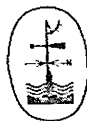


ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
КРАСНОЯРСКОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
КРАСНОЯРСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
ЦЕНТР

КЛИМАТ Абакана

Под редакцией А. С. ГЕРАСИМОВОЙ



Ленинград Гидрометеониздат
1985

55156

УДК 551.582.1(571.513-21)

Впервые дано описание климата города Абакана и представлены результаты многолетних метеорологических наблюдений. Приводятся физико-географические и исторические условия развития города и метеорологических наблюдений в нем. Климат города характеризуется по сезонам и по отдельным элементам (давление, ветер, солнечная радиация, температура, влажность, осадки, снежный покров, атмосферные явления).

Особенности климата Абакана рассматриваются как особенности климата большого города, содержатся результаты исследований загрязнения воздуха.

Предназначена для метеорологов, климатологов, географов, учителей, строителей, работников транспорта, медицины, градостроительства, коммунальных предприятий, а также для широкого круга читателей, желающих ознакомиться с климатом Абакана.

363498

КЛИМАТ АБАКАНА

Редактор З. Н. Пильникова. Техн. редактор Е. А. Маркова. Корректор Л. Б. Емельянова.

Н/К

Сдано в набор 27.03.85. Подписано в печать 24.07.85. М-22541. Формат 60×90¹/₁₆. Бум. тип. № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Печ. л. 9,5. Кр.-отг. 9,76. Уч.-изд. л. 10,55. Тираж 665 экз. Индекс ПРЛ-70. Заказ 101. Цена 70 коп. Гидрометеониздат. 199053. Ленинград, 2-я линия, д. 23.

Ленинградская типография № 8 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгения Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 190000, Ленинград, Печатный переулок, 6.

К 1903040000-142.
069(02)-85

© Красноярское территориальное управление по гидрометеорологии и контролю природной среды (Красноярское УГКС), 1985 г.

Сибирский государственный
гидрометеорологический
институт

БИБЛИОТЕКА

ПРЕДИСЛОВИЕ

Абакан — административный центр Хакасской автономной области. Это молодой, выросший в советские годы город с многоотраслевой промышленностью. Он быстро растет и благоустраивается.

В городе формируется свой климат, изучение которого представляет огромное значение для народного хозяйства. Правильный учет климатических особенностей позволяет рационально проектировать, строить город и вести городское хозяйство. Здоровье и продолжительность жизни горожан тесно связаны с городским климатом.

В книге дана характеристика основных элементов климата, полученных по материалам многолетних наблюдений на станциях Абакан и Хакасская и по материалам микроклиматических съемок, выполненных климатологами.

Книга подготовлена в отделе климата Красноярского гидрометеорологического центра при участии и под руководством А. С. Герасимовой. В создании книги принимали участие Г. А. Круглова, А. А. Никитюк, Н. П. Окишева, В. П. Слаек, Э. Н. Торопова, Н. П. Шамнэ, Л. Н. Щербакова. В подготовке табличного материала участвовали Н. Н. Захарова, М. Д. Кузнецова, И. А. Кузьминых. Отдельные разделы составлены В. Г. Нечунаевым (п. 1.1), К. В. Васильевой (п. 3), Т. И. Тычкиной и И. С. Петровой (п. 10).

Книга составлена в соответствии с рекомендациями Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова (ГГО). Научно-методическое рецензирование проведено в отделе прикладной климатологии ГГО Ц. А. Швер и Г. И. Прилипко.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Историческая справка и физико-географические условия

Абакан — административно-хозяйственный центр Хакасской автономной области — расположен на левом берегу Енисея и Абакана в месте слияния их (рис. 1). Протяженность его с севера на юг 6 км, и с запада на восток — около 15 км, площадь 53,9 км². Численность населения города 132,7 тыс. человек (на 1 января 1980 г.).

Город вырос из маленького улуса, который затем стал селением Усть-Абаканское. С 1882 г. оно являлось центром инородной

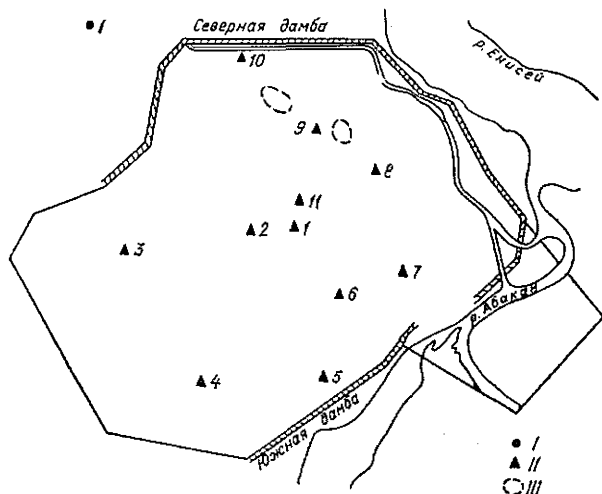


Рис. 1. Схема расположения пунктов метеорологических наблюдений (описание пунктов см. табл. 33 приложения).

