2  | 4,2  | 1,2  | 0,02 | 0,02 | 0    |
|                         | $\tau_{\text{непр}}$ |      |      |      | 0,9  | 0,8  | 0,8  | 0,7  | 0,7  | 0,8  | 0,5  | 0,8  | 0,1  |

Таблица 23

## Высота, плотность и запас воды в снеге

| Характеристика                              | IX |      | X |      |   | XI   |    |      | XII |      |   | I    |                             |              |             |      |    |      |    |      |    |      |  |      |  |      |  |      |  |      |  |    |
|---------------------------------------------|----|------|---|------|---|------|----|------|-----|------|---|------|-----------------------------|--------------|-------------|------|----|------|----|------|----|------|--|------|--|------|--|------|--|------|--|----|
|                                             | 2  | 3    | 1 | 2    | 3 | 1    | 2  | 3    | 1   | 2    | 3 | 1    | 2                           | 3            |             |      |    |      |    |      |    |      |  |      |  |      |  |      |  |      |  |    |
| Алма-Ата, аэропорт                          |    |      |   |      |   |      |    |      |     |      |   |      |                             |              |             |      |    |      |    |      |    |      |  |      |  |      |  |      |  |      |  |    |
| Высота, см                                  |    |      |   |      | • |      | 1  | 3    |     | 5    |   | 6    | 11                          |              | 14          |      | 17 |      | 19 |      | 21 |      |  |      |  |      |  |      |  |      |  |    |
| Алма-Ата, ГМО                               |    |      |   |      |   |      |    |      |     |      |   |      |                             |              |             |      |    |      |    |      |    |      |  |      |  |      |  |      |  |      |  |    |
| Высота, см                                  |    |      |   | •    |   | •    |    | •    |     | 2    |   | 4    |                             | 5            |             | 6    |    | 10   |    | 13   |    | 16   |  | 22   |  | 22   |  |      |  |      |  |    |
| Плотность, г/см                             |    |      |   | •    |   | •    |    | •    |     | •    |   | •    |                             | 0,15         |             | 0,17 |    | 0,17 |    | 0,18 |    | 0,20 |  | 0,22 |  | 0,23 |  |      |  |      |  |    |
| Запас воды, мм                              |    |      |   | •    |   | •    |    | •    |     | •    |   | •    |                             | 12           |             | 14   |    | 25   |    | 37   |    | 43   |  | 52   |  | 54   |  |      |  |      |  |    |
| Медео и Алма-Атинская селестоксовая станция |    |      |   |      |   |      |    |      |     |      |   |      |                             |              |             |      |    |      |    |      |    |      |  |      |  |      |  |      |  |      |  |    |
| Высота, см                                  |    | •    |   | •    |   | •    |    | •    |     | •    |   | •    |                             | 12           |             | 18   |    | 22   |    | 23   |    | 30   |  | 37   |  | 39   |  | 42   |  | 48   |  |    |
| Плотность, г/см                             |    | •    |   | •    |   | •    |    | •    |     | •    |   | •    |                             | 0,15         |             | 0,18 |    | 0,17 |    | 0,18 |    | 0,18 |  | 0,19 |  | 0,19 |  | 0,20 |  | 0,20 |  |    |
| Запас воды, мм                              |    | •    |   | •    |   | •    |    | •    |     | •    |   | •    |                             | 16           |             | 31   |    | 40   |    | 48   |    | 58   |  | 75   |  | 78   |  | 82   |  | 94   |  |    |
| Характеристика                              | II |      |   | III  |   |      | IV |      |     | V    |   |      | Наибольшее за зиму значение |              |             |      |    |      |    |      |    |      |  |      |  |      |  |      |  |      |  |    |
|                                             | 1  | 2    | 3 | 1    | 2 | 3    | 1  | 2    | 3   | 1    | 2 | 3    | среднее                     | максимальное | минимальное |      |    |      |    |      |    |      |  |      |  |      |  |      |  |      |  |    |
| Алма-Ата, аэропорт                          |    |      |   |      |   |      |    |      |     |      |   |      |                             |              |             |      |    |      |    |      |    |      |  |      |  |      |  |      |  |      |  |    |
| Высота, см                                  |    | 23   |   | 22   |   | 18   |    | 14   |     | 8    |   | 2    |                             | •            |             | •    |    | •    |    | •    |    | •    |  | •    |  | •    |  | 28   |  | 55   |  | 8  |
| Алма-Ата, ГМО                               |    |      |   |      |   |      |    |      |     |      |   |      |                             |              |             |      |    |      |    |      |    |      |  |      |  |      |  |      |  |      |  |    |
| Высота, см                                  |    | 23   |   | 21   |   | 19   |    | 16   |     | 10   |   | 3    |                             | •            |             | •    |    | •    |    | •    |    | •    |  | •    |  | •    |  | 35   |  | 58   |  | 7  |
| Плотность, г/см                             |    | 0,24 |   | 0,25 |   | 0,24 |    | •    |     | •    |   | •    |                             | •            |             | •    |    | •    |    | •    |    | •    |  | •    |  | •    |  | 0,18 |  | •    |  | •  |
| Запас воды, мм                              |    | 56   |   | 49   |   | 37   |    | 27   |     | •    |   | •    |                             | •            |             | •    |    | •    |    | •    |    | •    |  | •    |  | •    |  | 69   |  | •    |  | •  |
| Медео и Алма-Атинская селестоксовая станция |    |      |   |      |   |      |    |      |     |      |   |      |                             |              |             |      |    |      |    |      |    |      |  |      |  |      |  |      |  |      |  |    |
| Высота, см                                  |    | 52   |   | 51   |   | 52   |    | 55   |     | 48   |   | 37   |                             | 17           |             | •    |    | •    |    | •    |    | •    |  | •    |  | •    |  | 67   |  | 112  |  | 38 |
| Плотность, г/см                             |    | 0,21 |   | 0,21 |   | 0,24 |    | 0,24 |     | 0,27 |   | 0,28 |                             | 0,32         |             | •    |    | •    |    | •    |    | •    |  | •    |  | •    |  | 0,20 |  | •    |  | •  |
| Запас воды, мм                              |    | 102  |   | 109  |   | 118  |    | 127  |     | 128  |   | 109  |                             | 53           |             | •    |    | •    |    | •    |    | •    |  | •    |  | •    |  | 157  |  | •    |  | •  |

Примечание. Точка (•) означает, что снежный покров наблюдался менее чем в 50 % зим.

Режим облачности и атмосферные явления

Таблица 24

Средняя месячная и годовая облачность (баллы) в разные часы суток.  
Алма-Ата, ГМО

| Время, ч | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII | Год |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Общая    |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |
| 0        | 5,0 | 5,1 | 6,4 | 5,2 | 4,8 | 4,5 | 3,6 | 3,0  | 3,2 | 3,7 | 4,6 | 6,0 | 4,6 |
| 3        | 5,2 | 5,4 | 6,6 | 6,5 | 6,4 | 5,5 | 5,4 | 4,3  | 3,7 | 3,6 | 4,8 | 5,9 | 5,3 |
| 6        | 6,9 | 7,0 | 7,7 | 6,5 | 6,2 | 5,4 | 5,2 | 4,2  | 4,2 | 5,3 | 6,1 | 7,3 | 6,0 |
| 9        | 6,4 | 6,7 | 7,4 | 6,8 | 6,8 | 5,8 | 4,9 | 4,2  | 4,4 | 5,1 | 5,8 | 6,6 | 5,9 |
| 12       | 6,5 | 6,8 | 7,9 | 7,5 | 7,5 | 6,4 | 5,9 | 4,7  | 5,2 | 5,6 | 6,0 | 7,1 | 6,4 |
| 15       | 6,8 | 6,9 | 8,2 | 8,0 | 7,7 | 7,1 | 6,2 | 5,4  | 5,5 | 6,0 | 6,3 | 7,0 | 6,8 |
| 18       | 5,9 | 5,8 | 6,6 | 6,3 | 7,3 | 7,1 | 6,0 | 4,6  | 3,7 | 4,1 | 5,1 | 6,5 | 5,8 |
| 21       | 5,5 | 5,1 | 6,2 | 5,6 | 5,3 | 5,3 | 4,3 | 3,2  | 3,1 | 3,6 | 4,7 | 5,8 | 4,8 |
| Средняя  | 6,0 | 6,1 | 7,1 | 6,6 | 6,5 | 5,9 | 5,2 | 4,2  | 4,1 | 4,6 | 5,4 | 6,5 | 5,7 |
| Нижняя   |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |
| 0        | 2,2 | 2,2 | 3,1 | 2,5 | 2,2 | 1,9 | 1,3 | 1,2  | 1,2 | 1,6 | 2,5 | 3,5 | 2,1 |
| 3        | 2,3 | 2,6 | 3,5 | 3,1 | 2,5 | 2,4 | 2,4 | 2,1  | 1,6 | 1,8 | 3,0 | 3,4 | 2,6 |
| 6        | 2,6 | 2,6 | 3,3 | 2,8 | 2,2 | 2,1 | 2,0 | 2,0  | 1,4 | 2,1 | 2,9 | 3,1 | 2,4 |
| 9        | 2,0 | 2,2 | 2,9 | 3,1 | 3,3 | 2,8 | 2,5 | 2,2  | 1,6 | 1,9 | 2,6 | 2,9 | 2,5 |
| 12       | 1,8 | 2,0 | 3,3 | 3,9 | 4,1 | 3,6 | 3,5 | 3,0  | 2,5 | 2,2 | 2,6 | 2,8 | 2,9 |
| 15       | 2,4 | 2,3 | 3,8 | 4,0 | 4,2 | 4,1 | 3,6 | 3,2  | 2,7 | 2,5 | 3,0 | 3,4 | 3,3 |
| 18       | 2,7 | 2,3 | 3,2 | 3,0 | 3,7 | 4,0 | 3,5 | 2,4  | 1,8 | 1,9 | 2,7 | 3,6 | 2,9 |
| 21       | 2,4 | 2,5 | 2,8 | 2,6 | 2,6 | 2,4 | 1,9 | 1,4  | 1,3 | 1,6 | 2,7 | 3,4 | 2,3 |
| Средняя  | 2,3 | 2,3 | 3,2 | 3,1 | 3,1 | 2,9 | 2,6 | 2,2  | 1,8 | 2,0 | 2,8 | 3,3 | 2,6 |

Таблица 25

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

| Сезон              | Общая облачность |           |          | Нижняя облачность |           |          |
|--------------------|------------------|-----------|----------|-------------------|-----------|----------|
|                    | ясно             | полужасно | пасмурно | ясно              | полужасно | пасмурно |
| Алма-Ата, ГМО      |                  |           |          |                   |           |          |
| Зима               | 32               | 8         | 60       | 68                | 4         | 28       |
| Весна              | 28               | 11        | 61       | 63                | 11        | 26       |
| Лето               | 44               | 18        | 38       | 73                | 16        | 11       |
| Осень              | 46               | 11        | 43       | 75                | 7         | 18       |
| Год                | 37               | 12        | 51       | 69                | 10        | 21       |
| Алма-Ата, аэропорт |                  |           |          |                   |           |          |
| Зима               | 29               | 10        | 61       | 63                | 4         | 33       |
| Весна              | 29               | 16        | 55       | 62                | 12        | 26       |
| Лето               | 45               | 23        | 32       | 70                | 18        | 12       |
| Осень              | 48               | 15        | 37       | 74                | 7         | 19       |
| Год                | 38               | 16        | 46       | 67                | 10        | 22       |

Таблица 26

Число ясных и пасмурных дней  $n$  по общей и нижней облачности

| Дни                  | Характеристика    | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Год |
|----------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| По общей облачности  |                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Алма-Ата, ГМО        |                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Ясные                | $\bar{n}$         | 4,8  | 4,2  | 3,1  | 3,5  | 3,7  | 4,5  | 6,6  | 9,5  | 11,2 | 8,8  | 5,6  | 5,3  | 71  |
|                      | $n_{\text{наиб}}$ | 19   | 7    | 10   | 11   | 10   | 10   | 14   | 17   | 19   | 15   | 15   | 14   | 93  |
|                      | $n_{\text{наим}}$ | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 5    | 1    | 0    | 0    | 45  |
| Пасмурные            | $\bar{n}$         | 11,6 | 11,6 | 15,4 | 12,3 | 11,5 | 7,8  | 5,7  | 4,3  | 4,6  | 7,1  | 10,7 | 12,4 | 115 |
|                      | $n_{\text{наиб}}$ | 20   | 23   | 25   | 24   | 19   | 16   | 12   | 9    | 10   | 16   | 21   | 21   | 150 |
|                      | $n_{\text{наим}}$ | 1    | 7    | 4    | 5    | 2    | 2    | 0    | 1    | 0    | 1    | 3    | 3    | 84  |
| Алма-Ата, аэропорт   |                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Ясные                | $\bar{n}$         | 4,0  | 4,1  | 3,6  | 4,5  | 4,9  | 6,0  | 8,2  | 11,3 | 13,6 | 10,4 | 6,1  | 4,5  | 81  |
|                      | $n_{\text{наиб}}$ | 12   | 8    | 9    | 9    | 11   | 9    | 15   | 17   | 19   | 19   | 13   | 13   | 106 |
|                      | $n_{\text{наим}}$ | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 2    | 3    | 7    | 1    | 1    | 0    | 49  |
| Пасмурные            | $\bar{n}$         | 13,2 | 12,1 | 13,8 | 11,3 | 9,0  | 7,1  | 4,1  | 3,4  | 3,0  | 6,6  | 10,1 | 12,9 | 107 |
|                      | $n_{\text{наиб}}$ | 19   | 20   | 21   | 23   | 13   | 12   | 11   | 6    | 6    | 17   | 17   | 24   | 141 |
|                      | $n_{\text{наим}}$ | 8    | 6    | 8    | 4    | 3    | 3    | 1    | 0    | 1    | 0    | 2    | 5    | 72  |
| По нижней облачности |                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Алма-Ата, ГМО        |                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Ясные                | $\bar{n}$         | 16,6 | 15,0 | 13,0 | 13,9 | 13,8 | 13,6 | 16,0 | 18,6 | 20,4 | 20,6 | 16,3 | 16,0 | 194 |
|                      | $n_{\text{наиб}}$ | 30   | 22   | 21   | 21   | 23   | 22   | 25   | 26   | 28   | 30   | 24   | 28   | 244 |
|                      | $n_{\text{наим}}$ | 10   | 7    | 4    | 5    | 7    | 5    | 7    | 8    | 10   | 11   | 8    | 4    | 154 |
| Пасмурные            | $\bar{n}$         | 3,6  | 3,6  | 4,7  | 3,2  | 1,9  | 1,0  | 0,4  | 0,5  | 0,7  | 1,9  | 3,9  | 4,6  | 30  |
|                      | $n_{\text{наиб}}$ | 8    | 13   | 12   | 8    | 9    | 5    | 5    | 2    | 3    | 9    | 9    | 13   | 59  |
|                      | $n_{\text{наим}}$ | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 16  |
| Алма-Ата, аэропорт   |                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Ясные                | $\bar{n}$         | 14,0 | 13,0 | 12,5 | 14,8 | 14,8 | 14,7 | 17,3 | 19,3 | 21,4 | 20,3 | 15,1 | 14,3 | 192 |
|                      | $n_{\text{наиб}}$ | 21   | 21   | 20   | 21   | 23   | 21   | 26   | 25   | 27   | 30   | 22   | 26   | 234 |
|                      | $n_{\text{наим}}$ | 9    | 6    | 7    | 6    | 7    | 8    | 6    | 12   | 16   | 9    | 5    | 4    | 154 |
| Пасмурные            | $\bar{n}$         | 5,1  | 4,6  | 5,2  | 3,5  | 2,0  | 1,6  | 0,8  | 0,4  | 0,9  | 2,1  | 3,9  | 5,1  | 35  |
|                      | $n_{\text{наиб}}$ | 11   | 12   | 12   | 8    | 5    | 5    | 3    | 2    | 3    | 10   | 8    | 11   | 59  |
|                      | $n_{\text{наим}}$ | 2    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 18  |

Таблица 27

Повторяемость (%) основных форм облаков в различные сроки наблюдений по сезонам. Алма-Ата, ГМО

| Форма облаков         | Время, ч |     |     |     |     |     |     |     | Средняя |
|-----------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
|                       | 0        | 3   | 6   | 9   | 12  | 15  | 18  | 21  |         |
| Зима                  |          |     |     |     |     |     |     |     |         |
| Кучевые (Cu)          | 0,1      | 0,1 | 0,2 | 1   | 2   | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0,5     |
| Кучево-дождевые (Cb)  | 2        | 2   | 3   | 2   | 2   | 3   | 2   | 2   | 2       |
| Слоисто-кучевые (Sc)  | 4        | 4   | 6   | 4   | 4   | 6   | 5   | 5   | 5       |
| Слоистые (St)         | 5        | 6   | 5   | 5   | 5   | 6   | 6   | 5   | 5       |
| Слоисто-дождевые (Ns) | 9        | 10  | 11  | 8   | 7   | 8   | 10  | 9   | 9       |
| Высоко-слоистые (As)  | 13       | 13  | 14  | 16  | 19  | 16  | 16  | 12  | 15      |
| Высоко-кучевые (Ac)   | 15       | 14  | 27  | 20  | 20  | 26  | 15  | 15  | 19      |
| Весна                 |          |     |     |     |     |     |     |     |         |
| Кучевые (Cu)          | 0,9      | 2   | 8   | 27  | 34  | 20  | 2   | 1   | 12      |
| Кучево-дождевые (Cb)  | 9        | 12  | 10  | 14  | 22  | 26  | 19  | 12  | 15      |
| Слоисто-кучевые (Sc)  | 9        | 12  | 10  | 6   | 8   | 14  | 14  | 10  | 10      |
| Слоистые (St)         | 2        | 2   | 3   | 4   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2       |
| Слоисто-дождевые (Ns) | 8        | 9   | 8   | 5   | 5   | 6   | 7   | 6   | 7       |
| Высоко-слоистые (As)  | 10       | 11  | 13  | 13  | 17  | 18  | 13  | 12  | 13      |
| Высоко-кучевые (Ac)   | 23       | 27  | 32  | 24  | 21  | 34  | 29  | 22  | 26      |
| Лето                  |          |     |     |     |     |     |     |     |         |
| Кучевые (Cu)          | 2        | 7   | 25  | 60  | 70  | 58  | 12  | 2   | 30      |
| Кучево-дождевые (Cb)  | 13       | 20  | 10  | 24  | 37  | 41  | 34  | 18  | 26      |
| Слоисто-кучевые (Sc)  | 9        | 18  | 10  | 7   | 4   | 8   | 25  | 11  | 11      |
| Слоистые (St)         | 0        | 0,1 | 0   | 0,1 | 0,1 | 0   | 0,2 | 0   | 0,06    |
| Слоисто-дождевые (Ns) | 0,1      | 0   | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0   | 0   | 0,08    |
| Высоко-слоистые (As)  | 6        | 3   | 4   | 4   | 6   | 7   | 4   | 2   | 5       |
| Высоко-кучевые (Ac)   | 31       | 39  | 41  | 33  | 28  | 39  | 41  | 33  | 36      |
| Осень                 |          |     |     |     |     |     |     |     |         |
| Кучевые (Cu)          | 1        | 1   | 5   | 22  | 27  | 14  | 1   | 1   | 9       |
| Кучево-дождевые (Cb)  | 5        | 7   | 7   | 6   | 9   | 12  | 7   | 6   | 7       |
| Слоисто-кучевые (Sc)  | 6        | 8   | 11  | 7   | 8   | 13  | 8   | 9   | 9       |
| Слоистые (St)         | 2        | 2   | 2   | 2   | 3   | 3   | 2   | 2   | 2       |
| Слоисто-дождевые (Ns) | 5        | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5       |
| Высоко-слоистые (As)  | 5        | 6   | 8   | 7   | 8   | 11  | 6   | 5   | 7       |
| Высоко-кучевые (Ac)   | 18       | 20  | 28  | 25  | 27  | 30  | 22  | 20  | 24      |
| Год                   |          |     |     |     |     |     |     |     |         |
| Кучевые (Cu)          | 0,9      | 3   | 10  | 28  | 34  | 24  | 4   | 1   | 13      |
| Кучево-дождевые (Cb)  | 7        | 10  | 10  | 12  | 18  | 21  | 16  | 9   | 13      |
| Слоисто-кучевые (Sc)  | 7        | 11  | 9   | 6   | 6   | 10  | 13  | 9   | 9       |
| Слоистые (St)         | 2        | 3   | 2   | 3   | 3   | 3   | 3   | 2   | 2       |
| Слоисто-дождевые (Ns) | 6        | 6   | 6   | 4   | 4   | 5   | 6   | 5   | 5       |
| Высоко-слоистые (As)  | 8        | 8   | 10  | 10  | 12  | 12  | 10  | 8   | 10      |
| Высоко-кучевые (Ac)   | 22       | 26  | 32  | 25  | 24  | 32  | 27  | 23  | 26      |



Таблица 28

Повторяемость (%) высоты нижней границы облаков ниже  
определенных пределов

| Высота, м          | I    | II  | III  | IV  | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII | Год  |
|--------------------|------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| Алма-Ата, ГМО      |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| ≤50                | 0    | 0   | 0    | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 0    |
| ≤100               | 1    | 0,4 | 0,4  | 0,1 | 0,2  | 0    | 0    | 0    | 0,1  | 0    | 0,3  | 0,5 | 0,2  |
| ≤200               | 4    | 4   | 6    | 2   | 0,9  | 0    | 0    | 0,1  | 0,4  | 2    | 4    | 8   | 3    |
| ≤300               | 10   | 8   | 12   | 8   | 3    | 0,1  | 0    | 0,3  | 1    | 4    | 10   | 13  | 6    |
| Алма-Ата, аэропорт |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| ≤50                | 0,5  | 0,4 | 0,05 | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0,05 | 0,2  | 0,5 | 0,1  |
| ≤100               | 3    | 3   | 2    | 0,3 | 0,1  | 0    | 0    | 0    | 0,02 | 0,4  | 3    | 5   | 1    |
| ≤200               | 9    | 9   | 7    | 2   | 0,5  | 0    | 0,03 | 0,01 | 0,5  | 2    | 10   | 17  | 5    |
| ≤300               | 13   | 13  | 12   | 4   | 1    | 0,2  | 0,1  | 0,1  | 1    | 4    | 13   | 21  | 7    |
| Бурундай           |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| ≤50                | 0,02 | 0   | 0,02 | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0,03 | 0    | 0,03 | 0,1 | 0,02 |
| ≤100               | 1    | 1   | 0,4  | 0,1 | 0,03 | 0    | 0    | 0    | 0,1  | 0,1  | 1,9  | 2   | 0,5  |
| ≤200               | 6    | 8   | 6    | 2   | 0,4  | 0,03 | 0    | 0    | 0,3  | 1    | 10   | 14  | 4    |
| ≤300               | 10   | 12  | 11,3 | 4   | 1    | 0,1  | 0    | 0    | 0,6  | 3    | 14   | 18  | 6    |

Таблица 29

Число дней  $n$  с туманом

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

Алма-Ата, аэропорт

|                   |                     |      |      |      |      |                     |      |      |      |                     |                     |      |      |
|-------------------|---------------------|------|------|------|------|---------------------|------|------|------|---------------------|---------------------|------|------|
| $\bar{n}$         | 11,8                | 10,7 | 5,7  | 0,5  | 0,3  | 0,08                | 0,00 | 0,05 | 0,2  | 0,9                 | 6,3                 | 11,3 | 47,8 |
| $\sigma$          | 3,92                | 3,66 | 4,01 | 0,71 | 0,50 | 0,27                |      | 0,22 | 0,44 | 0,98                | 3,53                | 4,58 | 8,91 |
| $C_v$             | 0,33                | 0,34 |      |      |      |                     |      |      |      |                     |                     | 0,41 | 0,19 |
| $n_{\text{наиб}}$ | 19                  | 18   | 17   | 3    | 2    | 1                   | 0    | 1    | 2    | 3                   | 15                  | 22   | 63   |
| Год               | 1944,<br>1946, 1953 | 1944 | 1969 | 1954 | 1974 | 1945,<br>1950, 1967 |      | 1936 | 1941 | 1956,<br>1965, 1969 | 1971                | 1939 | 1954 |
| $n_{\text{наим}}$ | 1                   | 3    | 0    | 0    | 0    | 0                   | 0    | 0    | 0    | 0                   | 1                   | 3    | 24   |
| Год               | 1969                | 1943 | 1970 |      |      |                     |      |      |      |                     | 1937,<br>1950, 1957 | 1937 | 1936 |

## Бурундай

|                   |      |      |            |      |      |      |     |     |            |      |      |      |      |
|-------------------|------|------|------------|------|------|------|-----|-----|------------|------|------|------|------|
| $\bar{n}$         | 9,8  | 10,2 | 4,6        | 1,4  | 0,6  | 0,2  | 0,0 | 0,0 | 0,4        | 0,4  | 9,6  | 12,2 | 49,4 |
| $\sigma$          | 2,71 | 1,72 | 1,36       | 0,81 | 0,65 | 0,36 |     |     | 0,37       | 0,71 | 3,00 | 2,93 | 4,76 |
| $C_v$             | 0,28 | 0,17 |            |      |      |      |     |     |            |      | 0,31 | 0,24 | 0,10 |
| $n_{\text{наиб}}$ | 14   | 13   | 6          | 3    | 2    | 1    | 0   | 0   | 1          | 2    | 14   | 17   | 55   |
| Год               | 1974 | 1974 | 1972, 1973 | 1974 | 1973 | 1973 |     |     | 1971, 1972 | 1974 | 1971 | 1972 | 1974 |
| $n_{\text{наим}}$ | 6    | 8    | 3          | 0    | 0    | 0    | 0   | 0   | 0          | 0    | 0    | 8    | 43   |
| Год               | 1972 | 1973 | 1974, 1975 | 1975 |      |      |     |     |            |      | 1973 | 1974 | 1973 |

Алма-Ата, ГМО

[illegible]

| Показатель               | I          | II         | III              | IV        | V         | VI        | VII       | VIII            | IX              | X               | XI              | XII        | Год        |
|--------------------------|------------|------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------|------------|
| $n_{\text{наиб}}$<br>Год | 29<br>1946 | 21<br>1960 | 15<br>1951, 1969 | 7<br>1954 | 3<br>1949 | 2<br>1967 | 3<br>1946 | 1<br>1944, 1949 | 1<br>1943, 1973 | 7<br>1951 и др. | 18<br>1945      | 24<br>1958 | 97<br>1951 |
| $n_{\text{наим}}$<br>Год | 0<br>1963  | 0<br>1972  | 0<br>1970        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0               | 0<br>1964       | 0               | 2<br>1964, 1969 | 2<br>1974  | 18<br>1974 |

Алма-Ата, агро

|                          |            |                           |                 |            |           |           |                    |                          |                          |            |            |            |            |
|--------------------------|------------|---------------------------|-----------------|------------|-----------|-----------|--------------------|--------------------------|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
| $\bar{n}$                | 6,0        | 8,7                       | 11,4            | 8,6        | 4,9       | 1,7       | 0,5                | 0,9                      | 1,9                      | 7,3        | 9,0        | 9,0        | 69,9       |
| $\sigma$                 | 2,58       | 2,49                      | 3,72            | 3,89       | 2,09      | 1,42      | 0,72               | 0,85                     | 1,32                     | 3,72       | 2,90       | 4,26       | 10,76      |
| $C_v$                    |            |                           | 0,33            |            |           |           |                    |                          |                          |            |            |            | 0,15       |
| $n_{\text{наиб}}$<br>Год | 12<br>1966 | 11<br>1962,<br>1973 и др. | 18<br>1969      | 15<br>1974 | 9<br>1969 | 5<br>1967 | 2<br>1968,<br>1972 | 2<br>1961,<br>1974 и др. | 4<br>1961,<br>1973 и др. | 15<br>1969 | 14<br>1974 | 17<br>1972 | 92<br>1969 |
| $n_{\text{наим}}$<br>Год | 1<br>1963  | 3<br>1969                 | 6<br>1961, 1970 | 2<br>1975  | 2<br>1967 | 0         | 0                  | 0                        | 0<br>1970                | 2<br>1974  | 4<br>1967  | 1<br>1961  | 44<br>1975 |

Медео и Алма-Атинская селестоксовая ст.

|                          |            |            |            |            |            |                 |                 |           |           |                 |            |            |            |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|-----------------|-----------|-----------|-----------------|------------|------------|------------|
| $\bar{n}$                | 4,8        | 5,5        | 10,0       | 6,7        | 3,8        | 1,4             | 0,6             | 0,6       | 1,8       | 5,0             | 6,4        | 4,6        | 51,2       |
| $\sigma$                 | 2,96       | 2,79       | 4,76       | 4,75       | 3,35       | 1,52            | 0,96            | 1,15      | 1,47      | 3,84            | 2,44       | 3,00       | 16,85      |
| $C_v$                    |            |            | 0,48       |            |            |                 |                 |           |           |                 |            |            | 0,33       |
| $n_{\text{наиб}}$<br>Год | 11<br>1954 | 12<br>1952 | 18<br>1952 | 19<br>1958 | 16<br>1960 | 5<br>1942, 1954 | 3<br>1954, 1959 | 5<br>1958 | 5<br>1954 | 18<br>1951      | 12<br>1958 | 12<br>1958 | 95<br>1958 |
| $n_{\text{наим}}$<br>Год | 0<br>1939  | 0<br>1939  | 1<br>1939  | 0<br>1939  | 0          | 0               | 0               | 0         | 0         | 0<br>1936, 1954 | 0<br>1936  | 0<br>1936  | 15<br>1936 |

**Таблица 30**  
**Средняя продолжительность туманов  $\bar{\tau}$  (ч)**

| Продолжительность                                  | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII  | VIII | IX  | X   | XI  | XII | Год | $\bar{\tau}$ в день с туманом |
|----------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------------|
| <b>Алма-Ата, аэропорт</b>                          |     |     |     |     |     |     |      |      |     |     |     |     |     |                               |
| Общая                                              | 64  | 61  | 27  | 1   | 0,6 | 0,2 |      | 0,1  | 0,3 | 4   | 34  | 74  | 266 | —                             |
| Непрерывная за случай                              | 4,2 | 4,4 | 3,6 | 2,1 | 2,4 | 1,6 |      | 2,2  | 1,5 | 3,9 | 4,3 | 5,0 | 4,3 | 5,6                           |
| <b>Алма-Ата, ГМО</b>                               |     |     |     |     |     |     |      |      |     |     |     |     |     |                               |
| Общая                                              | 72  | 60  | 36  | 4   | 0,6 | 0,1 | 0,04 | 0,1  | 0,2 | 7   | 42  | 73  | 295 | —                             |
| Непрерывная за случай                              | 4,4 | 4,8 | 3,9 | 2,3 | 1,3 | 1,4 | 0,7  | 1,4  | 0,9 | 2,9 | 4,2 | 4,8 | 4,3 | 5,6                           |
| <b>Медое и Алма-Атинская селестоксовая станция</b> |     |     |     |     |     |     |      |      |     |     |     |     |     |                               |
| Общая                                              | 28  | 25  | 59  | 34  | 21  | 6   | 0,9  | 2    | 8   | 27  | 36  | 20  | 267 | —                             |
| Непрерывная за случай                              | 4,0 | 3,8 | 4,4 | 3,6 | 3,7 | 2,4 | 1,4  | 2,1  | 3,2 | 4,0 | 4,2 | 3,4 | 3,8 | 5,2                           |

**Таблица 31**  
**Повторяемость (%) туманов различной продолжительности.**  
**Алма-Ата, ГМО**

| $\bar{\tau}$                | $\sigma$ | $C_v$ | Продолжительность, ч |       |       |       |      |               |                  |       |
|-----------------------------|----------|-------|----------------------|-------|-------|-------|------|---------------|------------------|-------|
|                             |          |       | 1                    | 1-3   | 3-6   | 6-9   | 9-12 | 12-15         | 15-18            | 18-21 |
| 4,2                         | 5,42     | 1,29  | 29                   | 35    | 21    | 9     | 4    | 3             | 2                | 1     |
| <b>Продолжительность, ч</b> |          |       |                      |       |       |       |      |               |                  |       |
| 21-24                       | 24-27    | 27-30 | 30-33                | 33-36 | 36-39 | 39-51 | >51  | $\tau_{\max}$ | Дата             |       |
| 0,7                         | 0,4      | 0,3   | 0,1                  | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1  | 55,9          | 21-23 II 1962 г. |       |

**Таблица 32**  
**Продолжительность туманов (в % от общей продолжительности)**  
**в разное время суток**

| Интервал времени, ч       | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII | Год |
|---------------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|-----|
| <b>Алма-Ата, аэропорт</b> |    |    |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |     |
| 18-24                     | 23 | 21 | 23  | 4  |    |    |     |      |    | 2  | 15 | 26  | 22  |
| 24-6                      | 31 | 35 | 35  | 60 | 75 | 77 |     |      | 32 | 45 | 30 | 30  | 33  |
| 6-12                      | 35 | 35 | 35  | 34 | 25 | 23 |     | 100  | 65 | 45 | 43 | 30  | 34  |
| 12-18                     | 11 | 9  | 7   | 2  |    |    |     |      | 3  | 8  | 12 | 14  | 11  |
| <b>Алма-Ата, ГМО</b>      |    |    |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |     |
| 18-24                     | 24 | 23 | 19  | 15 |    |    | 25  | 40   |    | 13 | 22 | 24  | 23  |
| 24-6                      | 21 | 25 | 31  | 25 | 17 | 10 |     | 30   | 5  | 29 | 20 | 20  | 23  |
| 6-12                      | 31 | 35 | 39  | 50 | 66 | 90 |     |      | 95 | 44 | 38 | 29  | 33  |
| 12-18                     | 24 | 17 | 11  | 10 | 17 |    | 75  | 30   |    | 14 | 20 | 27  | 21  |

**Таблица 33**  
**Средняя суммарная продолжительность (ч) дымки**

| I                         | II    | III   | IV    | V    | VI  | VII | VIII | IX   | X     | XI    | XII   | Год    |
|---------------------------|-------|-------|-------|------|-----|-----|------|------|-------|-------|-------|--------|
| <b>Алма-Ата, аэропорт</b> |       |       |       |      |     |     |      |      |       |       |       |        |
| 431,5                     | 401,6 | 257,7 | 46,0  | 9,9  | 1,3 | 0,8 | 0,8  | 5,5  | 68,2  | 384,0 | 411,4 | 1918,7 |
| <b>Бурундай</b>           |       |       |       |      |     |     |      |      |       |       |       |        |
| 445,2                     | 417,3 | 307,5 | 64,6  | 8,5  | 0,7 | 0,2 | 1,1  | 4,4  | 35,2  | 313,6 | 441,2 | 2039,5 |
| <b>Алма-Ата, ГМО</b>      |       |       |       |      |     |     |      |      |       |       |       |        |
| 310,6                     | 325,2 | 291,4 | 128,7 | 36,0 | 3,0 | 1,3 | 5,0  | 17,1 | 112,6 | 264,5 | 356,8 | 1852,3 |
| <b>Алма-Ата, агро</b>     |       |       |       |      |     |     |      |      |       |       |       |        |
| 12,7                      | 20,7  | 34,7  | 10,4  | 6,2  | 0,4 | 1,9 | 2,3  | 3,0  | 12,2  | 19,6  | 9,6   | 133,7  |

**Таблица 34**  
**Число дней *n* с метелью**

| Показатель                                         | XI               | XII        | I          | II               | III              | IV   | За сезон                  |
|----------------------------------------------------|------------------|------------|------------|------------------|------------------|------|---------------------------|
| <b>Алма-Ата, аэропорт</b>                          |                  |            |            |                  |                  |      |                           |
| $\bar{n}$                                          | 0,1              | 0,1        | 0,04       | 0,1              | 0,04             |      | 0,4                       |
| $\sigma$                                           | 0,33             | 0,28       | 0,20       | 0,33             | 0,20             |      | 0,71                      |
| $n_{\text{наиб}}$                                  | 1                | 1          | 1          | 1                | 1                |      | 2                         |
| Год                                                | 1945, 1957 и др. | 1948, 1952 | 1953       | 1936, 1958 и др. | 1938             |      | 1948-49, 1952-53, 1957-58 |
| <b>Алма-Ата, ГМО</b>                               |                  |            |            |                  |                  |      |                           |
| $\bar{n}$                                          | 0,2              | 0,2        | 0,2        | 0,1              | 0,02             | 0,02 | 0,7                       |
| $\sigma$                                           | 0,42             | 0,53       | 0,56       | 0,30             | 0,14             | 0,14 | 1,13                      |
| $n_{\text{наиб}}$                                  | 2                | 3          | 3          | 1                | 1                | 1    | 5                         |
| Год                                                | 1946             | 1948       | 1947       | 1945, 1955 и др. | 1972             | 1952 | 1946-47                   |
| <b>Алма-Ата, агро</b>                              |                  |            |            |                  |                  |      |                           |
| $\bar{n}$                                          | 0,1              | 0,1        | 0,5        | 0,1              | 0,1              | 0,1  | 1,0                       |
| $\sigma$                                           | 0,35             | 0,26       | 0,74       | 0,52             | 0,26             | 0,26 | 1,14                      |
| $n_{\text{наиб}}$                                  | 1                | 1          | 2          | 2                | 1                | 1    | 3                         |
| Год                                                | 1963, 1968       | 1966       | 1964, 1968 | 1967             | 1974             | 1968 | 1966-67, 1967-68          |
| <b>Медое и Алма-Атинская селестоксовая станция</b> |                  |            |            |                  |                  |      |                           |
| $\bar{n}$                                          | 0,1              | 0,03       | 0,1        | 0,1              | 0,1              | 0,03 | 0,5                       |
| $\sigma$                                           | 0,26             | 0,18       | 0,26       | 0,26             | 0,35             | 0,18 | 0,71                      |
| $n_{\text{наиб}}$                                  | 1                | 1          | 1          | 1                | 1                | 1    | 3                         |
| Год                                                | 1940, 1963       | 1943       | 1937, 1938 | 1939, 1958       | 1938, 1961 и др. | 1958 | 1957-58                   |

**Таблица 35**  
**Повторяемость (%) различного числа дней с метелью. Алма-Ата, ГМО**

| Дни | XI | XII | I  | II | III | IV | За сезон |
|-----|----|-----|----|----|-----|----|----------|
| 0   | 88 | 90  | 85 | 90 | 98  | 98 | 65       |
| 1   | 10 | 8   | 13 | 10 | 2   | 2  | 18       |
| 2   | 2  | 2   |    |    |     |    | 13       |
| 3   |    |     | 2  |    |     |    |          |
| 4   |    |     |    |    |     |    | 2        |
| 5   |    |     |    |    |     |    | 2        |

**Таблица 36**  
**Средняя непрерывная продолжительность (ч) периода с метелью**

| Станция                                     | XI  | XII | I   | II  | III | IV  | За сезон |
|---------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
| Алма-Ата, аэропорт                          | 1,3 | 1,9 | 0,8 | 2,1 | 7,0 |     | 2,2      |
| Алма-Ата, ГМО                               | 1,5 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,6 |     | 1,2      |
| Медео и Алма-Атинская селестоксовая станция | 0,3 | 2,0 | 1,8 | 4,0 | 0,5 | 0,8 | 1,5      |
| Алма-Ата, агро                              | 0,4 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,4 | 1,1 | 0,8      |

**Таблица 37**  
**Повторяемость (%) метелей различной продолжительности.**  
**Алма-Ата, ГМО**

| $\overline{\tau}$ | $\sigma$ | $C_v$ | Продолжительность, ч |     |     | $\tau_{\text{макс}}$ | Дата         |
|-------------------|----------|-------|----------------------|-----|-----|----------------------|--------------|
|                   |          |       | 1                    | 1-3 | 3-6 |                      |              |
| 1,0               | 1,60     | 1,60  | 61                   | 35  | 4   | 3,5                  | 1 XI 1944 г. |

**Таблица 38**  
**Число дней  $n$  с грозой**

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

**Алма-Ата, аэропорт**

|                   |  |  |      |                  |      |            |      |      |                  |  |  |  |      |
|-------------------|--|--|------|------------------|------|------------|------|------|------------------|--|--|--|------|
| $\overline{n}$    |  |  | 0,2  | 1,1              | 4,9  | 6,5        | 6,0  | 3,4  | 1,0              |  |  |  | 23,1 |
| $\sigma$          |  |  | 0,1  | 1,2              | 3,0  | 2,6        | 3,0  | 2,8  | 1,3              |  |  |  | 8,0  |
| $n_{\text{наиб}}$ |  |  | 2    | 3                | 13   | 12         | 16   | 12   | 4                |  |  |  | 46   |
| Год               |  |  | 1948 | 1945, 1950 и др. | 1956 | 1946, 1976 | 1964 | 1946 | 1941, 1975 и др. |  |  |  | 1946 |

**Алма-Ата, ГМО**

|                   |      |            |      |      |            |      |            |      |                  |      |      |      |
|-------------------|------|------------|------|------|------------|------|------------|------|------------------|------|------|------|
| $\overline{n}$    | 0,02 | 0,2        | 1,9  | 6,2  | 10,2       | 8,8  | 5,2        | 1,4  | 0,07             | 0,02 | 0,02 | 34,0 |
| $\sigma$          | 0,01 | 0,47       | 1,24 | 2,85 | 3,12       | 3,52 | 2,91       | 1,30 | 0,08             | 0,01 | 0,01 | 8,39 |
| $n_{\text{наиб}}$ | 1    | 2          | 5    | 15   | 17         | 16   | 13         | 7    | 1                | 1    | 1    | 58   |
| Год               | 1953 | 1941, 1947 | 1979 | 1946 | 1966, 1973 | 1941 | 1946, 1954 | 1975 | 1940, 1973 и др. | 1970 | 1977 | 1941 |

**Алма-Ата, агро**

|                   |                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\overline{n}$    | 0,2              | 2,5  | 8,3  | 14,0 | 11,6 | 6,0  | 2,1  | 0,05 | 0,05 | 44,8 |
| $\sigma$          | 0,37             | 1,63 | 2,84 | 4,04 | 4,15 | 3,43 | 1,44 | 0,22 | 0,22 | 8,12 |
| $n_{\text{наиб}}$ | 1                | 6    | 15   | 25   | 20   | 14   | 7    | 1    | 1    | 68   |
| Год               | 1962, 1972 и др. | 1979 | 1962 | 1966 | 1966 | 1967 | 1975 | 1970 | 1977 | 1966 |

Таблица 39

Повторяемость (%) гроз различной продолжительности

| $\bar{\tau}$ | $\sigma$ | Продолжительность, ч |     |     |     |     |     |     |     |     | $\tau_{\max}$ | Дата |
|--------------|----------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|------|
|              |          | 1                    | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | 8-9 |               |      |

Алма-Ата, аэропорт

0,8 | 0,2 | 78 | 14 | 4 | 2 | 1 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 7,3 | 2 VI 1946 г.

Алма-Ата, ГМО

0,8 | 0,2 | 65 | 25 | 6 | 2 | 1 | 1 | | | | 4,6 | 19 VI 1972 г.  
25 VII 1975 г

Таблица 40

Число дней  $n$  с градом

| Показатель | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | Год |
|------------|-----|----|---|----|-----|------|----|---|-----|
|------------|-----|----|---|----|-----|------|----|---|-----|

Алма-Ата, аэропорт

|            |               |      |      |      |                        |                        |  |  |      |
|------------|---------------|------|------|------|------------------------|------------------------|--|--|------|
| $\bar{n}$  | 0,06          | 0,1  | 0,4  | 0,3  | 0,1                    | 0,1                    |  |  | 1,1  |
| $\sigma$   | 0,25          | 0,42 | 0,55 | 0,64 | 0,33                   | 0,33                   |  |  | 1,05 |
| $n_{\min}$ | 1             | 2    | 2    | 3    | 1                      | 1                      |  |  | 4    |
| Год        | 1947,<br>1966 | 1963 | 1954 | 1953 | 1940,<br>1967<br>и др. | 1943,<br>1968<br>и др. |  |  | 1953 |

Алма-Ата, ГМО

|            |                        |                        |      |                        |                        |               |                        |      |      |
|------------|------------------------|------------------------|------|------------------------|------------------------|---------------|------------------------|------|------|
| $\bar{n}$  | 0,05                   | 0,1                    | 0,4  | 0,4                    | 0,3                    | 0,9           | 0,05                   | 0,01 | 1,4  |
| $\sigma$   | 0,23                   | 0,31                   | 0,68 | 0,63                   | 0,60                   | 0,37          | 0,22                   | 0,11 | 1,44 |
| $n_{\min}$ | 1                      | 1                      | 3    | 2                      | 2                      | 2             | 1                      | 1    | 7    |
| Год        | 1923,<br>1964<br>и др. | 1926,<br>1964<br>и др. | 1947 | 1903,<br>1979<br>и др. | 1916,<br>1947<br>и др. | 1924,<br>1937 | 1928,<br>1948<br>и др. | 1909 | 1947 |

Алма-Ата, агро

|            |      |               |                        |      |      |      |      |  |      |
|------------|------|---------------|------------------------|------|------|------|------|--|------|
| $\bar{n}$  | 0,03 | 0,5           | 0,6                    | 0,7  | 0,5  | 0,2  | 0,03 |  | 2,6  |
| $\sigma$   | 0,18 | 0,79          | 0,71                   | 0,88 | 1,00 | 0,50 | 0,20 |  | 1,94 |
| $n_{\min}$ | 1    | 2             | 2                      | 3    | 4    | 2    | 1    |  | 8    |
| Год        | 1941 | 1965,<br>1967 | 1963,<br>1978<br>и др. | 1972 | 1972 | 1975 | 1936 |  | 1972 |

Медео

|            |      |                        |               |      |                        |      |                        |  |      |
|------------|------|------------------------|---------------|------|------------------------|------|------------------------|--|------|
| $\bar{n}$  | 0,05 | 0,4                    | 1,0           | 0,6  | 0,3                    | 0,4  | 0,3                    |  | 3,0  |
| $\sigma$   | 0,22 | 0,48                   | 0,91          | 0,83 | 0,45                   | 0,86 | 0,45                   |  | 1,56 |
| $n_{\min}$ | 1    | 1                      | 3             | 3    | 1                      | 4    | 1                      |  | 6    |
| Год        | 1947 | 1931,<br>1953<br>и др. | 1946,<br>1952 | 1943 | 1938,<br>1948<br>и др. | 1934 | 1936,<br>1950<br>и др. |  | 1943 |