I — постоянная метеостанция; II — пункты мезоклиматических наблюдений; III — районы микроклиматических наблюдений.

управы, или степной думы. В 1859 г. в селе Усть-Абаканское проживало всего 183 человека. Вплоть до Октябрьской революции здесь было всего две улицы: Набережная и Абаканская, не было ни одного промышленного предприятия, имелся лишь кустарный кожевенный завод, который вырабатывал до 700 кож в год. Основным занятием населения являлось скотоводство.

В связи с началом строительства железнодорожной линии Абакан—Ачинск в 1914 г. село получило некоторый стимул для развития. По переписи 1917 г. здесь насчитывалось 539 человек.

Великая Октябрьская социалистическая революция коренным образом изменила судьбу хакасского народа. Руководствуясь принципами ленинской национальной политики, Президиум ВЦИК

14 ноября 1923 г. принял постановление об образовании Хакасского национального уезда с центром в с. Усть-Абаканское. 25 мая 1925 г. с. Усть-Абаканское становится административным центром Хакасского округа.

Гражданская война прервала дальнейшее строительство железной дороги и только после окончательной победы над интервентами появилась возможность для завершения прокладки линии до с. Усть-Абаканского. 23 ноября 1925 г. состоялось торжественное открытие железнодорожной станции Абакан. К этому времени в районе железнодорожного вокзала образуются улицы Вокзальная и Пушкина.

20 октября 1930 г. была образована Хакасская автономная область, ее центр — с. Усть-Абаканское — был переименован в Абакан. 20 января 1931 г. Абакан получил статус города, к этому времени здесь насчитывалось 10,6 тыс. человек. Абакан в эти годы еще не имел городского облика и состоял из нескольких небольших поселков. Формирование современного города началось только после Великой Отечественной войны. Теперь Абакан является городом с многоотраслевой промышленностью: электроэнергетики, тяжелого машиностроения, кожевенных изделий, строительных материалов, обработки сельскохозяйственной продукции и др.

Современный Абакан — научный и культурный центр Хакасии. В городе имеется несколько научно-исследовательских институтов, высших учебных заведений, техникумов, средних специальных школ, много библиотек, краеведческий музей и др.

В геоморфологическом отношении территория г. Абакана и его окрестностей относится к центральной части Южно-Минусинской впадины, выраженной в современном рельефе в виде обширной котловины, ограниченной с запада Кузнецким Ала-Тау, с юга — отрогами Западного Саяна, с востока — хребтами Восточного Саяна и с севера — предгорьями Восточного Саяна и Кузнецкого Ала-Тау. Существенную роль в формировании современного рельефа данного участка минусинской котловины сыграла эрозивно-аккумулятивная деятельность рек Енисея и Абакана. Обе реки в районе города имеют хорошо разработанные асимметричные долины шириной до 20—22 км с пойменной и двумя надпойменными террасами, расположенными на левом, пологом, берегу рек. Правый берег рек — высокий обрывистый, сложен скальными породами и характеризуется следами эрозийного размыва.

Город Абакан размещается на плоской первой надпойменной и частично на пойменной террасах рек Абакана и Енисея. Абсолютные высотные отметки его территории колеблются в пределах 240—250 м над ур. м. Лишь на юго-восточной окраине города поднимается небольшая возвышенность — гора Ах-Тигей с отметкой 264 м.

Река Абакан, омывающая город с юга и востока, образуется при слиянии Большого и Малого Абакана. На большей части своего течения она является горной рекой, текущей по дну узкой залесенной долины в порожищем русле. После впадения р. Таштыпа

она выходит из гор в пределы Минусинской котловины и в дальнейшем течет по степной местности, расчлняясь на рукава и протоки, образуя многочисленные острова, отмели, косы.