Таблица 41

Повторяемость (%) различного числа дней с градом

| Дни                | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | Год |
|--------------------|-----|----|----|----|-----|------|----|----|-----|
| Алма-Ата, аэропорт |     |    |    |    |     |      |    |    |     |
| 0                  | 94  | 91 | 67 | 76 | 88  | 88   |    |    | 28  |
| 1                  | 6   | 6  | 30 | 21 | 12  | 12   |    |    | 44  |
| 2                  |     | 3  | 3  |    |     |      |    |    | 19  |
| 3                  |     |    |    | 3  |     |      |    |    | 6   |
| 4                  |     |    |    |    |     |      |    |    | 3   |
| Алма-Ата, ГМО      |     |    |    |    |     |      |    |    |     |
| 0                  | 95  | 89 | 67 | 66 | 80  | 93   | 95 | 99 | 32  |
| 1                  | 5   | 11 | 21 | 26 | 12  | 4    | 5  | 1  | 23  |
| 2                  |     |    | 11 | 8  | 8   | 3    |    |    | 30  |
| 3                  |     |    | 1  |    |     |      |    |    | 11  |
| 4                  |     |    |    |    |     |      |    |    | 1   |
| 5                  |     |    |    |    |     |      |    |    | 1   |
| 6                  |     |    |    |    |     |      |    |    | 1   |
| 7                  |     |    |    |    |     |      |    |    | 1   |
| Медео              |     |    |    |    |     |      |    |    |     |
| 0                  | 95  | 68 | 35 | 65 | 64  | 79   | 72 |    | 5   |
| 1                  | 5   | 27 | 43 | 22 | 32  | 17   | 28 |    | 21  |
| 2                  |     | 5  | 13 | 9  | 4   |      |    |    | 21  |
| 3                  |     |    | 9  | 4  |     |      |    |    | 16  |
| 4                  |     |    |    |    |     | 4    |    |    | 21  |
| 5                  |     |    |    |    |     |      |    |    |     |
| 6                  |     |    |    |    |     |      |    |    | 16  |

Таблица 42

Повторяемость (%) града различной продолжительности. Алма-Ата, ГМО.

| $\tau$ | $\sigma$ | Продолжительность, мин |      |       |       | $\tau_{\text{макс}}$ | Дата         |
|--------|----------|------------------------|------|-------|-------|----------------------|--------------|
|        |          | $\leq 5$               | 6—15 | 16—30 | 31—45 |                      |              |
| 7,1    | 8,2      | 48                     | 45   | 5     | 2     | 45                   | 11 V 1944 г. |

Таблица 43

Повторяемость (%) различных градаций дальности видимости

| Дальность, видимость, км | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII |
|--------------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|
| Алма-Ата, аэропорт       |    |    |     |    |    |    |     |      |    |    |    |     |
| $\leq 0,5$               | 4  | 4  | 3   |    |    |    |     |      |    |    | 5  | 7   |
| 0,5—1,0                  | 3  | 3  | 1   |    |    |    |     |      |    |    | 2  | 4   |
| 1—2                      | 9  | 8  | 3   |    |    |    |     |      |    |    | 5  | 10  |
| 2—4                      | 31 | 32 | 13  | 3  | 1  |    |     |      | 1  | 4  | 22 | 31  |
| 4—10                     | 50 | 51 | 68  | 62 | 41 | 31 | 25  | 28   | 47 | 74 | 61 | 47  |
| $> 10$                   | 3  | 2  | 12  | 35 | 58 | 69 | 75  | 72   | 52 | 21 | 5  | 1   |



| Дальность,<br>видимости, км | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|-----------------------------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|
|-----------------------------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|

Бурундай

|         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| ≤ 0,5   | 5  | 6  | 2  |    |    |    |    |    |    |    | 7  | 8  |
| 0,5—1,0 | 4  | 4  | 2  |    |    |    |    |    |    |    | 2  | 3  |
| 1—2     | 8  | 8  | 3  |    |    |    |    |    |    | 1  | 4  | 8  |
| 2—4     | 25 | 38 | 19 | 3  | 1  |    |    | 1  | 1  | 3  | 18 | 40 |
| 4—10    | 48 | 43 | 71 | 87 | 80 | 70 | 68 | 73 | 80 | 91 | 68 | 41 |
| > 10    |    | 1  | 3  | 10 | 19 | 30 | 32 | 26 | 19 | 5  | 1  |    |

Алма-Ата, ГМО

|         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| ≤ 0,5   | 6  | 6  | 4  |    |    |    |    |    |    |    | 6  | 10 |
| 0,5—1,0 | 10 | 11 | 5  | 1  |    |    |    |    |    |    | 5  | 10 |
| 1—2     | 16 | 19 | 11 | 2  | 1  |    |    |    |    | 2  | 10 | 18 |
| 2—4     | 31 | 31 | 30 | 21 | 7  | 2  | 1  | 3  | 6  | 13 | 27 | 27 |
| 4—10    | 24 | 24 | 33 | 30 | 31 | 24 | 21 | 30 | 37 | 45 | 34 | 25 |
| > 10    | 13 | 9  | 17 | 36 | 61 | 74 | 88 | 67 | 57 | 35 | 18 | 10 |

Таблица 44

Повторяемость (%) горизонтальной видимости 1 км и менее  
при различных скоростях ветра

| Скорость<br>ветра, м/с | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|------------------------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|
|------------------------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|

Алма-Ата, аэропорт

|       |    |    |    |    |    |    |     |     |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|----|----|----|
| Штиль | 36 | 32 | 21 | 26 | 31 | 40 |     |     | 38 | 43 | 28 | 32 |
| 1—2   | 53 | 57 | 64 | 55 | 46 | 20 |     |     | 50 | 51 | 60 | 59 |
| 3—5   | 9  | 11 | 14 | 11 |    |    |     |     |    | 3  | 11 | 9  |
| 6—11  | 2  |    | 1  | 4  |    |    | 100 |     |    |    | 1  |    |
| > 12  |    |    |    | 4  | 23 | 40 |     | 100 | 12 | 3  |    |    |

Бурундай

|       |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|----|----|--|----|----|----|----|----|
| Штиль | 35 | 26 | 31 | 5  | 29 | 50 |  |    | 18 | 13 | 24 | 32 |
| 1—2   | 53 | 59 | 48 | 65 | 42 | 25 |  |    | 55 | 75 | 65 | 56 |
| 3—5   | 10 | 14 | 18 | 30 |    |    |  |    |    | 12 | 10 | 11 |
| 6—11  | 2  | 1  | 3  |    |    |    |  | 50 |    |    | 1  | 1  |
| 12    |    |    |    |    |    |    |  |    | 18 |    |    |    |
| > 12  |    |    |    |    | 29 | 25 |  | 50 | 9  |    |    |    |

Алма-Ата, ГМО

|       |    |    |    |    |    |     |  |  |     |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|----|-----|--|--|-----|----|----|----|
| Штиль | 59 | 56 | 43 | 14 | 34 | 100 |  |  |     | 29 | 43 | 58 |
| 1—2   | 39 | 42 | 57 | 68 | 33 |     |  |  | 100 | 71 | 56 | 41 |
| 3—5   | 2  | 2  |    | 14 |    |     |  |  |     |    | 1  | 1  |
| 6—11  |    |    |    | 4  | 33 |     |  |  |     |    |    |    |

Таблица 45

Среднее число дней с гололедом, изморозью и отложением мокрого снега.  
Алма-Ата, ГМО

| Вид отложения                 | Среднее |                     |      |      |      |      |                     |      | Среднее<br>за период | Максималь-<br>ное за<br>период | Год                 |
|-------------------------------|---------|---------------------|------|------|------|------|---------------------|------|----------------------|--------------------------------|---------------------|
|                               | X       | XI                  | XII  | I    | II   | III  | IV                  | V    |                      |                                |                     |
| Гололед                       | 0,2     | 1,4                 | 1,5  | 1,0  | 1,0  | 2,0  | 0,3                 | 0,04 | 7,4                  | 21                             | 1951-52,<br>1959-60 |
| Изморозь зернистая            | 0,1     | 0,9                 | 4,2  | 3,5  | 3,9  | 1,7  |                     |      | 14,3                 | 34                             | 1952-53             |
| Изморозь кристалличе-<br>ская |         | 1,0                 | 1,8  | 3,7  | 1,4  | 0,2  |                     |      | 8,1                  | 37                             | 1958-59             |
| Мокрый снег                   | 0,5     | 0,6                 | 0,4  | 0,6  | 0,7  | 0,2  | 0,3                 |      | 3,8                  | 8                              | 1965-66             |
| Сложное отложение             |         | 0,7                 | 2,2  | 1,4  | 1,2  | 0,5  |                     |      | 6,0                  | 18                             | 1955-56             |
| Все виды $\overline{(x)}$     | 0,8     | 4,6                 | 10,1 | 10,2 | 8,0  | 5,2  | 0,6                 | 0,04 | 39,5                 | 79                             | 1959-60             |
| $\sigma$                      | 1,28    | 3,84                | 4,91 | 6,86 | 4,40 | 4,32 | 0,86                | 0,20 | 19,27                |                                |                     |
| $C_v$                         |         |                     | 0,49 | 0,67 |      |      |                     |      | 0,49                 |                                |                     |
| Максимальное                  | 4       | 12                  | 19   | 22   | 16   | 16   | 2                   | 1    |                      |                                |                     |
| Год                           | 1957    | 1952, 1959<br>и др. | 1951 | 1962 | 1956 | 1960 | 1955, 1972<br>и др. | 1952 |                      |                                |                     |

Таблица 46

Продолжительность (ч) одного случая гололедно-изморозевых явлений.  
Алма-Ата, ГМО

| Продолжительность               | X    | XI   | XII  | I    | II   | III  | IV   | За сезон |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| Гололед                         |      |      |      |      |      |      |      |          |
| Средняя                         | 9    | 14   | 19   | 14   | 12   | 13   | 19   | 14       |
| Наибольшая                      | 12   | 40   | 63   | 44   | 47   | 62   | 38   | 63       |
| Год                             | 1951 | 1958 | 1964 | 1971 | 1966 | 1963 | 1955 | 1964     |
| Изморозь зернистая              |      |      |      |      |      |      |      |          |
| Средняя                         | 12   | 11   | 17   | 15   | 14   | 8    |      | 13       |
| Наибольшая                      | 12   | 25   | 70   | 63   | 84   | 42   |      | 84       |
| Год                             | 1957 | 1969 | 1959 | 1958 | 1963 | 1960 |      | 1963     |
| Изморозь кристаллическая        |      |      |      |      |      |      |      |          |
| Средняя                         |      | 13   | 16   | 16   | 11   | 12   |      | 14       |
| Наибольшая                      |      | 36   | 40   | 64   | 19   | 15   |      | 64       |
| Год                             |      | 1959 | 1959 | 1962 | 1956 | 1959 |      | 1962     |
| Сложное отложение и мокрый снег |      |      |      |      |      |      |      |          |
| Средняя                         | 12   | 24   | 49   | 34   | 29   | 17   | 12   | 25       |
| Наибольшая                      | 19   | 63   | 142  | 114  | 90   | 54   | 20   | 122      |
| Год                             | 1969 | 1961 | 1956 | 1954 | 1960 | 1955 | 1958 | 1956     |

Таблица 47

Повторяемость (%) различной продолжительности обледенения проводов

| Процесс | $\bar{x}$ | $\sigma$ | $C_v$ | Продолжительность обледенения, ч |      |       |       |      | Средняя продолжительность за сезон, ч | Среднее число случаев за сезон |
|---------|-----------|----------|-------|----------------------------------|------|-------|-------|------|---------------------------------------|--------------------------------|
|         |           |          |       | < 6                              | 7-12 | 13-24 | 25-48 | > 48 |                                       |                                |

Алма-Ата, ГМО

|             |      |       |      |    |    |    |    |   |      |    |
|-------------|------|-------|------|----|----|----|----|---|------|----|
| Нарастание  | 6,7  | 6,19  | 0,92 | 63 | 25 | 10 | 2  |   | 17,2 |    |
| Обледенение | 17,1 | 17,16 | 1,00 | 21 | 31 | 33 | 10 | 5 | 431  | 25 |

Медое и Алма-Атинская селестоксовая станция

|             |      |       |      |    |    |    |    |   |     |    |
|-------------|------|-------|------|----|----|----|----|---|-----|----|
| Нарастание  | 6,3  | 6,60  | 1,05 | 69 | 20 | 8  | 3  |   | 113 |    |
| Обледенение | 19,0 | 17,08 | 0,90 | 18 | 28 | 33 | 15 | 6 | 364 | 19 |

Таблица 48

Суммарная продолжительность (ч) гололедно-изморозевых явлений.  
Алма-Ата, ГМО

| Продолжительность | X  | XI | XII | I  | II | III | IV | V   | За сезон |
|-------------------|----|----|-----|----|----|-----|----|-----|----------|
| Гололед           |    |    |     |    |    |     |    |     |          |
| Средняя           | 3  | 11 | 18  | 11 | 8  | 20  | 4  | 0,3 | 75       |
| Наибольшая        | 32 | 42 | 102 | 84 | 54 | 83  | 38 | 8   | 216      |
| Наименьшая        | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0   | 3        |

| Продолжительность | X | XI | XII | I | II | III | IV | V | За сезон |
|-------------------|---|----|-----|---|----|-----|----|---|----------|
|-------------------|---|----|-----|---|----|-----|----|---|----------|

#### Изморозь зернистая

|            |     |    |     |     |     |    |  |  |     |
|------------|-----|----|-----|-----|-----|----|--|--|-----|
| Средняя    | 0,5 | 7  | 46  | 37  | 40  | 12 |  |  | 142 |
| Наибольшая | 12  | 47 | 133 | 133 | 135 | 65 |  |  | 345 |
| Наименьшая | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0  |  |  | 15  |

#### Изморозь кристаллическая

|            |  |    |     |     |    |    |  |  |     |
|------------|--|----|-----|-----|----|----|--|--|-----|
| Средняя    |  | 9  | 20  | 40  | 11 | 2  |  |  | 82  |
| Наибольшая |  | 71 | 152 | 163 | 80 | 41 |  |  | 372 |
| Наименьшая |  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  |  |  | 0   |

#### Сложное отложение

|            |  |     |     |     |     |    |  |  |     |
|------------|--|-----|-----|-----|-----|----|--|--|-----|
| Средняя    |  | 9   | 43  | 22  | 16  | 6  |  |  | 96  |
| Наибольшая |  | 104 | 272 | 114 | 138 | 54 |  |  | 296 |
| Наименьшая |  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  |  |  | 0   |

#### Мокрый снег

|            |    |    |    |    |     |    |    |  |     |
|------------|----|----|----|----|-----|----|----|--|-----|
| Средняя    | 4  | 6  | 4  | 5  | 11  | 5  | 2  |  | 37  |
| Наибольшая | 24 | 27 | 56 | 40 | 124 | 21 | 20 |  | 147 |
| Наименьшая | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  |  | 0   |

Таблица 49

#### Максимальный по массе размер отложения (мм) на проводах

| Вид отложения | Продолжительность, ч |             | Большой диаметр, мм | Малый диаметр, мм | Масса, г | Скорость ветра при достижении максимального отложения, м/с | Максимальная скорость ветра за период отложения, м/с | Дата |
|---------------|----------------------|-------------|---------------------|-------------------|----------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------|
|               | нарастания           | обледенения |                     |                   |          |                                                            |                                                      |      |

#### Алма-Ата, ГМО

|                          |    |    |    |    |     |   |   |                  |
|--------------------------|----|----|----|----|-----|---|---|------------------|
| Гололед                  | 9  | 13 | 13 | 12 | 32  | 3 | 3 | 19 III 1964 г.   |
| Изморозь зернистая       | 46 | 63 | 27 | 25 | 60  | 1 | 1 | 10—12 I 1958 г.  |
| Изморозь кристаллическая | 36 | 64 | 29 | 24 | 32  | 0 | 3 | 2—5 I 1962 г.    |
| Мокрый снег              | 3  | 18 | 47 | 36 | 176 | 1 | 3 | 21—22 X 1960 г.  |
| Сложное отложение        | 12 | 57 | 38 | 5  | 72  | 0 | 0 | 9—11 XII 1966 г. |

#### Медое и Алма-Атинская селестоксовая станция

|                          |    |    |    |    |     |   |   |                   |
|--------------------------|----|----|----|----|-----|---|---|-------------------|
| Гололед                  | 8  | 30 | 9  | 7  | 16  | 0 | 4 | 5—7 XII 1958 г.   |
| Изморозь зернистая       | 16 | 36 | 17 | 15 | 80  | 2 | 3 | 4—5 III 1955 г.   |
| Изморозь кристаллическая | 9  | 16 | 15 | 13 |     | 1 | 2 | 10—11 XII 1962 г. |
| Мокрый снег              | 4  | 5  | 71 | 42 | 216 | 1 | 1 | 2 IV 1958 г.      |
| Сложное отложение        | 32 | 85 | 25 | 16 | 72  | 1 | 5 | 13—17 XI 1961 г.  |

Таблица 50

Повторяемость (%) скорости ветра при максимальных размерах отложения льда на проводах. Алма-Ата, ГМО

| Вид отложения            | Скорость ветра, м/с |     |     |       |       |
|--------------------------|---------------------|-----|-----|-------|-------|
|                          | 0—1                 | 2—5 | 6—9 | 10—13 | 14—17 |
| Гололед                  | 69                  | 30  |     |       | 1     |
| Изморозь зернистая       | 88                  | 12  |     |       |       |
| Изморозь кристаллическая | 90                  | 10  |     |       |       |
| Мокрый снег              | 76                  | 24  |     |       |       |
| Сложное отложение        | 83                  | 17  |     |       |       |

Таблица 51

Повторяемость (%) температуры воздуха в различных пределах при гололедно-изморозевых отложениях. Алма-Ата, ГМО

| Вид отложения            | Температура, °С      |                             |                      |                             |                      |                             |                      |                             |                      |                             |
|--------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|
|                          | 5,0—0,1              |                             | 0,0...—4,9           |                             | —5,0...—9,9          |                             | —10,0...—19,9        |                             | ≤ —20                |                             |
|                          | в начале обледенения | при макс-мально-м отложении | в начале обледенения | при макс-мально-м отложении | в начале обледенения | при макс-мально-м отложении | в начале обледенения | при макс-мально-м отложении | в начале обледенения | при макс-мально-м отложении |
| Гололед                  | 8                    | 6                           | 87                   | 83                          | 5                    | 10                          | 1                    |                             |                      |                             |
| Изморозь зернистая       | 0,4                  | 0,4                         | 24                   | 22                          | 51                   | 47                          | 22                   | 29                          | 3                    | 2                           |
| Изморозь кристаллическая |                      |                             | 7                    | 5                           | 23                   | 24                          | 64                   | 63                          | 6                    | 8                           |
| Мокрый снег              | 59                   | 24                          | 39                   | 74                          |                      |                             | 2                    | 2                           |                      |                             |
| Сложное отложение        | 15                   | 2                           | 79                   | 51                          | 6                    | 28                          |                      | 17                          |                      | 2                           |

Таблица 52

Максимальные гололедные нагрузки, возможные один раз в заданное число лет (кг/м). Алма-Ата, ГМО

| Высота, м | Период повторения, число лет |     |     |     |     | Высота, м | Период повторения, число лет |     |     |     |     |
|-----------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|           | 2                            | 5   | 10  | 15  | 20  |           | 2                            | 5   | 10  | 15  | 20  |
| 100       | 0,3                          | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 300       | 0,4                          | 0,7 | 1,0 | 1,2 | 1,3 |
| 200       | 0,4                          | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 500       | 0,6                          | 0,8 | 1,0 | 1,3 | 1,4 |

## Комплексные характеристики

Таблица 53

Повторяемость (%) различных сочетаний температуры и относительной влажности воздуха. Год. Алма-Ата, ГМО

| Относительная влажность, % |    | Температура воздуха, °C |           |           |           |           |           |         |         |      |      |       |       |       |       |       |       |       | Повторяемость, % | Обеспеченность, % |
|----------------------------|----|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|-------------------|
| от                         | до | -38...-35               | -34...-30 | -29...-25 | -24...-20 | -19...-15 | -14...-10 | -9...-5 | -4...-1 | 0-4  | 5-9  | 10-14 | 15-19 | 20-24 | 25-29 | 30-34 | 35-39 | 40-42 |                  |                   |
| 100                        | 91 |                         |           |           | 0,0       | 0,2       | 0,8       | 2,3     | 3,4     | 2,5  | 1,1  | 0,6   | 0,1   | 0,0   |       |       |       |       | 11,0             | 11,0              |
| 90                         | 81 |                         | 0,0       | 0,0       | 0,3       | 1,0       | 1,8       | 2,2     | 2,0     | 1,9  | 1,3  | 1,0   | 0,5   | 0,0   |       |       |       |       | 12,0             | 23,0              |
| 80                         | 71 | 0,0                     | 0,0       | 0,0       | 0,3       | 0,6       | 1,0       | 1,3     | 1,4     | 2,3  | 1,6  | 1,4   | 1,0   | 0,2   |       |       |       |       | 11,2             | 34,2              |
| 70                         | 61 | 0,0                     | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,2       | 0,6       | 1,2     | 1,4     | 2,1  | 2,0  | 2,3   | 2,1   | 0,8   | 0,0   | 0,0   |       |       | 12,7             | 46,9              |
| 60                         | 51 |                         |           |           | 0,0       | 0,1       | 0,4       | 0,9     | 1,0     | 1,8  | 2,0  | 2,7   | 3,4   | 2,7   | 0,3   | 0,0   |       |       | 15,3             | 62,2              |
| 50                         | 41 |                         |           |           |           | 0,0       | 0,1       | 0,4     | 0,6     | 1,1  | 1,6  | 2,4   | 3,6   | 4,6   | 1,4   | 0,0   |       |       | 15,8             | 78,0              |
| 40                         | 31 |                         |           |           |           |           | 0,0       | 0,1     | 0,2     | 0,4  | 0,7  | 1,6   | 2,6   | 4,5   | 2,9   | 0,3   | 0,0   |       | 13,3             | 91,3              |
| 30                         | 21 |                         |           |           |           |           | 0,0       | 0,0     | 0,0     | 0,1  | 0,2  | 0,6   | 1,2   | 2,1   | 2,1   | 0,9   | 0,0   |       | 7,2              | 98,5              |
| 20                         | 11 |                         |           |           |           |           |           |         | 0,0     | 0,0  | 0,0  | 0,1   | 0,2   | 0,3   | 0,4   | 0,4   | 0,1   |       | 1,5              | 100               |
| 10                         | 1  |                         |           |           |           |           |           |         |         |      |      | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0              | 100               |
| Повторяемость              |    | 0,0                     | 0,0       | 0,1       | 0,6       | 2,1       | 4,7       | 8,4     | 10,0    | 12,2 | 10,5 | 12,7  | 14,7  | 15,2  | 7,1   | 1,6   | 0,1   | 0,0   |                  |                   |
| Обеспеченность             |    | 100                     | 100       | 100       | 99,9      | 99,3      | 97,2      | 92,5    | 84,1    | 74,1 | 61,9 | 51,4  | 38,7  | 24,0  | 8,8   | 1,7   | 0,1   | 0,0   |                  |                   |

Примечание. Повторяемость менее 0,1 % обозначена 0,0.

Таблица 54

Повторяемость (%) различных сочетаний температуры и относительной влажности воздуха. Алма-Ата, ГМО

| Относительная влажность, % |    | Температура воздуха, °C |               |               |               |               |               |              |             |             |         |
|----------------------------|----|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------|-------------|---------|
|                            |    | -33,9...-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...-0,1 | 0,0-3,9 |
| от                         | до |                         |               |               |               |               |               |              |             |             |         |

## Зима

## День

|     |    |  |     |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|----|--|-----|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 100 | 90 |  |     |  |     | 0,2 | 1,4 | 5,3 | 7,0 | 3,5 | 0,2 |     |     |
| 89  | 80 |  |     |  |     | 1,6 | 2,8 | 3,9 | 4,0 | 2,2 | 0,4 |     |     |
| 79  | 70 |  | 0,1 |  | 0,1 | 0,7 | 2,1 | 3,3 | 3,4 | 2,6 | 1,1 |     |     |
| 69  | 60 |  |     |  | 0,2 | 0,8 | 2,2 | 2,3 | 3,0 | 4,0 | 1,9 | 0,2 |     |
| 59  | 50 |  |     |  | 0,2 | 1,1 | 2,3 | 3,0 | 4,6 | 4,0 | 0,6 |     | 0,0 |
| 49  | 40 |  |     |  | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 1,2 | 2,9 | 4,7 | 2,5 | 0,6 |     |
| 39  | 30 |  |     |  |     |     |     | 0,2 | 1,1 | 3,0 | 2,9 | 1,1 | 0,1 |
| 29  | 20 |  |     |  |     |     |     | 0,0 | 0,2 | 1,1 | 1,4 | 0,6 | 0,1 |
| 19  | 10 |  |     |  |     |     |     |     | 0,0 | 0,1 | 0,5 | 0,4 | 0,0 |

## Ночь

|     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 100 | 90 |     |     | 0,0 | 0,1 | 0,4 | 2,2 | 5,0 | 8,1 | 6,9 | 1,6 | 0,2 |     |
| 89  | 80 |     | 0,0 | 0,1 | 0,8 | 3,1 | 4,9 | 6,2 | 4,0 | 2,8 | 1,4 | 0,3 |     |
| 79  | 70 | 0,0 | 0,1 | 0,5 | 1,1 | 1,8 | 2,2 | 2,4 | 3,0 | 2,7 | 1,4 | 0,2 |     |
| 69  | 60 |     |     | 0,0 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 2,3 | 3,4 | 3,2 | 2,1 | 0,5 |     |
| 59  | 50 |     |     |     | 0,0 | 0,2 | 0,6 | 1,7 | 2,2 | 3,0 | 3,0 | 1,1 | 0,1 |
| 49  | 40 |     |     |     |     |     | 0,1 | 0,7 | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 0,9 | 0,1 |
| 39  | 30 |     |     |     |     |     |     |     | 0,3 | 1,1 | 1,0 | 0,3 |     |
| 29  | 20 |     |     |     |     | 0,0 |     |     | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |     |
| 19  | 10 |     |     |     |     |     |     |     | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |     |

| Относительная влажность, % |    | Температура воздуха, °C |               |              |             |             |         |         |          |           |           |
|----------------------------|----|-------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|---------|---------|----------|-----------|-----------|
|                            |    | -19,9...-16,0           | -15,9...-12,0 | -11,9...-8,0 | -7,9...-4,0 | -3,9...-0,1 | 0,0-3,9 | 4,0-7,9 | 8,0-11,9 | 12,0-15,9 | 16,0-19,9 |
| от                         | до |                         |               |              |             |             |         |         |          |           |           |

## Весна

## День

|     |    |  |  |  |     |     |     |     |     |     |     |  |  |
|-----|----|--|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| 100 | 90 |  |  |  | 0,2 | 0,9 | 0,8 | 1,7 | 0,3 | 0,1 |     |  |  |
| 89  | 80 |  |  |  | 0,1 | 0,7 | 2,1 | 2,3 | 1,8 | 1,1 | 0,6 |  |  |
| 79  | 70 |  |  |  | 0,1 | 0,5 | 1,5 | 1,9 | 1,9 | 1,1 | 1,0 |  |  |
| 69  | 60 |  |  |  | 0,3 | 0,7 | 1,4 | 1,7 | 1,6 | 2,6 | 1,3 |  |  |
| 59  | 50 |  |  |  | 0,0 | 0,1 | 0,7 | 1,1 | 2,5 | 3,3 | 3,9 |  |  |
| 49  | 40 |  |  |  |     | 0,2 | 0,5 | 1,8 | 2,9 | 5,1 | 3,9 |  |  |
| 39  | 30 |  |  |  |     |     | 0,3 | 0,8 | 1,9 | 3,9 | 4,9 |  |  |
| 29  | 20 |  |  |  |     |     | 0,2 | 0,1 | 0,7 | 1,2 | 3,4 |  |  |
| 19  | 10 |  |  |  | 0,0 |     |     |     | 0,2 | 0,3 | 1,2 |  |  |
| 9   | 5  |  |  |  |     |     |     | 0,0 |     |     | 1,2 |  |  |

| Относительная влажность, % |  | Температура воздуха, °C |    |               |               |              |             |             |         |         |          |           |           |           |           |           |
|----------------------------|--|-------------------------|----|---------------|---------------|--------------|-------------|-------------|---------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                            |  | от                      | до | -19,9...-16,0 | -15,9...-12,0 | -11,9...-8,0 | -7,9...-4,0 | -3,9...-0,1 | 0,0-3,9 | 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 |

### Ночь

|     |    |     |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|-----|----|-----|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 100 | 90 |     |  | 0,1 | 0,4 | 2,2 | 3,9 | 4,2 | 2,6 | 2,2 | 0,7 |     |     |     |     |  |
| 89  | 80 |     |  | 0,6 | 0,5 | 1,7 | 2,4 | 2,0 | 2,8 | 2,4 | 2,0 | 0,2 |     |     |     |  |
| 79  | 70 | 0,0 |  | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 1,6 | 3,4 | 3,8 | 3,6 | 2,6 | 0,4 |     |     |     |  |
| 69  | 60 |     |  | 0,0 | 0,1 | 0,6 | 1,1 | 2,5 | 4,1 | 4,4 | 4,7 | 1,1 |     |     |     |  |
| 59  | 50 |     |  |     |     | 0,2 | 0,6 | 1,8 | 2,7 | 3,5 | 4,7 | 1,9 |     | 0,1 |     |  |
| 49  | 40 |     |  |     |     |     | 0,3 | 0,4 | 1,8 | 2,6 | 3,0 | 2,4 | 0,6 | 0,9 | 0,0 |  |
| 39  | 30 |     |  |     |     |     | 0,0 | 0,2 | 0,7 | 1,2 | 1,8 | 1,2 | 0,9 | 0,3 | 0,0 |  |
| 29  | 20 |     |  |     |     |     |     |     | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,6 |     |     |  |
| 19  | 10 |     |  |     |     |     |     |     |     | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |     |     |  |

| Относительная влажность, % |  | Температура воздуха, °C |    |         |          |           |           |           |           |           |           |
|----------------------------|--|-------------------------|----|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                            |  | от                      | до | 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 | 32,0—35,9 |

### Лето

### День

|     |    |  |  |     |     |     |     |      |      |     |     |     |  |  |  |     |
|-----|----|--|--|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|--|--|--|-----|
| 100 | 90 |  |  | 0,3 | 0,5 | 0,3 |     |      |      |     |     |     |  |  |  |     |
| 89  | 80 |  |  | 0,0 | 0,4 | 0,5 | 0,1 |      |      |     |     |     |  |  |  |     |
| 79  | 70 |  |  | 0,1 | 0,3 | 1,0 | 0,2 |      |      |     |     |     |  |  |  |     |
| 69  | 60 |  |  | 0,0 | 0,3 | 1,1 | 1,2 | 0,3  |      |     |     |     |  |  |  |     |
| 59  | 50 |  |  |     | 0,2 | 1,5 | 4,3 | 2,2  | 0,3  |     |     |     |  |  |  |     |
| 49  | 40 |  |  |     | 0,1 | 1,1 | 6,0 | 8,5  | 2,8  | 0,2 |     |     |  |  |  |     |
| 39  | 30 |  |  |     | 0,1 | 0,6 | 5,0 | 14,7 | 10,7 | 1,1 | 0,2 |     |  |  |  |     |
| 29  | 20 |  |  |     |     | 0,1 | 1,2 | 7,9  | 13,2 | 5,6 | 0,0 | 0,0 |  |  |  |     |
| 19  | 10 |  |  |     |     |     |     | 0,3  | 2,9  | 2,8 | 0,5 |     |  |  |  |     |
| 9   | 5  |  |  |     |     |     |     |      |      |     |     |     |  |  |  | 0,0 |

### Ночь

|     |    |     |  |     |     |      |      |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
|-----|----|-----|--|-----|-----|------|------|-----|-----|--|--|--|--|--|--|--|
| 100 | 90 |     |  | 0,2 | 0,7 | 0,2  |      |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 89  | 80 | 0,0 |  | 0,5 | 1,9 | 1,5  | 0,1  |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 79  | 70 | 0,0 |  | 0,6 | 2,8 | 2,4  | 0,0  |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 69  | 60 |     |  | 0,6 | 4,1 | 5,5  | 0,8  |     |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 59  | 50 |     |  | 0,5 | 4,8 | 12,5 | 4,2  | 0,1 |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 49  | 40 |     |  | 0,4 | 2,8 | 11,5 | 12,3 | 0,7 |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 39  | 30 |     |  |     | 0,5 | 4,9  | 12,9 | 2,9 | 0,0 |  |  |  |  |  |  |  |
| 29  | 20 |     |  |     | 0,0 | 0,4  | 3,1  | 2,8 | 0,4 |  |  |  |  |  |  |  |
| 19  | 10 |     |  |     |     | 0,0  | 0,3  | 0,3 | 0,1 |  |  |  |  |  |  |  |



| Относительная влажность, % |    | Температура воздуха, °C |               |               |               |               |               |              |             |             |         |         |          |           |           |           |           |           |           |
|----------------------------|----|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------|-------------|---------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                            |    | -33,9...-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...-0,1 | 0,0-3,9 | 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 | 32,0-35,9 |
| от                         | до |                         |               |               |               |               |               |              |             |             |         |         |          |           |           |           |           |           |           |

### Осень

#### День

|     |    |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|----|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 100 | 90 |  |     |     |     |     |     | 0,2 | 0,7 | 2,0 | 2,1 | 1,4 | 0,7 | 0,1 |     | 0,0 |     |     |     |
| 89  | 80 |  |     |     |     | 0,1 | 0,2 | 0,6 | 0,7 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 0,9 | 0,3 | 0,1 |     |     |     |     |
| 79  | 70 |  | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 1,1 | 1,5 | 1,4 | 0,7 | 0,4 | 0,1 |     |     |     |     |
| 69  | 60 |  |     |     | 0,1 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,8 | 1,7 | 2,4 | 3,3 | 1,8 | 1,1 | 0,4 | 1,1 |     |     |     |
| 59  | 50 |  |     |     |     | 0,0 | 0,3 | 0,6 | 1,0 | 2,2 | 3,3 | 3,3 | 1,9 | 0,6 | 0,3 | 0,0 |     |     |     |
| 49  | 40 |  |     |     |     | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 2,1 | 3,5 | 3,6 | 2,8 | 1,7 | 0,1 |     |     |     |
| 39  | 30 |  |     |     |     |     |     |     | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 2,4 | 4,0 | 5,0 | 5,6 | 2,5 | 0,2 |     |     |
| 29  | 20 |  |     |     |     |     |     |     |     |     | 0,2 | 0,4 | 2,3 | 3,1 | 4,9 | 5,1 | 1,7 | 0,2 |     |
| 19  | 10 |  |     |     |     |     |     |     |     | 0,0 |     | 0,2 | 0,3 | 3,1 | 4,9 | 5,1 | 1,6 | 0,1 |     |
| 9   | 5  |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 0,2 | 0,3 | 0,8 | 1,9 | 2,5 | 1,6 | 0,1 |

#### Ночь

|     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|
| 100 | 90 |     |     |     |     |     |     | 0,9 | 0,9 | 2,9 | 2,9 | 2,4 | 1,3 | 0,0 |     |     |  |  |  |
| 89  | 90 |     |     | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,8 | 0,8 | 1,4 | 2,2 | 3,2 | 2,2 | 1,2 | 0,4 |     |     |  |  |  |
| 79  | 70 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,9 | 1,6 | 3,3 | 2,6 | 2,1 | 0,7 | 0,1 |     |  |  |  |
| 69  | 60 |     |     |     |     |     | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 1,6 | 2,9 | 3,3 | 3,1 | 2,0 | 0,2 |     |  |  |  |
| 59  | 50 |     |     |     |     | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 1,7 | 3,6 | 4,0 | 3,9 | 0,8 | 0,0 |     |  |  |  |
| 49  | 40 |     |     |     |     |     | 0,0 | 0,2 | 0,6 | 1,6 | 2,2 | 3,2 | 4,6 | 2,7 | 0,4 |     |  |  |  |
| 39  | 30 |     |     |     |     |     |     |     | 0,1 | 0,3 | 1,3 | 2,4 | 3,3 | 3,6 | 0,9 | 0,1 |  |  |  |
| 29  | 20 |     |     |     |     |     |     |     |     | 0,1 | 0,3 | 0,8 | 1,9 | 1,7 | 1,1 | 0,2 |  |  |  |
| 19  | 10 |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,2 |     |  |  |  |

Таблица 55

Средняя температура воздуха (°C) в зависимости от скорости и направления ветра

| Скорость ветра, м/с | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ | Штиль |
|---------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|-------|
|---------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|-------|

### Алма-Ата, ГМО

#### Январь

|         |      |      |      |       |       |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|
| 0-1     | -7,3 | -7,1 | -6,9 | -6,8  | -7,2  | -7,6 | -7,5 | -7,7 |      |
| 2-3     | -4,2 | -4,4 | -4,2 | -3,8  | -4,5  | -5,4 | -4,8 | -4,5 |      |
| 4-5     | -1,2 | -5,5 | -5,2 | -0,07 | -0,07 | -4,6 | -3,3 | -0,9 |      |
| 6-7     |      | -4,4 |      | 1,1   | -1,3  | -2,2 | -3,8 |      |      |
| 8-9     |      |      |      | 5,9   | 5,9   |      | 2,4  |      |      |
| 10-11   |      |      |      |       |       |      |      |      |      |
| 12-13   |      |      |      |       |       | 1,9  |      |      |      |
| 14-15   |      |      |      |       |       |      |      |      |      |
| 16-17   |      |      |      |       |       |      |      |      |      |
| 18-20   |      |      |      |       |       |      |      |      |      |
| Средняя | -5,2 | -5,3 | -5,5 | -4,6  | -5,2  | -6,4 | -6,0 | -6,3 | -8,0 |

| Скорость<br>ветра, м/с | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ | Штиль |
|------------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|-------|
|------------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|-------|

### Февраль

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | —6,4 | —5,6 | —4,9 | —5,7 | —6,5 | —5,7 | —6,4 | —6,6 |      |
| 2—3     | —4,3 | —3,2 | —3,6 | —6,9 | —2,6 | —4,3 | —5,0 | —4,3 |      |
| 4—5     | —5,2 | —2,2 |      | 0,9  | —1,4 | 0,5  | —0,5 | —3,8 |      |
| 6—7     |      | —1,4 |      | 4,5  | —1,5 | 1,4  | 7,1  |      |      |
| 8—9     |      |      |      | 4,1  | 1,9  |      | —0,1 |      |      |
| Средняя | —5,0 | —3,8 | —3,3 | —3,0 | —4,4 | —4,8 | —5,1 | —5,4 | —7,0 |

### Март

|         |      |      |     |      |     |     |     |     |      |
|---------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
| 0—1     | 1,2  | 0,9  | 1,4 | 1,1  | 0,9 | 0,5 | 0,9 | 1,2 |      |
| 2—3     | 4,5  | 4,1  | 3,9 | 4,7  | 2,3 | 2,9 | 3,2 | 3,6 |      |
| 4—5     | 4,9  | 8,1  | 3,6 | 5,3  | 5,2 | 4,4 | 6,5 | 5,1 |      |
| 6—7     | 4,0  | 10,3 | 7,9 | 9,2  | 6,5 | 1,4 | 6,0 | 7,1 |      |
| 8—9     |      |      |     | 12,7 |     | 9,3 |     | 4,3 |      |
| 10—11   |      |      |     |      |     |     | 0,5 |     |      |
| 12—13   |      |      |     |      |     |     |     |     |      |
| 14—15   | —3,6 |      |     |      |     |     | 6,3 |     |      |
| 18—20   |      |      |     |      |     |     | 2,6 |     |      |
| Средняя | —3,1 | 3,6  | 5,8 | 3,5  | 2,9 | 2,5 | 2,6 | 2,8 | —0,4 |

### Апрель

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 0—1     | 11,0 | 10,9 | 10,4 | 9,4  | 9,2  | 9,2  | 9,5  | 10,2 |     |
| 2—3     | 14,0 | 13,4 | 12,6 | 10,6 | 10,0 | 10,2 | 10,9 | 11,8 |     |
| 4—5     | 15,4 | 12,8 | 13,4 | 11,4 | 11,7 | 10,4 | 11,8 | 12,4 |     |
| 6—7     | 13,5 | 20,6 | 19,3 | 13,0 | 11,8 | 12,8 | 15,6 | 12,6 |     |
| 8—9     |      |      | 18,5 | 14,8 | 12,1 | 15,9 | 14,1 | 9,2  |     |
| 10—11   |      |      |      | 9,9  | 10,2 |      | 9,3  | 20,1 |     |
| 12—13   |      | 16,9 |      |      |      | 14,7 | 9,9  |      |     |
| 14—15   |      |      |      |      | 10,4 |      |      |      |     |
| 16—17   |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 18—20   |      |      |      |      |      | 13,7 |      |      |     |
| Средняя | 16,6 | 12,6 | 11,8 | 10,4 | 10,2 | 9,8  | 10,5 | 11,3 | 9,1 |

### Май

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | 17,2 | 17,0 | 16,5 | 15,1 | 14,6 | 14,8 | 16,0 | 16,8 |      |
| 2—3     | 18,6 | 18,7 | 18,4 | 15,4 | 15,7 | 15,6 | 16,3 | 17,0 |      |
| 4—5     | 19,6 | 19,0 | 19,4 | 16,9 | 14,1 | 16,4 | 17,7 | 19,3 |      |
| 6—7     | 17,2 | 17,2 | 15,9 | 15,9 | 16,3 | 17,2 | 17,8 | 16,8 |      |
| 8—9     |      |      |      | 15,6 | 15,3 | 19,1 | 16,5 |      |      |
| 10—11   | 24,9 |      |      | 16,2 | 24,2 | 16,6 | 21,3 |      |      |
| 12—13   |      |      |      | 16,3 | 21,6 |      | 14,8 |      |      |
| 14—15   |      |      |      | 17,7 | 20,5 | 14,8 | 16,5 |      |      |
| 16—17   |      |      |      |      | 15,3 |      |      |      |      |
| 18—20   | 21,8 |      |      |      |      |      | 11,1 |      |      |
| Средняя | 18,6 | 18,3 | 17,7 | 15,4 | 15,1 | 15,4 | 16,6 | 17,5 | 15,0 |

### Июнь

|       |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 0—1   | 22,3 | 22,2 | 21,9 | 19,8 | 20,3 | 20,6 | 21,5 | 23,0 |  |
| 2—3   | 22,3 | 23,3 | 22,5 | 19,6 | 20,3 | 20,7 | 21,6 | 21,9 |  |
| 4—5   | 20,6 | 22,4 | 22,0 | 19,7 | 20,9 | 19,6 | 20,2 | 22,0 |  |
| 6—7   |      | 21,1 | 21,4 | 19,9 | 20,1 | 17,4 | 22,8 | 22,8 |  |
| 8—9   | 17,1 |      |      | 19,6 | 18,8 | 18,0 | 18,7 | 17,0 |  |
| 10—11 |      |      |      | 18,6 | 22,1 | 24,0 | 19,9 |      |  |

| Скорость<br>ветра, м.с | С    | СВ    | В    | ЮВ   | Ю    | ЮЗ   | З    | СЗ   | Штиль |
|------------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12—13                  |      |       |      |      | 20,4 | 24,0 |      | 13,4 |       |
| 14—15                  |      |       |      |      | 15,0 |      | 26,3 |      |       |
| 16—17                  |      |       |      | 21,3 |      |      | 13,7 |      |       |
| 18—20                  |      |       |      | 19,9 | 20,0 | 20,4 | 21,8 | 23,2 | 20,4  |
| Средняя                | 23,1 | 23,1  | 22,7 |      |      |      |      |      |       |
| Июль                   |      |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 0—1                    | 25,8 | 25,4  | 24,9 | 22,7 | 22,3 | 23,6 | 24,9 | 25,4 |       |
| 2—3                    | 27,0 | 27,2  | 26,3 | 22,1 | 22,1 | 23,5 | 25,3 | 26,2 |       |
| 4—5                    | 27,1 | 25,8  | 24,8 | 22,0 | 22,7 | 24,2 | 24,9 | 25,6 |       |
| 6—7                    |      | 22,9  | 19,6 | 22,1 | 21,6 | 21,2 | 23,0 | 23,0 |       |
| 8—9                    |      | 22,4  |      | 22,2 | 22,3 | 23,1 | 22,3 |      |       |
| 10—11                  |      |       |      |      | 21,7 |      | 15,9 |      |       |
| 12—13                  |      |       |      | 21,1 | 24,0 | 21,3 |      |      |       |
| 14—15                  |      |       |      |      | 23,9 |      |      |      |       |
| 16—17                  |      |       |      |      |      | 27,9 | 33,6 |      |       |
| 18—20                  |      |       |      |      |      |      | 27,9 |      |       |
| Средняя                | 26,8 | 26,4  | 25,6 | 22,2 | 22,0 | 23,6 | 25,0 | 26,0 | 23,7  |
| Август                 |      |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 0—1                    | 24,3 | 24,0  | 22,4 | 20,4 | 20,1 | 21,5 | 23,1 | 23,7 |       |
| 2—3                    | 26,5 | 26,1  | 22,6 | 20,7 | 20,4 | 21,9 | 23,3 | 25,2 |       |
| 4—5                    | 27,3 | 27,6  | 22,9 | 21,4 | 21,2 | 23,8 | 23,8 | 26,4 |       |
| 6—7                    |      | 24,6  | 21,0 | 21,3 | 23,2 | 20,8 | 23,8 | 15,3 |       |
| 8—9                    |      |       |      | 21,1 | 22,9 | 23,0 | 24,0 |      |       |
| 10—11                  |      |       |      |      |      |      | 25,9 |      |       |
| 12—13                  |      |       |      | 22,0 | 21,4 |      | 25,6 |      |       |
| 14—15                  |      |       |      |      |      | 28,5 | 25,1 |      |       |
| 16—17                  |      |       |      |      | 17,9 | 21,6 | 19,5 |      |       |
| Средняя                | 25,7 | 25,4  | 22,7 | 20,7 | 20,1 | 21,8 | 23,5 | 24,7 | 21,5  |
| Сентябрь               |      |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 0—1                    | 18,4 | 18,4  | 16,7 | 14,7 | 14,3 | 15,3 | 17,1 | 17,7 |       |
| 2—3                    | 20,7 | 19,9  | 17,2 | 16,1 | 15,5 | 16,1 | 18,8 | 20,1 |       |
| 4—5                    | 20,9 | 20,6  | 19,1 | 17,5 | 17,3 | 18,0 | 15,0 | 17,2 |       |
| 6—7                    | 10,1 | 21,5  | 13,0 | 18,5 | 18,9 | 19,1 | 20,7 | 21,0 |       |
| 8—9                    |      |       |      | 19,0 | 18,2 | 14,4 | 19,5 |      |       |
| 10—11                  |      |       |      | 17,6 | 16,9 |      | 7,9  |      |       |
| 12—13                  |      |       |      | 21,9 |      | 17,1 |      |      |       |
| Средняя                | 19,9 | 18,7  | 17,3 | 16,0 | 15,0 | 15,8 | 20,5 | 19,0 | 15,0  |
| Октябрь                |      |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 0—1                    | 10,6 | 9,7   | 8,7  | 7,3  | 7,6  | 8,2  | 9,9  | 10,8 |       |
| 2—3                    | 11,8 | 11,5  | 9,7  | 9,6  | 10,0 | 9,5  | 7,2  | 11,6 |       |
| 4—5                    | 12,6 | 15,4  | 14,9 | 13,3 | 11,0 | 12,9 | 11,5 | 13,2 |       |
| 6—7                    |      | 22,5  | 3,0  | 15,1 | 13,5 | 11,8 | 11,4 | 13,8 |       |
| 8—9                    |      |       |      | 17,1 | 12,6 | 14,4 | 10,5 |      |       |
| 10—11                  |      |       |      |      |      |      | 13,3 |      |       |
| 12—13                  |      |       |      | 15,6 |      |      | 10,9 |      |       |
| Средняя                | 11,6 | 11,0  | 9,6  | 9,2  | 8,7  | 9,3  | 10,8 | 11,6 | 8,2   |
| Ноябрь                 |      |       |      |      |      |      |      |      |       |
| 0—1                    | 1,2  | 1,5   | 0,3  | 0,2  | 0,03 | -0,7 | 0,3  | 0,2  |       |
| 2—3                    | 3,4  | 2,2   | 1,7  | 3,1  | 3,4  | 0,9  | 2,4  | 2,3  |       |
| 4—5                    | 1,9  | 4,1   | 0,7  | 4,8  | 3,7  | 3,4  | 6,0  | 6,1  |       |
| 6—7                    | -2,5 | -10,1 |      | 7,0  | 8,9  | 3,1  | -1,0 |      |       |
| 8—9                    |      |       |      |      | 7,6  | 1,1  | 0,4  |      |       |
| Средняя                | 2,8  | 1,4   | 1,4  | 2,1  | 1,7  | 0,2  | 1,7  | 1,4  | 1,0   |

| Скорость<br>ветра, м/с | С |  | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ | Штиль |
|------------------------|---|--|---|----|---|----|---|----|-------|
|------------------------|---|--|---|----|---|----|---|----|-------|