Весенний и летний сток ее составляет 85—88 % годового, зимний 4—5 %. Подъем уровней весной начинается в первой половине апреля, еще при ледоставе, и достигает своего максимума (3—5 м) после очищения реки от льда в конце мая — начале июня. Бывают и значительные летние паводки. Средний годовой расход воды у города составляет около 400 м³/с, максимальный срочный 3500 м³/с. Наименьший сток (35—40 м³/с) наблюдается в зимнее время. Ледостав устанавливается во второй половине ноября, продолжительность его 140—150 дней. Вскрытие реки происходит во второй половине апреля, продолжительность ледохода от 2 до 10 дней.

В 2,0—2,5 км к западу от города протекает в направлении, близком к меридиональному, небольшая речка Ташеба, являющаяся древней старицей р. Абакана. Ширина реки в самом широком месте (северо-восточный район города) не превышает 30—40 м, при максимальной глубине не более 1,5 м. Река Ташеба впадает в Енисей восточнее совхоза им. Калинина, имея общую протяженность около 40 км. Русло реки — извилистое, заросшее камышом и травой и лежит у уступа второй надпойменной террасы рек Абакана и Енисея. В летние месяцы жарких лет речка частично пересыхает и представляет цепь отдельных водоемов со стоячей водой. Питание реки в этот период преимущественно грунтовое. Размещаясь в междуречье Абакана, Енисея и Ташебы, город неоднократно подвергался в той или иной мере затоплениям паводковыми водами. Для защиты центральной части города от затопления со стороны р. Абакана в 1928 г. была построена дамба длиной 2,5 км и высотой 2—4 м. Дамба, примыкая к горе Ах-Тигей, проходила южнее железнодорожной линии. Во время весеннего паводка 1936 г. вода доходила до гребня дамбы и в некоторых местах размывала железнодорожную насыпь. В 1969 г. город вновь был подвергнут подтоплению. К настоящему времени возведен комплекс инженерных сооружений, который надежно защищает территорию города с учетом перспективного его развития как от влияния водохранилища Красноярской ГЭС, так и от паводков рек Енисея и Абакана обеспеченностью 0,1 %.

На этом положительная роль инженерной защиты не кончается. Она способствует понижению грунтовых вод на ранее заболоченных территориях, создавая новые площади для жилищного строительства. По гребню дамбы проложены асфальтированные дороги, расширяющие транспортные возможности города. После возведения дамбы, предохраняющей население от наводнений, строительство переместилось из привокзального района к северо-востоку. Здесь застраивали улицы, засыпали землей заболоченные места, разбивали скверы.

Первый сад в городе был организован еще в 1932 г. (ныне детский парк «Орленок») на месте заболоченного озера, по бере-

гам которого, кроме кочек и зарослей камыша, никакой растительности не было. Сейчас в городе насчитывается около 16 парков и скверов, общей площадью 68 га, в том числе два парка культуры (Детский парк и парк у площади Победы), расположенные в центральной части города.

На восточной окраине в черте города располагается обширная зона отдыха трудящихся. Она представлена лесопарком общей площадью 360 га, имеющим естественную дренажную систему.

На формирование городского облика Абакана все больше влияет архитектура вновь возводимых промышленных комплексов, предприятий, жилых массивов. Плодотворно работает над проектами застройки новых и реконструкции давно сложившихся районов города коллектив Абаканского филиала института «Красноярск-гражданпроект». Уже сегодня архитекторы располагают проектами детальной планировки жилых микрорайонов города, постепенно вносятся изменения в застройку центральной его части, где теперь возвышаются 5—9-этажные жилые и общественные здания, проектируется строительство 12—16-этажных.

По асфальтированным улицам города проложены автобусные и троллейбусные маршруты, связывающие окраины города с центром.

1.2. Краткая история развития метеорологических наблюдений

Первая метеорологическая станция Абакан, город, была открыта в декабре 1927 г. для обслуживания железной дороги. Размещалась она на привокзальной площади железнодорожной станции. Метеорологическая площадка была защищена со всех сторон деревянными строениями высотой до 5 м. Станция работала по программе II разряда. В апреле 1940 г. станция была перенесена в аэропорт для обслуживания авиации и улучшения местоположения площадки. Значительно расширилась программа работ и объем наблюдений. С 1960 г. и по настоящее время станция работает как АМСГ Абакан по программе I разряда и ведет ежедневные метеорологические наблюдения. Материалы наблюдений за 1927—1960 гг. опубликованы в климатических справочниках.