### Декабрь

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | —4,9 | —4,9 | —4,7 | —5,0 | —5,2 | —5,6 | —5,4 | —5,2 |      |
| 2—3     | —3,2 | —3,1 | —3,7 | —1,4 | —1,8 | —3,9 | —4,5 | —4,2 |      |
| 4—5     | —3,9 | —5,7 | 3,6  | 2,4  | 1,0  | —1,9 | —3,1 | 1,3  |      |
| 6—7     |      | —3,3 |      | 7,8  | 3,2  | 0,5  | —2,8 |      |      |
| 8—9     |      | 7,2  |      | —4,1 | —4,2 | 6,7  |      |      |      |
| 12—13   |      |      |      |      | 2,7  |      | 0,9  |      |      |
| Средняя | —3,8 | —4,8 | —3,5 | —2,1 | —3,6 | —4,6 | —4,8 | —4,4 | —5,9 |

### Алма-Ата, аэропорт

### Январь

|         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0—1     | —10,5 | —10,6 | —10,5 | —11,9 | —12,8 | —11,5 | —10,7 | —10,4 |       |
| 2—3     | —8,6  | —6,5  | —6,4  | —9,8  | —11,5 | —10,0 | —9,2  | —7,9  |       |
| 4—5     | —4,9  | —6,1  | —5,7  | —4,7  | —4,0  | —5,5  | —7,4  | —5,1  |       |
| 6—7     | —4,0  | —4,6  | —3,7  | —20,9 | —2,4  | —2,2  | —1,6  | —4,4  |       |
| 8—9     |       | —0,6  | —2,1  |       |       | —0,4  | —1,2  |       |       |
| 10—11   |       |       |       |       |       | 0,6   | 0,6   |       |       |
| 12—13   |       |       |       |       |       | —2,4  | —0,9  |       |       |
| 14—15   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 16—17   |       |       |       |       |       | —2,2  |       |       |       |
| Средняя | —8,5  | —7,4  | —7,1  | —10,7 | —12,4 | —9,5  | —8,8  | —8,0  | —12,4 |

### Февраль

|         |      |       |       |       |       |       |      |       |       |
|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 0—1     | —9,8 | —10,1 | —10,9 | —11,7 | —12,8 | —10,6 | —9,4 | —10,0 |       |
| 2—3     | —7,6 | —5,6  | —5,3  | —7,4  | —9,4  | —8,0  | —6,6 | —8,6  |       |
| 4—5     | —4,6 | —2,9  | —3,8  | —2,6  | —3,5  | —4,2  | —6,3 | —10,3 |       |
| 6—7     | —1,6 | 3,1   | —3,6  |       | 1,6   | —1,1  | —3,9 | —4,4  |       |
| 8—9     |      | 1,5   | —7,6  |       |       | 1,3   | —6,0 | —10,1 |       |
| 10—11   |      |       |       | 4,4   | —0,5  | 0,8   |      |       |       |
| 12—13   |      |       |       |       |       | —0,2  |      |       |       |
| Средняя | —7,4 | —6,3  | —6,6  | —9,4  | —11,0 | —7,7  | —6,6 | —8,5  | —14,2 |

### Март

|         |     |      |      |      |      |      |      |      |     |
|---------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 0—1     | 0,8 | 0,9  | 0,2  | —0,6 | —0,7 | —0,5 | 0,1  | —0,1 |     |
| 2—3     | 1,2 | 2,6  | 2,7  | 1,3  | 1,3  | 1,8  | 0,7  | 0,7  |     |
| 4—5     | 3,6 | 2,8  | 4,0  | 4,7  | 2,6  | 3,8  | 1,2  | 2,6  |     |
| 6—7     | 6,3 | 6,2  | 5,4  | 14,2 | 5,0  | 4,7  | 4,2  | 5,7  |     |
| 8—9     | 4,4 | 14,2 | 8,2  |      | 9,0  | 9,7  | 5,0  | 0,6  |     |
| 10—11   |     | 11,5 | 12,3 | 13,3 |      | 1,6  | 11,2 | 4,0  |     |
| 12—13   |     | 12,5 | 17,3 |      |      | 9,2  |      |      |     |
| 14—15   |     |      | 13,6 |      |      |      |      |      |     |
| 16—17   |     |      | 6,0  |      |      | 14,4 | 7,1  |      |     |
| Средняя | 1,2 | 2,8  | 2,7  | 0,6  | 0,7  | 1,8  | 1,0  | 1,0  | 0,3 |

### Апрель

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 0—1     | 10,2 | 10,3 | 9,8  | 9,4  | 8,7  | 8,6  | 8,6  | 10,2 |     |
| 2—3     | 14,4 | 13,6 | 12,6 | 13,1 | 15,4 | 10,6 | 9,2  | 11,7 |     |
| 4—5     | 12,9 | 10,2 | 15,2 | 12,7 | 11,1 | 10,2 | 10,0 | 12,7 |     |
| 6—7     | 11,3 | 17,1 | 16,1 | 9,2  | 11,9 | 11,6 | 11,3 | 10,7 |     |
| 8—9     | 12,3 | 17,9 | 17,8 | 14,6 | 11,5 | 11,5 | 11,7 | 7,0  |     |
| 10—11   |      |      | 21,1 |      | 15,6 | 14,2 | 11,8 | 15,4 |     |
| 12—13   | 13,4 | 15,4 | 15,4 |      |      | 18,1 |      | 14,8 |     |
| 14—15   |      |      |      |      |      | 9,0  | 5,6  | 19,9 |     |
| 16—17   |      |      | 15,1 |      |      | 17,7 |      |      |     |
| 18—19   |      |      | 24,1 |      |      | 16,8 |      |      |     |
| 20—21   |      |      |      |      |      | 11,6 |      |      |     |
| Средняя |      | 13,4 | 13,2 | 10,4 | 9,7  | 9,5  | 9,6  | 11,4 | 8,8 |

| Скорость<br>ветра, м/с | С    | СВ   | В    | Ю    | Ю    | ЮЗ   | З    | СЗ   | Шталь |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Май                    |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 0—1                    | 16,4 | 17,2 | 16,0 | 14,6 | 14,3 | 14,7 | 15,5 | 16,1 |       |
| 2—3                    | 17,9 | 18,7 | 18,7 | 15,7 | 15,0 | 14,8 | 16,2 | 16,3 |       |
| 4—5                    | 18,9 | 19,8 | 20,4 | 16,8 | 16,0 | 15,7 | 15,3 | 16,2 |       |
| 6—7                    | 16,0 | 19,6 | 22,2 | 18,0 | 16,0 | 15,8 | 17,9 | 16,5 |       |
| 8—9                    | 23,0 | 22,7 | 22,6 | 23,0 | 15,4 | 16,5 | 16,4 | 19,8 |       |
| 10—11                  | 23,4 |      | 23,4 |      | 17,2 | 17,4 | 15,6 | 17,8 |       |
| 12—13                  |      | 19,6 |      |      | 17,2 | 33,6 | 18,5 | 18,9 |       |
| 14—15                  |      |      |      | 18,7 |      | 16,0 | 16,7 |      |       |
| 16—17                  |      |      |      |      | 16,7 | 11,3 | 12,5 | 17,2 |       |
| 18—19                  |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 20—21                  |      |      |      |      |      |      | 15,2 |      |       |
| Средняя                | 17,9 | 19,1 | 18,7 | 15,5 | 14,7 | 15,0 | 16,0 | 16,5 | 14,1  |
| Июнь                   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 0—1                    | 21,0 | 21,6 | 20,7 | 19,5 | 18,9 | 18,8 | 19,8 | 20,7 |       |
| 2—3                    | 21,5 | 23,3 | 23,0 | 20,5 | 19,4 | 19,7 | 21,1 | 22,2 |       |
| 4—5                    | 22,8 | 25,1 | 25,3 | 23,2 | 20,9 | 21,3 | 21,3 | 21,2 |       |
| 6—7                    | 24,1 | 25,4 | 26,4 | 20,3 | 20,5 | 20,5 | 22,4 | 23,0 |       |
| 8—9                    | 22,6 | 23,4 | 23,1 | 20,9 | 18,8 | 20,1 | 19,8 | 25,6 |       |
| 10—11                  |      | 27,8 |      |      | 21,7 | 17,7 | 23,5 | 17,3 |       |
| 12—13                  |      | 19,6 |      |      | 19,7 | 19,8 | 20,0 |      |       |
| 14—15                  | 21,7 |      |      |      |      |      | 21,2 |      |       |
| 16—17                  |      |      |      |      |      | 11,9 |      |      |       |
| 18—19                  |      |      |      |      | 29,8 |      |      |      |       |
| Средняя                | 21,9 | 23,8 | 23,2 | 20,6 | 19,4 | 19,8 | 21,0 | 22,0 | 18,9  |
| Июль                   |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 0—1                    | 23,5 | 23,9 | 23,2 | 22,4 | 20,9 | 21,1 | 21,6 | 22,9 |       |
| 2—3                    | 26,2 | 27,1 | 25,9 | 22,2 | 20,9 | 21,4 | 22,3 | 23,6 |       |
| 4—5                    | 26,0 | 29,0 | 28,4 | 24,5 | 22,3 | 23,0 | 24,1 | 23,4 |       |
| 6—7                    | 26,6 | 28,9 | 26,0 | 20,2 | 22,2 | 24,0 | 24,8 | 25,3 |       |
| 8—9                    |      | 24,2 | 22,4 | 20,9 | 22,1 | 21,7 | 23,0 |      |       |
| 10—11                  |      |      | 21,9 |      | 15,7 | 19,1 | 27,0 | 26,4 |       |
| 12—13                  |      |      |      | 24,6 |      | 22,0 |      | 20,8 |       |
| 14—15                  |      |      |      |      |      |      | 17,2 |      |       |
| Средняя                | 25,7 | 27,1 | 25,8 | 22,6 | 20,9 | 21,6 | 22,6 | 23,6 | 21,2  |
| Август                 |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 0—1                    | 22,8 | 23,0 | 22,1 | 20,2 | 18,9 | 19,1 | 19,5 | 22,3 |       |
| 2—3                    | 25,0 | 25,9 | 24,3 | 20,4 | 18,3 | 19,1 | 21,1 | 23,6 |       |
| 4—5                    | 24,7 | 26,9 | 26,9 | 22,8 | 21,2 | 21,3 | 22,8 | 23,8 |       |
| 6—7                    | 24,7 | 27,4 | 24,3 |      | 20,1 | 20,5 | 23,6 | 29,2 |       |
| 8—9                    | 21,8 | 27,6 | 28,9 | 14,0 | 27,2 | 25,8 | 27,3 | 26,1 |       |
| 10—11                  |      |      |      |      | 22,3 | 22,6 | 22,0 | 26,0 |       |
| 12—13                  |      | 31,0 | 32,2 |      |      | 20,8 | 15,2 | 21,4 |       |
| 14—15                  |      |      |      |      |      |      |      | 19,4 |       |
| Средняя                | 24,9 | 25,9 | 24,5 | 20,6 | 18,5 | 19,3 | 20,8 | 23,9 | 20,3  |
| Сентябрь               |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 0—1                    | 16,8 | 16,9 | 15,8 | 13,2 | 12,8 | 13,3 | 14,8 | 16,3 |       |
| 2—3                    | 19,9 | 20,4 | 19,2 | 15,6 | 13,3 | 14,1 | 16,5 | 17,6 |       |
| 4—5                    | 19,7 | 21,3 | 22,4 | 18,1 | 16,0 | 16,5 | 16,9 | 20,5 |       |
| 6—7                    | 22,0 | 21,7 | 20,9 |      | 19,7 | 17,0 | 15,0 | 18,2 |       |
| 8—9                    | 25,3 | 25,3 | 22,2 |      | 15,4 | 21,5 | 17,5 |      |       |
| 10—11                  | 20,9 |      | 22,8 |      |      |      |      |      |       |

| Скорость<br>ветра, м/с | С    | СВ   | В    | ЮВ   | Ю    | ЮЗ   | З    | СЗ   | Штиль |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12—13                  | 21,9 |      |      |      |      |      | 25,9 | 18,8 |       |
| 14—15                  |      |      |      |      |      | 16,6 |      |      |       |
| Средняя                | 19,8 | 20,6 | 19,4 | 14,6 | 13,1 | 14,2 | 16,4 | 18,2 | 14,0  |

#### Октябрь

|         |      |      |      |     |      |      |      |      |     |
|---------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-----|
| 0—1     | 9,0  | 8,8  | 8,6  | 6,3 | 6,0  | 6,1  | 8,2  | 8,6  |     |
| 2—3     | 11,2 | 11,8 | 10,9 | 7,6 | 6,4  | 6,9  | 7,4  | 9,5  |     |
| 4—5     | 11,3 | 14,1 | 12,8 | 9,7 | 10,7 | 8,9  | 9,3  | 12,2 |     |
| 6—7     | 13,0 | 17,4 | 15,9 |     | 7,8  | 13,9 | 13,8 | 13,9 |     |
| 8—9     | 8,2  | 19,8 | 18,8 |     | 6,7  | 11,4 | 12,4 |      |     |
| 10—11   | 8,4  |      | 19,0 |     |      |      |      | 10,6 |     |
| 12—13   | 9,0  |      | 14,3 |     |      |      |      | 11,3 |     |
| 14—15   | 24,6 |      |      |     |      |      | 21,5 |      |     |
| Средняя | 11,2 | 12,1 | 11,3 | 6,9 | 6,1  | 6,9  | 8,6  | 10,3 | 6,8 |

#### Ноябрь

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | 0,1  | -0,1 | 0,4  | -0,9 | -1,5 | -1,3 | -0,5 | -0,9 |      |
| 2—3     | 2,1  | 1,8  | -0,2 | -0,9 | -0,6 | -1,0 | 0,04 | 0,7  |      |
| 4—5     | 3,4  | 2,9  | 2,2  | 0,2  | 1,2  | 2,1  | -0,6 | 1,0  |      |
| 6—7     | 5,3  | 4,4  | 4,5  |      | 2,5  | 4,7  | 6,2  | 6,6  |      |
| 8—9     | -1,6 | 6,1  | 7,2  |      |      | 5,8  |      |      |      |
| 10—11   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 12—13   |      |      |      |      |      | 4,9  |      |      |      |
| 14—15   |      |      |      |      |      | 0,0  | 3,8  |      |      |
| Средняя | 2,3  | 2,1  | 1,2  | -0,5 | -0,9 | -0,3 | 0,3  | 0,6  | -1,5 |

#### Декабрь

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | -7,8 | -7,9 | -7,9 | -9,2 | -9,3 | -8,6 | -7,7 | -7,8 |      |
| 2—3     | -4,8 | -4,8 | -4,8 | -7,4 | -9,0 | -7,2 | -6,2 | -7,4 |      |
| 4—5     | -2,0 | -4,5 | -5,5 | -0,6 | -4,9 | -2,4 | -3,0 | -3,4 |      |
| 6—7     |      | -3,7 | -5,0 |      | 0,8  | -1,1 | -0,9 | -5,8 |      |
| 8—9     | -5,6 | -5,3 |      |      | 2,1  | 0,0  | -2,4 |      |      |
| 10—11   |      |      |      |      |      | 2,7  |      |      |      |
| 12—13   |      |      |      |      |      | 3,0  | 10,1 |      |      |
| 14—15   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 16—17   |      |      |      |      |      | 3,2  |      |      |      |
| 20—21   |      |      |      |      |      | 0,8  |      |      |      |
| Средняя | -5,2 | -5,1 | -5,5 | -8,2 | -8,8 | -6,5 | -5,3 | -6,3 | -8,7 |

#### Медео

#### Январь

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | -5,0 | -5,4 | -5,5 | -4,2 | -4,3 | -3,0 | -4,4 | -4,3 |      |
| 2—3     | -2,8 | -5,2 | -1,8 | -2,9 | -3,2 | -3,6 | -3,8 | -4,2 |      |
| 4—5     | -4,6 | 0,5  | 0,5  | -0,8 | -2,2 | -2,4 | -9,5 | -4,0 |      |
| 6—7     |      |      |      | 1,2  |      | -0,6 |      |      |      |
| Средняя | -4,4 | -5,1 | -4,1 | -3,0 | -3,4 | -2,7 | -4,2 | -4,1 | -4,7 |

#### Февраль

|         |      |       |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | -3,5 | -1,4  | -4,1 | -4,1 | -3,7 | -3,2 | -3,6 | -1,9 |      |
| 2—3     | -3,3 | -11,7 | -0,8 | -2,7 | -2,2 | -2,2 | -2,2 | -1,8 |      |
| 4—5     | -0,4 | 7,0   | 0,3  | -0,8 | 0,5  |      | -8,5 | -5,2 |      |
| 6—7     |      |       |      | 8,6  |      |      |      |      |      |
| Средняя | -3,5 | -1,0  | -2,8 | -3,1 | -2,5 | -2,8 | -3,5 | -1,8 | -3,0 |

| Скорость<br>ветра, м/с | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ | Шторм |
|------------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|-------|
|------------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|-------|

### Март

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 0—1     | 0,5  | 0,7  | —1,6 | —1,3 | —2,0 | —2,0 | —1,0 | 0,5  |     |
| 2—3     | —1,4 | —2,3 | 1,1  | 1,2  | 1,6  | 4,3  | 0,8  | 2,1  |     |
| 4—5     |      |      | 5,4  | 2,6  | 2,4  |      | 2,6  | —0,3 |     |
| 6—7     |      |      |      | 7,4  | 6,2  |      |      |      |     |
| Средняя | —0,5 | 1,1  | 0,5  | 0,6  | 0,6  | —0,3 | —0,1 | 1,6  | 1,4 |

### Апрель

|         |     |     |     |     |     |     |      |      |     |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|
| 0—1     | 4,8 | 5,0 | 3,0 | 5,0 | 4,7 | 5,9 | 4,3  | 5,8  |     |
| 2—3     | 2,3 | 6,4 | 7,0 | 6,8 | 6,9 | 9,0 | 7,9  | 8,8  |     |
| 4—5     |     |     | 8,5 | 9,6 | 9,1 | 5,6 | 18,4 | 10,5 |     |
| 6—7     |     |     |     | 9,3 | 7,9 |     |      | 11,5 |     |
| 8—9     |     |     |     |     |     | 6,8 |      |      |     |
| 10—11   |     |     |     |     |     |     |      |      |     |
| 12—13   |     |     |     |     |     |     | 7,4  |      |     |
| Средняя | 3,4 | 5,8 | 6,1 | 6,8 | 6,8 | 7,8 | 6,3  | 8,1  | 3,2 |

### Май

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 0—1     | 11,7 | 11,8 | 12,7 | 11,5 | 10,7 | 11,0 | 11,8 | 12,1 |     |
| 2—3     | 14,3 | 11,0 | 12,1 | 12,0 | 11,8 | 10,6 | 12,1 | 12,0 |     |
| 4—5     | 15,4 |      | 14,4 | 13,4 | 13,4 |      | 12,2 | 16,2 |     |
| 6—7     | 10,5 |      |      | 12,6 | 12,0 |      |      | 12,9 |     |
| Средняя | 13,6 | 11,3 | 12,9 | 12,2 | 11,9 | 11,0 | 12,3 | 12,6 | 9,4 |

### Июнь

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | 16,8 | 17,8 | 15,8 | 14,9 | 14,3 | 15,8 | 16,2 | 17,1 |      |
| 2—3     | 17,8 | 14,8 | 16,4 | 15,6 | 15,1 | 16,6 | 17,7 | 18,5 |      |
| 4—5     | 16,0 |      | 17,1 | 15,4 | 15,2 | 16,2 | 17,8 | 15,7 |      |
| 6—7     |      |      |      |      |      |      |      | 17,0 |      |
| 8—9     |      |      |      | 15,2 |      |      |      |      |      |
| 10—11   |      |      |      | 15,6 |      |      |      |      |      |
| Средняя | 17,5 | 17,6 | 16,4 | 15,4 | 14,9 | 16,5 | 17,2 | 16,2 | 14,4 |

### Июль

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | 21,0 | 20,0 | 19,3 | 17,4 | 17,9 | 18,5 | 20,8 | 21,0 |      |
| 2—3     | 20,3 | 17,2 | 18,7 | 18,2 | 18,0 | 18,8 | 22,2 | 22,1 |      |
| 4—5     | 22,6 | 23,0 | 21,0 | 18,0 | 18,1 | 20,0 | 21,0 | 18,8 |      |
| 6—7     |      |      |      | 21,4 |      |      |      |      |      |
| 8—9     | 18,2 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 10—11   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 12—13   |      |      |      |      |      |      | 23,4 |      |      |
| 14—15   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 16—17   |      |      |      |      |      |      |      | 23,1 |      |
| Средняя | 20,8 | 19,6 | 19,0 | 18,0 | 18,0 | 18,8 | 21,8 | 21,8 | 18,2 |