В мае 1928 г. для обслуживания сельского хозяйства при Хакасской областной станции орошаемого земледелия организована метеорологическая станция, которая до 1940 г. называлась Уйбат, мелиоративная. С 1 февраля 1940 г. станция передана в ведение Красноярского управления гидрометслужбы (ныне Территориальное управление по гидрометеорологии и контролю природной среды) и реорганизована в агрометстанцию I разряда под названием Хакасская. С 15 октября 1951 г. на станции проводятся актинометрические наблюдения за прямой, рассеянной и суммарной радиацией. В 1957 г. метеоплощадка перенесена на 500 м к юго-западу. Рельеф в районе метеоплощадки — плоская равнина, обрамленная горами. В 45—50 м протекает канал Уйбатской оросительной системы, шириной до 5 м.

В конце 1960 г. на станции начаты аэрологические наблюдения и она переименована в Хакасскую аэрологическую. С 1966 г. были введены восьмисрочные метеорологические наблюдения. Единными сроками наблюдений установлены 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, и 21 ч по московскому декретному времени. На базе Хакасской станции в декабре 1973 г. создана зональная гидрометеорологическая обсерватория. Материалы ее наблюдений публиковались в ежемесячниках, ежегодниках, справочниках.

Для улучшения обслуживания различных народнохозяйственных организаций с 1 июля 1975 г. в городе начало работу Абаканское гидрометбюро. При бюро организовано три поста в различных районах города, которые 4 раза в сутки ведут наблюдения за загрязнением воздуха.

2. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ

Описание радиационного режима г. Абакана приводится по данным наблюдений актинометрической станции Хакасская за 1955—1978 гг. Используются материалы, помещенные в работах З. И. Пивоваровой [16, 17].

2.1. Продолжительность солнечного сияния

Одной из основных характеристик радиационного режима является продолжительность солнечного сияния, определяемая астрономическими факторами (временем восхода и захода солнца, продолжительностью дня, табл. 1) и режимом облачности.

Таблица 1

Среднее солнечное время восхода и захода солнца и продолжительность дня
(ч мин)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI
Восход	8 11	7 22	6 17	5 01	3 59	3 28
Заход	16 07	17 06	18 01	18 59	19 53	20 32
Продолжительность дня	7 56	9 44	11 44	13 58	15 54	17 04

Характеристика	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Восход	3 48	4 37	5 32	6 27	7 26	8 12
Заход	20 24	19 33	18 18	17 05	16 02	15 38
Продолжительность дня	16 36	14 56	12 46	10 38	8 36	7 26

За время восхода (захода) солнца принимается момент появления над горизонтом (исчезновения за горизонтом) верхнего края диска солнца. Время восхода может быть более поздним, а время захода более ранним при закрытости горизонта строениями или деревьями. Самый короткий день в Абакане (7 ч 26 мин) — день зимнего солнцестояния 22 декабря, наиболее продолжительным (17 ч 04 мин) является день летнего солнцестояния 22 июня (рис. 2). Суточный ход высоты солнца и закрытости горизонта представлены на рис. 3 и в табл. 1 приложения. Возможное число часов солнечного сияния на широте Абакана составляет 4487 (табл. 2). Фактически же солнце светит в среднем 2031 ч, что составляет 50 % времени, когда оно над горизонтом. Главной причиной такого сокращения часов сияния солнца является облачность. Естественно, что в зависимости от ее количества из года в год

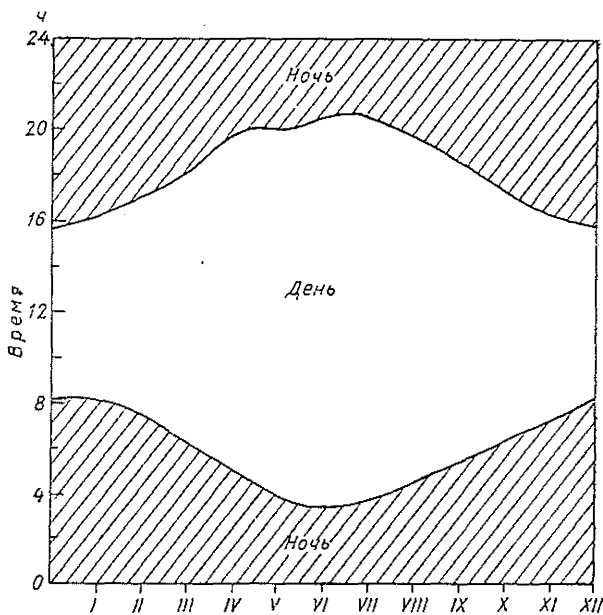


Рис. 2. Продолжительность дня и ночи.