### Август

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | 19,4 | 17,0 | 14,2 | 15,9 | 16,0 | 16,9 | 17,6 | 19,8 |      |
| 2—3     | 20,6 | 19,2 | 16,5 | 16,5 | 16,6 | 18,7 | 19,4 | 20,4 |      |
| 4—5     | 19,6 |      | 19,4 | 17,0 | 16,4 | 22,9 | 16,8 | 21,1 |      |
| 6—7     |      |      | 26,6 | 17,3 |      |      |      |      |      |
| 8—9     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 10—11   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 12—13   |      |      |      |      |      |      | 10,0 | 17,4 |      |
| Средняя | 20,3 | 18,6 | 16,7 | 16,4 | 16,5 | 18,4 | 18,7 | 20,4 | 16,1 |

| Скорость<br>ветра, м/с          | С    | СВ   | В    | ЮВ    | Ю    | ЮЗ    | З     | СЗ   | Штиль |
|---------------------------------|------|------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|
| Сентябрь                        |      |      |      |       |      |       |       |      |       |
| 0—1                             | 13,5 | 16,2 | 11,8 | 10,3  | 10,9 | 13,2  | 13,3  | 13,7 |       |
| 2—3                             | 13,6 | 6,3  | 12,7 | 11,9  | 11,9 | 14,8  | 15,8  | 16,3 |       |
| 4—5                             | 15,0 |      | 18,6 | 14,0  | 13,3 | 16,6  |       | 17,9 |       |
| 6—7                             |      |      |      | 9,0   | 9,0  |       |       |      |       |
| Средняя                         | 14,1 | 8,8  | 13,0 | 11,9  | 12,0 | 14,6  | 15,2  | 16,0 | 8,5   |
| Октябрь                         |      |      |      |       |      |       |       |      |       |
| 0—1                             | 6,6  | 5,0  | 4,4  | 4,5   | 4,8  | 3,4   | 6,1   | 7,8  |       |
| 2—3                             | 9,7  | 10,2 | 7,3  | 6,3   | 7,8  | 9,4   | 9,6   | 9,5  |       |
| 4—5                             | 8,4  |      | 8,2  | 8,7   | 9,4  | 0,7   | 5,4   | 12,4 |       |
| Средняя                         | 8,8  | 8,1  | 6,8  | 6,2   | 7,3  | 6,8   | 8,6   | 9,0  | 3,3   |
| Ноябрь                          |      |      |      |       |      |       |       |      |       |
| 0—1                             | —3,3 | —0,7 | —2,3 | —1,7  | —1,7 | —0,9  | —0,1  | 0,1  |       |
| 2—3                             | —0,7 | 5,6  | 3,8  | 1,5   | 1,6  | 0,0   | 0,4   | —0,2 |       |
| 4—5                             | —8,4 |      | 6,3  | 3,2   | 3,8  |       | —0,7  | —6,8 |       |
| 6—7                             | 1,6  |      | 9,6  |       | 9,8  |       |       |      |       |
| Средняя                         | —2,8 | 2,4  | 1,2  | 0,8   | 1,0  | —0,05 | 0,9   | 0,8  | —2,6  |
| Декабрь                         |      |      |      |       |      |       |       |      |       |
| 0—1                             | —4,6 | —3,8 | —5,8 | —4,0  | —4,7 | —3,2  | —3,3  | —3,8 |       |
| 2—3                             | —5,2 | —5,4 | —0,6 | —2,0  | —2,3 | —3,0  | —4,1  | —3,8 |       |
| 4—5                             | —3,9 |      | 1,1  | 0,2   | —0,5 | 5,7   | 0,2   | —6,5 |       |
| 6—7                             |      |      |      |       |      |       |       |      |       |
| 8—9                             |      |      |      |       |      |       |       |      |       |
| 10—11                           |      |      |      |       | 10,9 |       |       |      |       |
| 12—13                           |      |      |      |       |      |       |       |      |       |
| Средняя                         | —4,8 | —4,0 | —3,3 | —2,4  | —2,9 | —2,7  | —3,2  | —3,8 | —4,2  |
| Алма-Атинская селестоксовая ст. |      |      |      |       |      |       |       |      |       |
| Январь                          |      |      |      |       |      |       |       |      |       |
| 0—1                             | —5,4 | —6,4 | —4,6 | —5,5  | —5,7 | —5,0  | —10,1 | —5,0 |       |
| 2—3                             | —7,5 | —3,4 | —6,2 | —5,0  | —4,8 | 0,5   |       | —7,9 |       |
| 4—5                             |      |      |      | —4,1  | —3,9 |       |       | —5,8 |       |
| 6—7                             |      |      |      | —2,2  | —1,0 |       |       |      |       |
| Средняя                         | —5,8 | —6,2 | —4,4 | —4,6  | —4,6 | —1,1  | —14,5 | —5,9 | —5,7  |
| Февраль                         |      |      |      |       |      |       |       |      |       |
| 0—1                             | —3,3 | —6,5 | —3,2 | —4,2  | —4,0 | —3,2  | —4,0  | —3,7 |       |
| 2—3                             | —3,3 | 2,8  |      | —3,8  | —4,3 |       | 8,1   | —3,7 |       |
| 4—5                             | 4,3  |      |      | —2,5  | —1,8 |       |       | 1,4  |       |
| 6—7                             |      |      |      | —2,3  | —3,0 |       |       |      |       |
| 8—9                             | —7,9 |      |      |       |      |       |       |      |       |
| Средняя                         | —2,2 | —5,8 | —2,0 | —3,3  | —3,4 | —2,1  | 2,2   | —3,3 | —4,4  |
| Март                            |      |      |      |       |      |       |       |      |       |
| 0—1                             | —0,9 | 1,7  | —3,4 | —1,4  | —1,4 |       | —0,3  | —0,9 |       |
| 2—3                             | 0,4  |      | 1,7  | —0,3  | 0,3  |       | 7,4   | 0,8  |       |
| 4—5                             | 5,9  |      | 6,4  | 0,9   | 1,3  |       |       | 2,2  |       |
| 6—7                             | —2,0 |      |      | 0,3   | —1,1 |       |       | —2,1 |       |
| 8—9                             |      |      |      |       | 2,5  |       |       |      |       |
| Средняя                         | —0,4 | 5,4  | —0,4 | —0,04 | 0,5  |       | 3,4   | 0,6  | —2,0  |



| Скорость<br>ветра, м/с | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ | Штиль |
|------------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|-------|
|------------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|-------|

#### Апрель

|         |     |     |     |      |      |  |  |     |     |
|---------|-----|-----|-----|------|------|--|--|-----|-----|
| 0—1     | 2,3 | 1,1 |     | 2,5  | 2,5  |  |  | 3,5 |     |
| 2—3     | 6,5 |     | 5,1 | 4,5  | 4,7  |  |  | 7,7 |     |
| 4—5     | 8,3 |     | 4,1 | 6,0  | 5,5  |  |  | 8,5 |     |
| 6—7     | 4,1 |     |     | -1,6 | -2,8 |  |  |     |     |
| Средняя | 5,2 | 0,2 | 4,8 | 4,6  | 4,7  |  |  | 6,8 | 2,0 |

#### Май

|         |      |     |     |      |      |     |      |      |     |
|---------|------|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|
| 0—1     | 7,9  | 8,2 | 6,9 | 7,1  | 7,7  | 7,2 | 7,6  | 7,7  |     |
| 2—3     | 11,3 | 6,1 | 8,1 | 8,6  | 9,6  |     | 13,9 | 11,8 |     |
| 4—5     | 12,1 | 7,7 |     | 9,6  | 9,7  |     |      | 11,9 |     |
| 6—7     |      |     |     | 11,0 | 11,5 |     |      | 17,9 |     |
| 8—9     |      |     |     | 12,8 |      |     |      |      |     |
| 10—11   |      |     |     | 18,8 |      |     |      |      |     |
| Средняя | 4,0  | 7,9 | 8,0 | 8,8  | 9,6  | 8,1 | 10,6 | 19,9 | 6,3 |

#### Июнь

|         |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| 0—1     | 14,0 |      | 14,3 | 11,6 | 11,6 | 9,3 |      | 13,4 |      |
| 2—3     | 17,0 | 12,0 | 11,4 | 12,7 | 13,7 |     | 18,2 | 16,8 |      |
| 4—5     | 15,4 |      |      | 12,7 | 13,1 |     |      | 15,2 |      |
| 6—7     |      |      |      | 12,6 | 10,9 |     |      |      |      |
| 8—9     |      |      |      |      | 7,3  |     |      |      |      |
| 10—11   |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
| 12—13   |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
| 14—15   |      |      |      | 15,6 |      |     |      |      |      |
| 16—17   | 14,9 |      |      |      |      |     |      |      |      |
| Средняя | 16,4 | 12,0 | 12,4 | 12,6 | 13,3 | 8,5 | 18,2 | 16,1 | 10,8 |

#### Июль

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | 18,2 |      |      | 14,1 | 14,7 | 17,3 | 20,0 | 17,2 |      |
| 2—3     | 20,2 | 22,3 | 32,4 | 14,8 | 15,4 | 16,2 | 21,3 | 19,9 |      |
| 4—5     | 16,5 | 15,5 | 13,6 | 14,6 | 14,8 |      |      | 19,7 |      |
| 6—7     | 12,8 |      |      | 14,2 | 13,9 |      |      | 13,6 |      |
| 8—9     |      |      |      |      | 20,5 |      |      |      |      |
| 10—11   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 12—13   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 14—15   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 16—17   |      |      |      | 17,5 |      |      |      |      |      |
| Средняя | 19,6 | 18,9 | 15,3 | 14,6 | 15,2 | 16,6 | 20,6 | 19,3 | 14,3 |

#### Август

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | 15,9 | 10,6 | 13,3 | 12,8 | 14,3 |      | 18,9 | 16,8 |      |
| 2—3     | 19,1 |      | 11,4 | 14,1 | 14,5 | 14,8 | 15,1 | 19,3 |      |
| 4—5     | 17,9 |      | 12,3 | 14,3 | 15,3 |      |      | 19,9 |      |
| 6—7     |      |      |      | 15,4 | 15,6 |      |      |      |      |
| 8—9     |      |      |      | 11,2 |      |      |      |      |      |
| Средняя | 18,3 | 10,6 | 12,2 | 14,0 | 14,8 | 14,8 | 17,0 | 18,8 | 13,4 |

#### Сентябрь

|     |      |      |      |      |      |      |     |      |  |
|-----|------|------|------|------|------|------|-----|------|--|
| 0—1 | 12,6 | 19,0 | 11,4 | 8,0  | 8,3  |      | 6,6 | 12,0 |  |
| 2—3 | 15,0 |      | 9,7  | 10,4 | 10,8 | 12,7 | 6,9 | 14,6 |  |
| 4—5 | 14,1 |      | 10,1 | 11,6 | 12,1 |      |     | 13,6 |  |

| Скорость<br>ветра, м/с | С    | СВ   | В    | ЮВ   | Ю     | ЮЗ   | З    | СЗ   | Штиль |
|------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| 6—7                    |      |      |      | 11,4 | 11,7  |      |      |      |       |
| 8—9                    |      |      |      | 6,0  |       |      |      |      |       |
| 10—11                  |      |      |      |      |       |      |      |      |       |
| 12—13                  |      | 16,7 |      |      |       |      |      |      |       |
| Средняя                | 14,8 | 17,8 | 10,7 | 10,4 | 11,0  | 12,7 | 6,8  | 14,3 | 6,8   |
| Октябрь                |      |      |      |      |       |      |      |      |       |
| 0—1                    | 4,8  | 4,0  | —0,1 | 3,2  | 3,7   |      |      | 5,3  |       |
| 2—3                    | 8,3  |      | 5,5  | 5,1  | 5,5   | 7,7  |      | 8,7  |       |
| 4—5                    | 11,6 |      | 11,5 | 6,7  | 7,1   |      |      | 11,1 |       |
| 6—7                    |      |      |      | 2,9  | 0,4   |      |      | 6,4  |       |
| Средняя                | 7,1  | 4,0  | 6,1  | 5,2  | 5,6   | 7,7  |      | 6,4  | 2,6   |
| Ноябрь                 |      |      |      |      |       |      |      |      |       |
| 0—1                    | —1,4 | 1,6  | —4,8 | —2,2 | —1,5  |      | 1,2  | —2,2 |       |
| 2—3                    | —0,3 | 3,2  |      | 0,0  | 0,1   |      | 3,5  | —1,6 |       |
| 4—5                    |      |      | —1,5 | 1,8  | 1,8   |      |      | —6,7 |       |
| 6—7                    |      |      |      | 2,3  | —0,5  |      |      | 0,1  |       |
| Средняя                | —0,3 | 4,6  | —5,0 | 0,1  | 0,5   |      | 4,4  | —1,7 | —2,8  |
| Декабрь                |      |      |      |      |       |      |      |      |       |
| 0—1                    | —5,7 | —4,4 |      | —4,6 | —4,4  |      |      | —5,6 |       |
| 2—3                    | —4,7 |      | —6,5 | —2,6 | —2,3  |      |      | —5,3 |       |
| 4—5                    | —7,6 |      | 3,6  | —1,7 | —2,1  |      |      | —2,4 |       |
| 6—7                    |      |      |      | 1,2  | —3,6  |      |      |      |       |
| Средняя                | —5,7 | —3,6 | —3,2 | —2,5 | —2,4  |      |      | —5,5 | —5,3  |
| Алма-Ата, агро         |      |      |      |      |       |      |      |      |       |
| Январь                 |      |      |      |      |       |      |      |      |       |
| 0—1                    | —9,3 | —5,9 | —4,3 | —4,3 | —3,9  | —7,8 | —5,6 | —6,2 |       |
| 2—3                    | —7,5 | —6,2 | —4,7 | —2,5 | —2,4  | —4,4 | —4,3 | —4,4 |       |
| 4—5                    | —3,7 | —7,2 | —2,8 | 0,3  | 1,5   | —0,6 | —2,5 | —5,0 |       |
| 6—7                    |      | —3,6 | 6,1  |      | —10,2 | —2,1 | —1,7 | —7,3 |       |
| 8—9                    |      | —9,0 |      |      |       | 7,5  | —0,5 |      |       |
| Средняя                | —7,4 | —5,7 | —4,1 | —2,6 | —2,6  | —4,6 | —4,2 | —4,8 | —6,1  |
| Февраль                |      |      |      |      |       |      |      |      |       |
| 0—1                    | —5,8 | —6,0 | —6,6 | —5,7 | —5,1  | —6,6 | —1,7 | —5,9 |       |
| 2—3                    | —5,2 | —5,3 | —4,3 | —2,1 | —1,6  | —3,1 | —3,2 | —5,1 |       |
| 4—5                    | —6,4 | —5,8 | 1,3  | 1,0  | 1,7   | —1,3 | —4,5 | —8,4 |       |
| 6—7                    |      |      |      | 6,9  | 5,9   | —1,4 | 3,9  |      |       |
| 8—9                    |      |      |      |      | 10,8  | —0,9 |      |      |       |
| Средняя                | —5,1 | —5,2 | —4,3 | —2,9 | —2,6  | —3,6 | —2,7 | —5,1 | —6,6  |
| Март                   |      |      |      |      |       |      |      |      |       |
| 0—1                    | —0,1 | 0,1  | —0,1 | 0,2  | 0,4   | 0,3  | 0,03 | 0,4  |       |
| 2—3                    | —0,2 | —0,9 | 1,1  | 2,4  | 3,4   | 1,6  | 2,1  | 1,9  |       |
| 4—5                    | 5,9  | 2,6  | 3,3  | 7,4  | 7,3   | 4,5  | 1,9  | 3,6  |       |
| 6—7                    | 8,3  | 13,8 | 1,3  | 1,5  | 4,5   | 6,4  | 6,1  |      |       |
| 8—9                    |      | 14,1 |      |      |       |      | 0,7  |      |       |
| 10—11                  |      |      |      |      |       | 3,1  |      |      |       |
| 12—13                  |      |      |      |      |       | 12,3 |      |      |       |
| Средняя                | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 2,2  | 3,1   | 2,1  | 1,6  | 2,0  | —0,5  |

| Скорость<br>ветра, м/с | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ | Штиль |
|------------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|-------|
|------------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|-------|

### Апрель

|         |      |     |      |      |      |     |      |      |     |
|---------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|-----|
| 0—1     | 7,6  | 4,6 | 6,9  | 7,2  | 8,1  | 6,6 | 5,6  | 7,8  |     |
| 2—3     | 8,4  | 8,8 | 7,7  | 8,4  | 8,9  | 6,7 | 6,4  | 10,2 |     |
| 4—5     | 12,6 | 1,1 | 9,8  | 10,2 | 8,7  | 9,1 | 7,5  | 12,7 |     |
| 6—7     | 10,8 | 9,4 | 10,1 | 9,5  | 10,9 | 9,5 | 9,1  | 7,9  |     |
| 8—9     |      |     | 12,2 | 13,8 | 12,1 |     | 8,1  |      |     |
| 10—11   |      |     |      |      |      |     |      |      |     |
| 12—13   |      |     |      |      |      |     | 1,3  |      |     |
| 14—15   |      |     |      |      |      |     | 10,1 |      |     |
| Средняя | 9,5  | 8,8 | 7,7  | 8,4  | 8,8  | 7,2 | 6,6  | 10,0 | 6,7 |

### Май

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | 14,0 | 12,6 | 10,8 | 13,1 | 12,4 | 11,1 | 11,7 | 12,2 |      |
| 2—3     | 13,9 | 11,8 | 13,4 | 13,4 | 12,9 | 12,0 | 14,0 | 15,8 |      |
| 4—5     | 14,4 | 14,3 | 12,8 | 13,8 | 13,4 | 11,4 | 11,1 | 15,2 |      |
| 6—7     | 11,0 | 21,8 | 22,4 | 16,0 | 14,2 | 11,6 | 12,3 | 15,0 |      |
| 8—9     |      | 18,9 |      | 6,9  | 14,2 | 8,2  |      | 16,9 |      |
| 10—11   |      |      |      |      |      | 11,3 |      |      |      |
| 12—13   |      |      |      |      |      | 12,8 |      |      |      |
| 14—15   |      | 9,4  |      |      | 11,7 |      |      |      |      |
| Средняя | 14,7 | 14,0 | 12,6 | 13,4 | 12,9 | 11,7 | 12,9 | 15,0 | 12,5 |

### Июнь

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | 20,4 | 18,2 | 16,5 | 18,4 | 17,9 | 17,9 | 19,1 | 20,2 |      |
| 2—3     | 20,6 | 19,5 | 18,4 | 17,6 | 18,1 | 18,7 | 19,7 | 20,9 |      |
| 4—5     | 20,5 | 20,8 | 17,4 | 17,5 | 18,0 | 19,5 | 19,5 | 21,4 |      |
| 6—7     | 14,0 | 18,5 | 20,9 | 16,6 | 17,7 | 17,4 | 13,7 |      |      |
| 8—9     |      |      |      | 15,7 |      | 19,2 |      |      |      |
| 10—11   |      |      |      |      |      | 15,8 |      |      |      |
| 12—13   |      |      |      |      |      | 19,3 |      | 13,7 |      |
| 14—15   |      |      |      |      |      | 9,5  |      |      |      |
| Средняя | 20,5 | 19,6 | 18,0 | 17,6 | 18,0 | 18,6 | 19,4 | 20,8 | 18,2 |

### Июль

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | 23,7 | 22,6 | 20,5 | 20,1 | 20,0 | 21,9 | 22,7 | 23,0 |      |
| 2—3     | 22,8 | 22,5 | 20,8 | 19,6 | 19,4 | 20,2 | 21,5 | 22,5 |      |
| 4—5     | 20,4 | 22,3 | 19,6 | 19,0 | 19,6 | 20,1 | 20,7 | 19,8 |      |
| 6—7     | 16,5 | 18,0 | 20,2 | 19,8 | 19,3 | 23,8 | 23,6 | 19,5 |      |
| 8—9     |      |      |      | 21,6 | 15,5 |      | 16,8 |      |      |
| Средняя | 22,7 | 22,3 | 20,3 | 19,6 | 19,5 | 20,5 | 21,7 | 22,4 | 21,1 |

### Август

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | 22,0 | 20,5 | 18,3 | 18,2 | 17,9 | 20,2 | 19,8 | 21,9 |      |
| 2—3     | 20,9 | 19,9 | 18,2 | 18,3 | 18,0 | 18,8 | 20,3 | 20,9 |      |
| 4—5     | 20,8 | 20,4 | 17,2 | 18,5 | 11,6 | 18,4 | 20,1 | 22,1 |      |
| 6—7     | 18,6 | 23,6 | 20,3 | 21,0 | 16,7 | 18,5 | 13,5 | 18,6 |      |
| 8—9     |      | 15,1 |      |      | 16,9 | 22,0 |      |      |      |
| 10—11   | 15,8 |      |      |      |      |      | 15,1 |      |      |
| 12—13   |      |      |      |      | 16,9 |      |      |      |      |
| 14—15   |      |      |      |      | 20,4 |      |      |      |      |
| Средняя | 21,2 | 20,2 | 18,4 | 18,4 | 16,8 | 18,9 | 20,1 | 21,3 | 18,9 |

| Скорость<br>ветра, м/с | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ | Штиль |
|------------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|-------|
|------------------------|---|----|---|----|---|----|---|----|-------|

### Сентябрь

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0—1     | 15,2 | 13,5 | 12,3 | 13,8 | 12,3 | 10,1 | 12,7 | 15,5 |      |
| 2—3     | 15,9 | 16,0 | 15,3 | 14,1 | 13,7 | 12,5 | 15,9 | 16,2 |      |
| 4—5     | 15,8 | 16,2 | 14,9 | 15,6 | 15,1 | 14,9 | 16,5 | 18,3 |      |
| 6—7     |      |      | 17,8 | 12,7 | 13,7 | 17,6 | 11,7 |      |      |
| 8—9     |      |      |      |      |      | 12,1 |      |      |      |
| Средняя | 15,9 | 15,4 | 14,4 | 14,3 | 13,7 | 12,0 | 15,1 | 16,3 | 12,6 |

### Октябрь

|         |     |     |     |      |      |      |     |      |     |
|---------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|------|-----|
| 0—1     | 8,1 | 5,6 | 7,0 | 8,5  | 8,0  | 5,5  | 7,0 | 9,3  |     |
| 2—3     | 9,5 | 8,6 | 6,4 | 9,1  | 9,0  | 7,6  | 8,3 | 9,0  |     |
| 4—5     | 8,8 | 9,6 | 3,2 | 10,6 | 11,0 | 9,4  | 9,8 | 11,4 |     |
| 6—7     |     |     | 8,8 | 5,2  | 13,2 | 8,0  |     | 8,6  |     |
| 8—9     |     |     | 9,6 |      |      | 20,8 | 4,2 |      |     |
| 10—11   |     |     |     |      |      |      | 5,7 |      |     |
| Средняя | 9,1 | 8,1 | 6,6 | 9,2  | 9,0  | 7,3  | 8,1 | 9,4  | 7,3 |

### Ноябрь

|         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1     | 1,4 | 2,8 | 1,0 | 2,5 | 2,8 | 1,6 | 1,8 | 3,4 |     |
| 2—3     | 3,6 | 3,0 | 3,1 | 4,5 | 5,0 | 2,3 | 4,1 | 4,0 |     |
| 4—5     | 3,5 | 4,1 | 2,7 | 6,5 | 7,0 | 3,7 | 6,5 | 7,2 |     |
| 6—7     |     | 1,5 | 4,7 | 4,0 | 4,4 | 8,4 |     |     |     |
| 8—9     |     |     |     | 5,5 |     |     |     |     |     |
| 10—11   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 12—13   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 14—15   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 16—17   |     |     |     |     |     |     | 7,8 |     |     |
| Средняя | 2,6 | 3,2 | 2,4 | 4,0 | 4,5 | 2,3 | 3,7 | 4,1 | 1,9 |

### Декабрь

|         |      |      |      |      |     |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| 0—1     | —4,8 | —8,6 | —4,1 | —2,7 | 0,1 | —3,7 | —2,2 | —3,2 |      |
| 2—3     | —3,6 | —2,8 | —1,7 | 0,5  | 1,5 | —1,3 | —2,2 | —0,8 |      |
| 4—5     | —5,2 | —0,8 | 3,8  | 2,4  | 2,3 | —1,6 | 2,0  |      |      |
| 6—7     |      |      | —0,5 |      | 6,5 | 4,1  | —3,0 |      |      |
| 8—9     |      |      |      |      |     | 1,8  |      |      |      |
| Средняя | —3,6 | —4,2 | —1,8 | —0,4 | 0,9 | —1,5 | —1,7 | —1,5 | —3,2 |

Таблица 56

Повторяемость (%) температур различных градаций в зависимости  
от скорости ветра. Алма-Ата, ГМО.

| Скорость<br>ветра, м/с | Температура воздуха, °С |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         |         |              |              |              |
|------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|---------|---------|---------|--------------|--------------|--------------|
|                        | 28,0—26,1               | 26,0—24,1 | 24,0—22,1 | 22,0—20,1 | 20,0—18,1 | 18,0—16,1 | 16,0—14,1 | 14,0—12,1 | 12,0—10,1 | 10,0—8,1 | 8,0—6,1 | 6,0—4,1 | 4,0—2,1 | 2,0—0,0 | —0,1... —2,0 | —2,1... —4,0 | —4,1... —6,0 |
| Январь                 |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         |         |              |              |              |
| 0—1                    |                         |           |           |           |           |           |           | 0,1       | 0,1       | 0,3      | 0,6     | 1,5     | 3,1     | 5,3     | 7,5          | 9,1          | 9,8          |
| 2—3                    |                         |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,1      | 0,2     | 0,5     | 1,1     | 2,0     | 2,3          | 2,1          | 2,2          |
| 4—5                    |                         |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       | 0,0      | 0,1     | 0,2     | 0,4     | 0,3     | 0,3          | 0,3          | 0,2          |
| 6—7                    |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |          | 0,0     | 0,1     | 0,1     | 0,1     | 0,0          | 0,1          | 0,0          |
| 8—9                    |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         | 0,0     |         | 0,0     | 0,0          |              |              |
| 10—11                  |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         | 0,0     | 0,0          |              |              |
| Февраль                |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         |         |              |              |              |
| 0—1                    |                         |           |           |           |           |           | 0,1       | 0,1       | 0,3       | 0,6      | 1,4     | 2,9     | 4,4     | 7,9     | 8,0          | 8,6          | 8,1          |
| 2—3                    |                         |           |           |           |           | 0,0       | 0,1       | 0,1       | 0,1       | 0,2      | 0,6     | 1,5     | 1,6     | 2,0     | 2,2          | 2,0          | 2,6          |
| 4—5                    |                         |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       | 0,1      | 0,3     | 0,4     | 0,4     | 0,3     | 0,4          | 0,2          | 0,2          |
| 6—7                    |                         |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,0      | 0,0     | 0,1     | 0,1     | 0,0     | 0,1          | 0,0          |              |
| 8—9                    |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         | 0,0     |         | 0,0     |              |              |              |
| Март                   |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         |         |              |              |              |
| 0—1                    | 0,0                     | 0,1       | 0,0       | 0,3       | 0,5       | 0,9       | 1,7       | 2,5       | 3,4       | 5,2      | 6,9     | 8,4     | 8,9     | 8,2     | 6,5          | 5,4          |              |
| 2—3                    |                         | 0,1       | 0,2       | 0,2       | 0,5       | 0,7       | 1,4       | 1,8       | 2,6       | 3,0      | 3,2     | 2,7     | 2,4     | 2,4     | 1,8          | 1,2          |              |
| 4—5                    |                         | 0,0       | 0,0       | 0,1       | 0,1       | 0,2       | 0,5       | 0,3       | 0,3       | 0,7      | 0,5     | 0,4     | 0,3     | 0,3     | 0,1          | 0,2          |              |
| 6—7                    |                         | 0,0       |           | 0,0       |           | 0,1       | 0,0       | 0,1       | 0,1       | 0,0      | 0,1     | 0,1     | 0,0     | 0,1     |              | 0,0          |              |
| 8—9                    |                         |           |           |           | 0,0       | 0,0       |           |           |           | 0,0      | 0,0     | 0,0     |         |         |              |              |              |
| 10—11                  |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         | 0,0     |         |              |              |              |
| 12—13                  |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         |         |              | 0,0          |              |
| 14—15                  |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         |         |              |              |              |

| Скорость<br>ветра, м/с | Температура воздуха, °С |               |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|------------------------|-------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                        | -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 | -20,1... -22,0 | -22,1... -24,0 | -24,1... -26,0 | -26,1... -28,0 | -28,1... -30,0 | -30,1... -32,0 | -32,1... -34,0 | -34,1... -36,0 | -36,1... -38,0 |

## Январь

[illegible]

## Февраль

[illegible]

## Mapт

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1   | 3,9 | 2,8 | 1,5 | 1,0 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,0 |
| 2—3   | 1,0 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 |     |
| 4—5   | 0,1 | 0,0 | 0,0 |     |     |     |     |     |
| 6—7   |     |     |     | 0,0 |     |     |     |     |
| 8—9   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 10—11 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 12—13 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 14—15 |     |     |     |     |     |     |     |     |

| Скорость<br>ветра, м/с | Температура воздуха, °С |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                        | 34,0—32,1               | 32,0—30,1 | 30,0—28,1 | 28,0—26,1 | 26,0—24,1 | 24,0—22,1 | 22,0—20,1 | 20,0—18,1 | 18,0—16,1 | 16,0—14,1 |

Апрель

|       |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1   |  |     | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,6 | 1,4 | 2,4 | 3,7 | 5,5 | 7,1 |
| 2—3   |  | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,8 | 1,4 | 2,4 | 2,9 | 3,4 | 4,2 |
| 4—5   |  |     |     |     | 0,0 | 0,1 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 1,2 |
| 6—7   |  |     | 0,0 |     | 0,0 |     | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| 8—9   |  |     |     |     |     | 0,0 |     | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 10—11 |  |     |     |     |     |     | 0,0 |     |     |     |     |
| 12—13 |  |     |     |     |     |     |     |     | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 14—15 |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 16—17 |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 18—20 |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 0,0 |

Май

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1   | 0,0 | 0,1 | 0,5 | 1,0 | 2,5 | 3,5 | 5,4 | 6,1 | 7,1 | 7,8 | 6,9 |
| 2—3   | 0,0 | 0,1 | 0,4 | 0,5 | 1,6 | 2,6 | 3,6 | 4,5 | 4,8 | 4,6 | 4,9 |
| 4—5   |     |     | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,7 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| 6—7   |     | 0,0 | 0,1 |     | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 |
| 8—9   |     |     |     |     | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 10—11 |     |     |     |     | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |     | 0,0 | 0,0 |
| 12—13 |     |     |     |     |     | 0,0 | 0,0 |     | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 14—15 |     |     |     |     | 0,0 |     |     | 0,0 | 0,0 | 0,0 |     |
| 16—17 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 0,0 |
| 18—20 |     |     |     |     |     |     |     | 0,0 |     |     | 0,0 |

| Скорость,<br>ветра, м/с | Температура воздуха, °С |          |         |         |         |         |              |              |              |              |               |
|-------------------------|-------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|                         | 12,0—10,1               | 10,0—8,1 | 8,0—6,1 | 6,0—4,1 | 4,0—2,1 | 2,0—0,0 | —0,1... —2,0 | —2,1... —4,0 | —4,1... —6,0 | —6,1... —8,0 | —8,1... —10,0 |

Апрель

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1 | 7,3 | 7,7 | 6,8 | 5,4 | 3,5 | 2,9 | 2,0 | 0,7 | 0,4 | 0,2 | 0,1 |
| 2—3 | 4,2 | 4,2 | 3,5 | 2,0 | 1,3 | 1,1 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,0 |
| 4—5 | 1,0 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,1 |     |     |
| 6—7 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |     |     |     |     |     |     |     |

[illegible]

Май

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1   | 5,4 | 4,0 | 2,4 | 1,2 | 0,6 | 0,3 | 0,1 |     |
| 2—3   | 3,0 | 1,7 | 1,0 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,0 |     |
| 4—5   | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,0 |     | 0,0 | 0,0 |
| 6—7   | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |     |     |     |
| 8—9   | 0,0 |     | 0,0 |     |     |     |     |     |
| 10—11 | 0,0 |     |     |     |     |     |     |     |
| 12—13 |     | 0,0 |     |     |     |     |     |     |
| 14—15 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 16—17 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 18—20 |     |     |     |     |     |     |     |     |

| Скорость<br>ветра, м/с | Температура воздуха, °C |           |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                        | 42,0—40,1               | 40,0—38,1 | 38,0—36,1 | 36,0—34,1 | 34,0—32,1 | 32,0—30,1 | 30,0—28,1 | 28,0—26,1 | 26,0—24,1 |

## Июнь

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1 | 0,0 | 0,1 | 0,6 | 1,2 | 2,7 | 4,3 | 6,3 |
| 2—3 | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,9 | 1,4 | 2,6 | 4,1 |
| 4—5 |     | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,6 | 0,9 |
| 6—7 |     |     |     |     | 0,1 | 0,2 | 0,3 |
| 8—9 |     |     |     |     |     | 0,0 | 0,1 |



|       |  |  |  |  |  |     |  |     |     |
|-------|--|--|--|--|--|-----|--|-----|-----|
| 10—11 |  |  |  |  |  |     |  | 0,0 | 0,1 |
| 12—13 |  |  |  |  |  | 0,0 |  |     |     |
| 14—15 |  |  |  |  |  |     |  | 0,0 |     |
| 16—17 |  |  |  |  |  |     |  |     |     |
| 18—20 |  |  |  |  |  |     |  |     |     |

Июль

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1   |     | 0,0 | 0,1 | 0,5 | 1,2 | 2,6 | 4,3 | 6,3 | 7,3 |
| 2—3   | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,5 | 0,7 | 1,9 | 3,5 | 4,7 | 5,3 |
| 4—5   |     |     | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,3 | 0,6 | 1,1 | 1,3 |
| 6—7   |     |     |     | 0,0 |     | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| 8—9   |     |     |     |     |     | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 |
| 10—11 |     |     |     |     |     |     |     |     | 0,0 |
| 12—13 |     |     |     |     |     |     | 0,0 |     |     |
| 14—15 |     |     |     |     |     |     |     | 0,0 |     |
| 16—17 |     |     |     |     | 0,0 |     | 0,0 |     |     |
| 18—20 |     |     |     |     |     |     |     | 0,0 |     |

| Скорость<br>ветра, м/с | Температура воздуха, °С |           |           |           |           |           |           |          |         |
|------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|
|                        | 24,0—22,1               | 22,0—20,1 | 20,0—18,1 | 18,0—16,1 | 16,0—14,1 | 14,0—12,1 | 12,0—10,1 | 10,0—8,1 | 8,0—6,1 |

Июнь

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1   | 7,2 | 7,3 | 6,4 | 6,0 | 4,0 | 2,4 | 1,0 | 0,6 | 0,2 |
| 2—3   | 5,8 | 6,0 | 5,3 | 4,0 | 3,4 | 1,8 | 0,8 | 0,3 | 0,0 |
| 4—5   | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 1,2 | 1,0 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,0 |
| 6—7   | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,0 |     |
| 8—9   | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |     |     |     |
| 10—11 |     | 0,0 | 0,0 |     | 0,0 | 0,0 |     |     |     |
| 12—13 | 0,0 | 0,0 |     | 0,0 | 0,0 | 0,0 |     |     |     |
| 14—15 |     |     |     | 0,0 |     | 0,0 |     |     |     |
| 16—17 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 18—20 |     | 0,0 |     |     |     |     |     |     |     |

| Скорость<br>ветра, м/с | Температура воздуха, °C |           |           |           |           |           |           |          |         |
|------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|
|                        | 24,0—22,1               | 22,0—20,1 | 20,0—18,1 | 18,0—16,1 | 16,0—14,1 | 14,0—12,1 | 12,0—10,1 | 10,0—8,1 | 8,0—6,1 |

## Июль

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 0—1   | 7,8 | 7,3 | 5,4 | 3,6 | 1,6 | 0,6 | 0,1 |     |  |
| 2—3   | 6,4 | 6,2 | 5,0 | 2,8 | 1,3 | 0,5 | 0,1 | 0,1 |  |
| 4—5   | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 0,9 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |  |
| 6—7   | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |  |
| 8—9   | 0,1 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |     |     |  |
| 10—11 |     | 0,0 | 0,0 |     | 0,0 |     |     |     |  |
| 12—13 |     | 0,0 | 0,0 |     |     |     |     |     |  |
| 14—15 | 0,0 |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 16—17 |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 18—20 |     |     |     |     |     |     |     |     |  |

| Скорость<br>ветра, м/с | Температура воздуха, °C |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                        | 40,0—38,1               | 38,0—36,1 | 36,0—34,1 | 34,0—32,1 | 32,0—30,1 | 30,0—28,1 | 28,0—26,1 | 26,0—24,1 | 24,0—22,1 | 22,0—20,1 | 20,0—18,1 | 18,0—16,1 | 16,0—14,1 |

## Август

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1   |     | 0,1 | 0,3 | 1,2 | 1,9 | 3,5 | 4,5 | 5,7 | 6,6 | 6,9 | 7,1 | 4,9 | 3,6 |
| 2—3   | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1,3 | 2,0 | 3,3 | 5,0 | 6,0 | 6,4 | 5,6 | 3,8 | 2,6 |
| 4—5   |     | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,6 | 1,6 | 1,4 | 1,8 | 1,6 | 1,3 | 0,6 | 0,5 |
| 6—7   |     |     |     | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |
| 8—9   |     |     |     |     | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| 10—11 |     |     |     |     |     |     | 0,0 |     |     |     |     |     |     |
| 12—13 |     |     |     |     |     |     |     | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |     |     |
| 14—15 |     |     |     |     |     | 0,0 |     | 0,0 |     |     |     |     |     |
| 16—17 |     |     |     |     |     |     |     |     | 0,0 |     | 0,0 | 0,0 |     |

## Сентябрь

|     |  |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1 |  |  | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,8 | 1,7 | 2,9 | 4,0 | 4,4 | 5,3 | 6,4 | 7,0 |
| 2—3 |  |  |     | 0,0 | 0,2 | 0,7 | 0,9 | 1,9 | 2,2 | 3,5 | 5,4 | 4,9 | 5,3 |
| 4—5 |  |  |     |     | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 1,0 | 1,3 | 1,6 | 1,3 | 1,2 |
| 6—7 |  |  |     |     | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,1 |

|       |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 8—9   | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,1 |     |
| 10—11 |     |     | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 12—13 |     |     | 0,0 |     |     | 0,0 |

Октябрь

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1   | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,9 | 1,5 | 2,2 | 3,0 | 4,2 |
| 2—3   | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,7 | 1,2 | 1,6 | 3,2 |
| 4—5   |     | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 1,0 |
| 6—7   |     |     |     | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 |
| 8—9   |     |     |     |     | 0,0 |     | 0,0 | 0,1 |
| 10—11 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 12—13 |     |     |     |     |     | 0,0 |     |     |

| Скорость<br>ветра, м/с | Температура воздуха, °C |           |          |         |         |         |         |              |              |              |              |               |
|------------------------|-------------------------|-----------|----------|---------|---------|---------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|                        | 14,0—12,1               | 12,0—10,1 | 10,0—8,1 | 8,0—6,1 | 6,0—4,1 | 4,0—2,1 | 2,0—0,0 | —0,1... —2,0 | —2,1... —4,0 | —4,1... —6,0 | —6,1... —8,0 | —8,1... —10,0 |

Август

|       |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|
| 0—1   | 1,9 | 1,2 | 0,2 | 0,0 |
| 2—3   | 1,2 | 0,4 | 0,1 | 0,0 |
| 4—5   | 0,2 | 0,0 | 0,0 |     |
| 6—7   | 0,1 | 0,0 |     |     |
| 8—9   |     |     |     |     |
| 10—11 |     |     |     |     |
| 12—13 |     |     |     |     |
| 14—15 |     |     |     |     |
| 16—17 |     |     |     |     |

Сентябрь

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1   | 6,4 | 5,5 | 4,5 | 2,6 | 1,2 | 0,5 | 0,5 | 0,1 |
| 2—3   | 4,0 | 2,9 | 1,5 | 1,0 | 0,4 | 0,2 | 0,1 |     |
| 4—5   | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,1 |     | 0,0 |     |
| 6—7   | 0,0 | 0,1 | 0,1 |     | 0,0 |     |     |     |
| 8—9   | 0,0 | 0,0 |     |     |     |     |     |     |
| 10—11 |     |     |     | 0,0 |     |     |     |     |
| 12—13 | 0,  |     |     |     |     |     |     |     |

| Скорость<br>ветра, м/с | Температура воздуха °C |           |          |         |         |         |         |              |              |              |              |               |
|------------------------|------------------------|-----------|----------|---------|---------|---------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|                        | 14,0—12,1              | 12,0—10,1 | 10,0—8,1 | 8,0—6,1 | 6,0—4,1 | 4,0—2,1 | 2,0—0,0 | -0,1... -2,0 | -2,1... -4,0 | -4,1... -6,0 | -6,1... -8,0 | -8,1... -10,0 |

## Октябрь

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1   | 6,2 | 7,6 | 8,0 | 8,3 | 7,3 | 6,3 | 5,1 | 2,7 | 1,1 | 0,4 | 0,1 | 0,0 |
| 2—3   | 3,9 | 4,1 | 3,4 | 3,0 | 2,4 | 1,6 | 1,2 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |     |
| 4—5   | 0,9 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,0 |     |     |     |
| 6—7   | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |     |     |     |     |     |
| 8—9   | 0,0 |     |     | 0,0 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 10—11 | 0,0 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 12—13 |     | 0,0 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

| Скорость<br>ветра, м/с | Температура воздуха, °C |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         |         |
|------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|---------|---------|---------|
|                        | 30,0—28,1               | 28,0—26,1 | 26,0—24,1 | 24,0—22,1 | 22,0—20,1 | 20,0—18,1 | 18,0—16,1 | 16,0—14,1 | 14,0—12,1 | 12,0—10,1 | 10,0—8,1 | 8,0—6,1 | 6,0—4,1 | 4,0—2,1 | 2,0—0,0 |

## Ноябрь

|     |  |  |  |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |
|-----|--|--|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|
| 0—1 |  |  |  |  | 0,1 | 0,1 | 0,6 | 0,8 | 1,3 | 2,4 | 3,7 | 5,7 | 7,9 | 8,2 | 11,2 | 10,6 | 7,8 |
| 2—3 |  |  |  |  |     | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,5 | 1,3 | 1,9 | 2,1 | 2,5 | 2,6 | 2,4  | 1,6  | 1,3 |
| 4—5 |  |  |  |  | 0,0 |     |     | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3  | 0,2  | 0,1 |
| 6—7 |  |  |  |  |     |     |     | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0  | 0,0  | 0,0 |
| 8—9 |  |  |  |  |     |     |     |     |     |     |     | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0  | 0,0  |     |

## Декабрь

|     |  |  |  |  |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |
|-----|--|--|--|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| 0—1 |  |  |  |  |  | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,7 | 1,8 | 3,0 | 6,0 | 7,8 | 10,7 | 9,6 |
| 2—3 |  |  |  |  |  |     | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,7 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 2,1  | 1,8 |

4—5  
6—7  
8—9  
10—11  
12—13

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
|     |     | 0,0 |     |     |     |     |     |
|     |     |     |     | 0,0 | 0,0 |     |     |
|     |     |     |     | 0,0 | 0,0 |     | 0,0 |

| Скорость<br>ветра, м/с | Температура воздуха, °С |              |               |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|------------------------|-------------------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                        | -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 | -20,1... -22,0 | -22,1... -24,0 | -24,1... -26,0 | -26,1... -28,0 | -28,1... -30,0 | -30,1... -32,0 | -32,1... -34,0 |

### Ноябрь

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1 | 5,0 | 3,6 | 2,8 | 2,0 | 1,4 | 1,0 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |
| 2—3 | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,0 |     |     |     |     | 0,0 |     |
| 4—5 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |     | 0,0 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 6—7 | 0,1 | 0,0 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 8—9 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

### Декабрь

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 0—1   | 7,9 | 7,3 | 6,8 | 5,0 | 3,6 | 3,4 | 2,7 | 1,7 | 1,3 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 0,1 |  |
| 2—3   | 1,7 | 1,3 | 1,3 | 0,9 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |     | 0,0 | 0,0 |     |  |
| 4—5   | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 6—7   |     |     | 0,0 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 8—9   | 0,0 | 0,0 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 10—11 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 12—13 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |

Примечание: Повторяемость менее 0,1 % обозначена 0,0.

Таблица 57

Повторяемость (%) различных сочетаний температуры воздуха и скорости ветра. Алма-Ата, ГМО

| Скорость<br>ветра, м/с | Температура воздуха, °C |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         |         |
|------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|---------|---------|---------|
|                        | 36,0—34,1               | 34,0—32,1 | 32,0—30,1 | 30,0—28,1 | 28,0—26,1 | 26,0—24,1 | 24,0—22,1 | 22,0—20,1 | 20,0—18,1 | 18,0—16,1 | 16,0—14,1 | 14,0—12,1 | 12,0—10,1 | 10,0—8,1 | 8,0—6,1 | 6,0—4,1 | 4,0—2,1 | 2,0—0,0 |
| Зима                   |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         |         |
| День                   |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         |         |
| 0—1                    |                         |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       | 0,1       | 0,2       | 0,7       | 1,8      | 3,0     | 5,0     | 7,6     | 8,6     |
| 2—5                    |                         |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       | 0,1       | 0,0       | 0,2       | 0,4      | 0,9     | 1,7     | 1,9     | 2,2     |
| 6—9                    |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       |          | 0,0     | 0,1     | 0,0     | 0,1     |
| 10—13                  |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         |         |
| Ночь                   |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         |         |
| 0—1                    |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       | 0,0       | 0,4      | 1,2     | 2,9     | 5,9     |         |
| 2—5                    |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,1       | 0,2       | 0,7      | 1,6     | 1,9     | 2,1     |         |
| 6—9                    |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       | 0,1      | 0,0     | 0,1     | 0,2     |         |
| 10—13                  |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         | 0,0     |         |         |
| Весна                  |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         |         |
| День                   |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         |         |
| 0—1                    |                         |           | 0,1       | 0,5       | 1,1       | 2,3       | 2,3       | 3,5       | 3,8       | 4,0       | 4,1       | 4,0       | 3,5       | 3,4      | 3,2     | 3,0     | 2,9     | 2,8     |
| 2—5                    |                         |           | 0,1       | 0,5       | 1,0       | 1,8       | 3,6       | 3,7       | 5,5       | 5,0       | 3,9       | 4,8       | 3,5       | 3,3      | 2,8     | 1,9     | 1,7     | 1,8     |
| 6—9                    |                         |           | 0,0       |           | 0,0       | 0,1       | 0,1       | 0,2       | 0,2       | 0,3       | 0,1       | 0,1       | 0,2       | 0,1      | 0,1     | 0,1     | 0,0     | 0,1     |
| 10—13                  |                         |           |           |           |           |           |           | 0,1       |           |           | 0,1       |           | 0,0       |          |         |         |         | 0,0     |
| Ночь                   |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |         |         |
| 0—1                    |                         |           |           |           |           | 0,0       | 0,1       | 0,3       | 0,6       | 1,7       | 3,4       | 4,0       | 4,9       | 4,9      | 5,7     | 5,1     | 4,5     | 4,8     |
| 2—5                    |                         |           |           |           |           | 0,0       | 0,4       | 1,2       | 2,2       | 3,4       | 4,8       | 6,8       | 5,7       | 4,6      | 3,7     | 3,2     | 2,4     | 2,0     |
| 6—9                    |                         |           |           |           |           |           |           | 0,2       | 0,4       | 0,4       | 0,5       | 0,5       | 0,5       | 0,1      | 0,1     | 0,1     | 0,1     |         |
| 10—13                  |                         |           |           |           |           |           |           | 0,0       | 0,0       | 0,0       |           |           |           |          |         | 0,0     |         | 0,0     |
| 14—17                  |                         |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       | 0,0       |           |           |          |         |         |         |         |
| 18—20                  |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       |           |          |         |         |         |         |

| Скорость<br>ветра, м/с | Температура воздуха, °С |              |              |              |               |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                        | -0,1... -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 | -18,1... -20,0 | -20,1... -22,0 | -22,1... -24,0 | -24,1... -26,0 | -26,1... -28,0 | -28,1... -30,0 | -30,1... -32,0 | -32,1... -34,0 |

Зима

День

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|
| 0—1   | 9,9 | 8,6 | 7,9 | 7,1 | 5,8 | 4,4 | 2,6 | 1,8 | 1,4 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,0 |     |  |  |  |
| 2—5   | 3,0 | 2,4 | 2,9 | 2,0 | 1,6 | 1,0 | 0,9 | 0,4 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |     |     | 0,0 |  |  |  |
| 6—9   | 0,0 | 0,1 | 0,0 |     | 0,0 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
| 10—13 | 0,0 | 0,0 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |

Ночь

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0—1   | 8,5 | 8,8 | 8,3 | 8,5 | 7,8 | 7,1 | 5,7 | 4,7 | 3,6 | 2,2 | 1,7 | 0,7 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| 2—5   | 2,8 | 2,5 | 2,4 | 1,7 | 1,6 | 1,1 | 0,7 | 0,6 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |     |     | 0,0 |     | 0,0 | 0,0 |
| 6—9   | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 10—13 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Весна

День

|       |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 0—1   | 2,3 | 1,8 | 0,9 | 0,7 | 0,3 | 0,1 | 0,1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2—5   | 1,0 | 0,8 | 0,5 | 0,2 | 0,0 |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6—9   |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10—13 |     |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Ночь

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |     |  |  |  |  |  |  |  |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|-----|--|--|--|--|--|--|--|
| 0—1   | 3,7 | 2,9 | 2,2 | 1,7 | 1,0 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,1 |  | 0,0 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2—5   | 1,3 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 |  |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 6—9   | 0,0 |     |     |     |     |     | 0,0 |     |     |  |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 10—13 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 14—17 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |     |  |  |  |  |  |  |  |
| 18—20 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |     |  |  |  |  |  |  |  |

| Скорость<br>ветра, м/с | Температура воздуха, °С |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |
|------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|---------|
|                        | 42,0—40,1               | 40,0—38,1 | 38,0—36,1 | 36,0—34,1 | 34,0—32,1 | 32,0—30,1 | 30,0—28,1 | 28,0—26,1 | 26,0—24,1 | 24,0—22,1 | 22,0—20,1 | 20,0—18,1 | 18,0—16,1 | 16,0—14,1 | 14,0—12,1 | 12,0—10,1 | 10,0—8,1 | 8,0—6,1 | 6,0—4,1 |
| Лето                   |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |
| День                   |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |
| 0—1                    |                         | 0,0       | 0,2       | 1,0       | 2,8       | 5,5       | 9,3       | 10,3      | 9,9       | 6,4       | 4,2       | 2,7       | 1,1       | 0,7       | 0,5       | 0,1       | 0,0      |         |         |
| 2—5                    | 0,0                     | 0,0       | 0,1       | 0,9       | 2,0       | 4,4       | 7,2       | 7,6       | 7,2       | 6,3       | 3,9       | 1,7       | 0,9       | 0,8       | 0,4       | 0,1       |          | 0,0     |         |
| 6—9                    |                         |           |           |           |           | 0,1       | 0,1       | 0,1       | 0,2       | 0,2       | 0,3       | 0,2       | 0,0       | 0,2       | 0,1       | 0,0       | 0,1      |         |         |
| 10—13                  |                         |           |           |           | 0,0       |           | 0,0       |           |           | 0,0       | 0,1       |           |           | 0,1       |           |           |          |         |         |
| 14—17                  |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       | 0,0       |           |          |         |         |
| 18—20                  |                         |           |           |           |           |           |           | 0,0       |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |
| Ночь                   |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |
| 0—1                    |                         |           |           |           |           |           | 0,1       | 0,4       | 1,0       | 2,1       | 4,3       | 6,4       | 6,7       | 5,0       | 2,6       | 1,2       | 0,4      | 0,1     |         |
| 2—5                    |                         |           |           |           |           | 0,0       | 0,4       | 1,7       | 3,3       | 9,9       | 13,9      | 14,5      | 9,5       | 6,4       | 3,4       | 0,8       | 0,6      | 0,1     |         |
| 6—9                    |                         |           |           |           |           |           | 0,1       | 0,2       | 0,5       | 0,6       | 1,0       | 0,9       | 0,6       | 0,5       | 0,4       | 0,2       |          |         |         |
| 10—13                  |                         |           |           |           |           |           |           | 0,0       |           | 0,0       | 0,1       | 0,1       | 0,0       |           | 0,0       |           |          |         |         |
| 14—17                  |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       | 0,0       |           | 0,0       |           |          |         |         |
| 18—20                  |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       |           | 0,0       |           | 0,0       |           |          |         |         |
| Осень                  |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |
| День                   |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |
| 0—1                    |                         |           |           | 0,0       | 0,1       | 0,4       | 0,8       | 2,0       | 3,2       | 3,9       | 4,9       | 4,4       | 4,8       | 4,2       | 4,3       | 5,2       | 5,0      | 4,5     | 3,7     |
| 2—5                    |                         |           |           |           | 0,1       | 0,3       | 1,1       | 1,3       | 2,7       | 2,2       | 3,0       | 2,7       | 2,1       | 2,8       | 2,6       | 2,4       | 2,1      | 1,9     | 1,4     |
| 6—9                    |                         |           |           |           |           | 0,0       | 0,0       | 0,0       | 0,1       | 0,1       | 0,1       | 0,0       | 0,1       |           | 0,0       | 0,0       | 0,0      |         |         |
| 10—13                  |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       |           |           | 0,0       |           |          |         |         |
| Ночь                   |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |         |         |
| 0—1                    |                         |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       | 0,1       | 0,5       | 1,0       | 2,0       | 3,2       | 3,8       | 4,9       | 4,9      | 6,2     | 5,8     |
| 2—5                    |                         |           |           |           |           |           |           |           | 0,2       | 0,5       | 1,3       | 3,0       | 3,9       | 5,0       | 4,7       | 4,5       | 3,8      | 2,9     | 2,5     |
| 6—9                    |                         |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       | 0,1       | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,1       | 0,2      | 0,1     | 0,0     |
| 10—13                  |                         |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 0,0       |           |           | 0,0       | 0,0       |           |          | 0,0     |         |



| Скорость<br>ветра, м/с | Температура воздуха, °С |         |              |              |              |              |               |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|------------------------|-------------------------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                        | 4,0—2,1                 | 2,0—0,0 | -0,1... -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 | -18,1... -20,0 | -20,1... -22,0 | -22,1... -24,0 | -24,1... -26,0 | -26,1... -28,0 | -28,1... -30,0 |

Лето

День

0—1  
2—5  
6—9  
10—13  
14—17  
18—20

Ночь

0—1  
2—5  
6—9  
10—13  
14—17  
18—20

Осень

День

0—1  
2—5  
6—9  
10—13

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |     |  |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|-----|--|-----|
| 3,3 | 3,5 | 2,9 | 1,8 | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |  | 0,0 |  | 0,1 |
| 1,4 | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |     | 0,0 |  |     |  |     |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 |     |     |     |     | 0,0 |     |     |     |     |  |     |  |     |

Ночь

0—1  
2—5  
6—9  
10—13

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|-----|-----|
| 5,4 | 6,4 | 4,8 | 3,2 | 2,3 | 1,2 | 1,1 | 0,8 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,1 |  | 0,0 | 0,0 |
| 2,3 | 1,7 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,1 |     |     |     |  |     |     |
| 0,0 | 0,0 |     |     | 0,1 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |     |     |

# Мезо- и микроклиматические особенности

Таблица 58

Изменения температуры и влажности воздуха у мощного толстоструйного фонтана (насос типа 300490, Болгария.  $Q = 798 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H_{\text{н. в. с.}} = 28 \text{ м}$ )

| Дата, время                               | Направление расположения точек | Метеопараметры    | Бровка фонтана | 10 м   | 20 м   | 40 м   | Контрольная точка |
|-------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------|--------|--------|--------|-------------------|
| 9 X 1970 г., с 12 ч 35 мин по 12 ч 55 мин | Восток                         | $t^\circ\text{C}$ | 15,2           | 16,9   | 19,9   | 20,6   | 23,2              |
|                                           |                                | $r \%$            | 57             | 47     | 27     | 24     | 16                |
|                                           |                                | $d^\circ$         | Перем.         | Перем. | Перем. | Перем. | BCB               |
|                                           |                                | $v \text{ м/с}$   | 1,8            | 1,2    | 1,0    | 1,1    | 1,0               |
|                                           |                                | $\Sigma T$        | 11,0           | 12,0   | 14,0   | 14,6   | 17,2              |
|                                           |                                | $\Sigma \Sigma T$ | 9,2            | 10,5   | 13,0   | 13,6   | 16,4              |
|                                           | Запад                          | $t^\circ\text{C}$ | 13,6           | 16,1   | 18,8   | 20,3   | 22,7              |
|                                           |                                | $r \%$            | 69             | 48     | 31     | 25     | 15                |
|                                           |                                | $d^\circ$         | Перем.         | Перем. | Перем. | Перем. | BCB               |
|                                           |                                | $v \text{ м/с}$   | 1,3            | 1,6    | 1,3    | 1,3    | 1,2               |
|                                           |                                | $\Sigma T$        | 10,3           | 11,5   | 12,9   | 14,3   | 16,7              |
|                                           |                                | $\Sigma \Sigma T$ | 8,1            | 9,4    | 11,5   | 13,0   | 16,1              |

Примечание.  $Q$  — расход воды,  $H$  — напор воды.

Таблица 59

Изменения температуры и влажности воздуха у пылящего фонтана (газонного) ( $Q = 3,1 \text{ м}^3/\text{ч}$  от водонапорной сети<sup>1</sup>)

| Дата, время                               | Направление расположения точек | Метеопараметры    | Бровка фонтана | 10 м | 20 м | 40 м | Контрольная точка |
|-------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------|------|------|------|-------------------|
| 2 X 1970 г., с 12 ч 10 мин по 12 ч 55 мин | Север                          | $t^\circ\text{C}$ | 27,3           | 26,8 | 26,7 | 26,5 | 26,9              |
|                                           |                                | $r \%$            | 17             | 18   | 15   | 16   | 15                |
|                                           |                                | $d^\circ$         |                |      |      |      | C3                |
|                                           |                                | $v \text{ м/с}$   |                |      |      |      | 1,4               |
|                                           | Восток                         | $t^\circ\text{C}$ | 25,7           | 26,9 | 27,5 | 27,7 | 27,2              |
|                                           |                                | $r \%$            | 24             | 18   | 16   | 15   | 15                |
|                                           |                                | $d^\circ$         |                |      |      |      | C3                |
|                                           |                                | $v \text{ м/с}$   |                |      |      |      | 1,6               |
|                                           | Юг                             | $t^\circ\text{C}$ | 25,0           | 26,4 | 26,7 | 27,0 | 27,3              |
|                                           |                                | $r \%$            | 23             | 20   | 18   | 16   | 15                |
|                                           |                                | $d^\circ$         |                |      |      |      | CB                |
|                                           |                                | $v \text{ м/с}$   |                |      |      |      | 1,3               |

<sup>1</sup> Из расчета 0,3 л/мин на один распылитель.

Таблица 60

Изменения температуры и влажности воздуха у площадного низконапорного фонтана (насосы 6K8.  $Q = 190...110 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H = 5,5...6,6 \text{ м}$ , 3 шт.)

| Дата, время                                 | Направление расположения точек | Метеопараметры    | Бровка фонтана | 10 м | 20 м | 40 м | Контрольная точка |
|---------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------|------|------|------|-------------------|
| 30 IX 1970 г., с 13 ч 20 мин по 14 ч 30 мин | Север                          | $t^\circ\text{C}$ | 23,4           | 23,9 | 24,5 | 24,3 | 23,1              |
|                                             |                                | $r \%$            | 31             | 27   | 22   | 24   | 28                |
|                                             |                                | $d^\circ$         |                |      |      |      | CCB               |
|                                             |                                | $v \text{ м/с}$   |                |      |      |      | 1,4               |

| Дата, время                                       | Направление рас-<br>положе-<br>ния точек | Метео-<br>вели-<br>чины | Бровка<br>фонтана | 10 м | 20 м | 40 м | Кон-<br>троль-<br>ная<br>точка |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------|-------------------|------|------|------|--------------------------------|
| 30 IX 1970 г.,<br>с 13 ч 20 мин<br>по 14 ч 30 мин | Восток                                   | $t^{\circ}\text{C}$     | 23,2              | 23,2 | 23,3 | 22,6 | 23,2                           |
|                                                   |                                          | $r\%$                   | 33                | 27   | 26   | 27   | 27                             |
|                                                   |                                          | $d^{\circ}$             |                   |      |      |      | ССВ                            |
|                                                   | Юг                                       | $v\text{ м/с}$          |                   |      |      |      | 1,8                            |
|                                                   |                                          | $t^{\circ}\text{C}$     | 22,2              | 22,8 | 23,3 | 23,2 | 23,4                           |
|                                                   |                                          | $r\%$                   | 35                | 32   | 26   | 25   | 28                             |
|                                                   | Запад                                    | $d^{\circ}$             |                   |      |      |      | ССВ                            |
|                                                   |                                          | $v\text{ м/с}$          |                   |      |      |      | 2,0                            |
|                                                   |                                          | $t^{\circ}\text{C}$     | 23,4              | 23,5 | 23,7 | 23,4 | 23,5                           |
|                                                   |                                          | $r\%$                   | 35                | 27   | 25   | 25   | 26                             |
|                                                   |                                          | $d^{\circ}$             |                   |      |      |      | ССВ                            |
|                                                   |                                          | $v\text{ м/с}$          |                   |      |      |      | 1,6                            |

Таблица 61

Изменения температуры и влажности воздуха у кругового ступенчатого фонтана  
(насос 4 НДВ.  $Q = 180...126\text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H = 84...64\text{ м}$ )

| Дата, время                                     | Направление рас-<br>положе-<br>ния точек | Метео-<br>вели-<br>чины | Бровка<br>фонтана | 10 м | 20 м | 40 м | Кон-<br>троль-<br>ная<br>точка |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------|-------------------|------|------|------|--------------------------------|
| 1 X 1970 г.,<br>с 12 ч 50 мин<br>по 13 ч 25 мин | Север                                    | $t^{\circ}\text{C}$     | 20,7              | 22,6 | 23,2 | 22,7 | 22,9                           |
|                                                 |                                          | $r\%$                   | 38                | 29   | 26   | 26   | 27                             |
|                                                 |                                          | $d^{\circ}$             |                   |      |      |      | Перем.                         |
|                                                 | Восток                                   | $v\text{ м/с}$          |                   |      |      |      | 0,6                            |
|                                                 |                                          | $t^{\circ}\text{C}$     | 20,6              | 22,4 | 22,5 | 22,8 | 23,0                           |
|                                                 |                                          | $r\%$                   | 41                | 30   | 26   | 25   | 27                             |
|                                                 | Юг                                       | $d^{\circ}$             |                   |      |      |      | Перем.                         |
|                                                 |                                          | $v\text{ м/с}$          |                   |      |      |      | 0,6                            |
|                                                 |                                          | $t^{\circ}\text{C}$     | 20,6              | 22,2 | 22,7 | 22,8 | 23,1                           |
|                                                 | Запад                                    | $r\%$                   | 41                | 30   | 26   | 26   | 27                             |
|                                                 |                                          | $d^{\circ}$             |                   |      |      |      | Перем.                         |
|                                                 |                                          | $v\text{ м/с}$          |                   |      |      |      | 0,6                            |
|                                                 |                                          | $t^{\circ}\text{C}$     | 20,9              | 22,4 | 23,0 |      | 23,3                           |
|                                                 |                                          | $r\%$                   | 40                | 30   | 26   |      | 26                             |
|                                                 |                                          | $d^{\circ}$             |                   |      |      |      | Перем.                         |
|                                                 |                                          | $v\text{ м/с}$          |                   |      |      |      | 0,6                            |

### Пограничный слой

Таблица 62

Повторяемость (%) направления ветра на разных высотах. 1966—1975 гг.

| Направление<br>ветра | I          |     |    | II     |     |    | III    |     |    | IV     |     |    | V      |     |    | VI     |     |    |
|----------------------|------------|-----|----|--------|-----|----|--------|-----|----|--------|-----|----|--------|-----|----|--------|-----|----|
|                      | Высота, км |     |    |        |     |    |        |     |    |        |     |    |        |     |    |        |     |    |
|                      | флюгер     |     |    | флюгер |     |    | флюгер |     |    | флюгер |     |    | флюгер |     |    | флюгер |     |    |
|                      | 0,5        | 1,0 |    | 0,5    | 1,0 |    | 0,5    | 1,0 |    | 0,5    | 1,0 |    | 0,5    | 1,0 |    | 0,5    | 1,0 |    |
| С                    | 9          | 5   | 4  | 16     | 4   | 4  | 18     | 7   | 4  | 17     | 9   | 7  | 16     | 10  | 7  | 12     | 8   | 7  |
| СВ                   | 6          | 16  | 14 | 4      | 16  | 14 | 6      | 20  | 15 | 7      | 23  | 17 | 6      | 23  | 21 | 6      | 19  | 17 |
| В                    | 4          | 13  | 19 | 5      | 13  | 17 | 5      | 12  | 18 | 8      | 8   | 16 | 7      | 7   | 11 | 8      | 9   | 10 |

[illegible]

| Направление<br>ветра                              | Высота, м |    |      |    |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |
|---------------------------------------------------|-----------|----|------|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|
|                                                   | VII       |    | VIII |    | IX |    | X  |    | XI |    | XII |    |    |    |    |    |
|                                                   |           |    |      |    |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |
| С<br>СВ<br>В<br>ЮВ<br>Ю<br>ЮЗ<br>З<br>СЗ<br>Штиль | флюгер    | 7  | 5    | 15 | 9  | 8  | 15 | 10 | 7  | 17 | 21  | 5  | 11 | 4  | 8  | 4  |
|                                                   | 0,5       | 20 | 18   | 6  | 24 | 20 | 7  | 23 | 19 | 7  | 21  | 14 | 7  | 12 | 5  | 14 |
|                                                   | 1,0       | 5  | 12   | 8  | 8  | 13 | 8  | 11 | 16 | 7  | 11  | 16 | 4  | 15 | 2  | 14 |
|                                                   | флюгер    | 8  | 4    | 31 | 2  | 4  | 8  | 3  | 5  | 20 | 5   | 5  | 16 | 9  | 5  | 12 |
|                                                   | 0,5       | 5  | 8    | 7  | 5  | 4  | 8  | 5  | 5  | 5  | 6   | 4  | 6  | 4  | 5  | 6  |
|                                                   | 1,0       | 20 | 17   | 10 | 18 | 18 | 19 | 16 | 13 | 17 | 15  | 23 | 12 | 15 | 18 | 10 |
|                                                   | флюгер    | 8  | 8    | 3  | 8  | 6  | 11 | 17 | 20 | 10 | 17  | 28 | 3  | 4  | 25 | 6  |
|                                                   | 0,5       | 9  | 4    | 10 | 8  | 13 | 7  | 8  | 8  | 5  | 6   | 6  | 3  | 3  | 3  | 4  |
|                                                   | 1,0       | 20 | 16   | 10 | 18 | 18 | 19 | 17 | 20 | 10 | 17  | 23 | 12 | 15 | 18 | 10 |
|                                                   | флюгер    | 8  | 8    | 13 | 8  | 6  | 15 | 10 | 8  | 21 | 7   | 10 | 3  | 4  | 12 | 4  |
|                                                   | 0,5       | 9  | 4    | 10 | 8  | 13 | 7  | 8  | 8  | 5  | 6   | 6  | 3  | 3  | 3  | 4  |
|                                                   | 1,0       | 20 | 18   | 6  | 24 | 20 | 7  | 23 | 19 | 7  | 21  | 14 | 7  | 12 | 5  | 14 |

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ . . . . .                                                                                             | 3   |
| 1. ВВЕДЕНИЕ . . . . .                                                                                             | 5   |
| 1.1. Физико-географические условия местоположения города<br>и его окрестностей. Общие сведения о городе . . . . . | —   |
| 1.2. История развития метеорологических наблюдений в<br>Алма-Ате . . . . .                                        | 8   |
| 2. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ . . . . .                                                                                   | 10  |
| 3. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ . . . . .                                                                   | 32  |
| 3.1. Атмосферное давление . . . . .                                                                               | 36  |
| 3.2. Ветер . . . . .                                                                                              | 38  |
| 4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ . . . . .                                                                                    | 50  |
| 4.1. Температура воздуха . . . . .                                                                                | —   |
| 4.2. Температура почвы . . . . .                                                                                  | 59  |
| 5. РЕЖИМ АТМОСФЕРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ . . . . .                                                                        | 64  |
| 5.1. Влажность воздуха . . . . .                                                                                  | —   |
| 5.2. Атмосферные осадки . . . . .                                                                                 | 74  |
| 5.3. Снежный покров . . . . .                                                                                     | 83  |
| 6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ . . . . .                                                               | 93  |
| 6.1. Облачность . . . . .                                                                                         | —   |
| 6.2. Атмосферные явления . . . . .                                                                                | 97  |
| 7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ . . . . .                                                                 | 110 |
| 7.1. Зима . . . . .                                                                                               | 111 |
| 7.2. Весна . . . . .                                                                                              | 113 |
| 7.3. Лето . . . . .                                                                                               | 119 |
| 7.4. Осень . . . . .                                                                                              | 122 |
| 8. КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ . . . . .                                                                           | 125 |
| 8.1. Температурно-влажностный режим . . . . .                                                                     | —   |
| 8.2. Температурно-ветровой режим . . . . .                                                                        | 129 |
| 9. МЕЗО- И МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОДА . . . . .                                                        | 132 |
| 10. ВОЗДУШНЫЙ БАССЕЙН ГОРОДА . . . . .                                                                            | 141 |
| 10.1. Загрязнение воздушного бассейна города . . . . .                                                            | —   |
| 10.2. Биоклимат Алма-Аты и его горных окрестностей . . . . .                                                      | 145 |
| 11. ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ И КЛИМАТ СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЫ<br>В РАЙОНЕ АЛМА-АТЫ . . . . .                                  | 153 |
| 11.1. Пограничный слой . . . . .                                                                                  | —   |
| 11.2. Климат свободной атмосферы над Алма-Атой . . . . .                                                          | 163 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . .                                                                                              | 175 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .                                                                                       | 176 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ. ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ . . . . .                                                                | 179 |

## КЛИМАТ АЛМА-АТЫ

Редактор Л. В. Ковель. Технический редактор Л. М. Шишкова. Корректор А. В. Хюркес  
Н/К

Сдано в набор 25.10.84. Подписано в печать 20.05.85. М-27 872. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. бумага  
тип. № 2. Гарнитура лугатурная. Печать высокая. Печ. л. 16,5. Кр.-отт. 16,76. Уч.-изд.  
л. 18,68. Тираж 550 экз. Индекс ПРЛ-140. Заказ № 461. Цена 1 р. 20 к. Заказное.

Гидрометеониздат. 199053. Ленинград, 2-я линия, 23

Типография им. Котлякова издательства «Финансы и статистика»  
Государственного комитета СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.  
191023. Ленинград. Д-23, Садовая, 21.