Таблица 2

Продолжительность τ (ч) солнечного сияния

Месяц	$\tau_{\text{расч}}$	$\tau_{\text{набл}}$					$\frac{\tau_{\text{набл}}}{\tau_{\text{расч}}} \%$
		$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	год	$\tau_{\text{мин}}$	год	
I	250	68	110	1967	23	1969	33
II	273 (283)	113	160	1964	56	1972	48
III	367	185	263	1965	112	1973	57
IV	420	200	277	1953	143	1969	54
V	493	239	303	1968	163	1966	53
VI	509	272	344	1953	197	1958	58
VII	511	285	370	1975	230	1970	60
VIII	460	252	303	1962	203	1957	60
IX	383	182	242	1973	125	1968	55
X	329	120	166	1968	72	1959	41
XI	259	68	98	1955	42	1968	28
XII	233	47	74	1954	13	1959	24
Год	4487 (4497)	2031	2277	1955	1737	1972	50

Примечание. 1. Таблицы, относящиеся к этому разделу, составлены за период 1952—1978 гг. 2. В скобках приведены данные для високосного года.

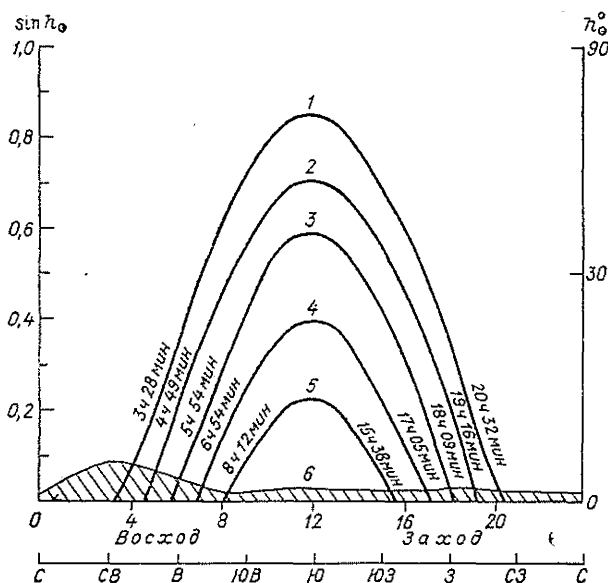


Рис. 3. Суточный ход высоты солнца и график закрытости горизонта.

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

меняется и продолжительность солнечного сияния. Так, в отдельные годы число часов солнечного сияния достигает 2277 за год (1955 г.); в другие годы уменьшается до 1737 (1972 г.). В годовом ходе наибольшее число часов солнечного сияния за месяц

Таблица 3

Характеристика солнечного сияния и число ясных и пасмурных дней

Сезон	Продолжительность солнечного сияния, ч	Отношение наблюдавшейся продолжительности к возможной	Общая облачность		Нижняя облачность		Число дней без солнца
			число ясных дней	число пасмурных дней	число ясных дней	число пасмурных дней	
Зима	481	38	14,9	63,2	111,2	1,4	44
Весна	439	53	4,3	26,6	22,8	2,2	3
Лето	809	59	5,9	36,6	27,5	7,3	3
Осень	302	48	5,6	26,8	22,2	3,4	7
Год	2031	50	30,7	153,2	183,7	14,3	57

отмечается в июле (285), наименьшее в декабре (47). В зимние месяцы число часов солнечного сияния минимально — с ноября по март оно составляет 38 % возможного. Это объясняется малой продолжительностью дня и значительной облачностью (табл. 3).

Зимой солнечное сияние регистрируется от 7—8 до 16—17 ч (табл. 2 приложения). Наибольшее их число приходится на интервал между 12 и 13 ч и составляет в январе—феврале для часового промежутка времени за месяц 13—16 ч. Летом солнечное сияние начинается значительно раньше и кончается позднее — с 3—4 до 20—21 ч. Максимальная продолжительность солнечного сияния по часовым промежуткам отмечается около полудня, в интервале от 10 до 14 ч, и составляет в июле 21,5—22,5 ч. В Абакане в среднем за год насчитывается 57 дней без солнца (табл. 4). Летом число

Таблица 4

Число дней n без солнца

Месяц	n	$n_{\text{макс}}$	Год	$n_{\text{мин}}$	Год
I	12	20	1972 и др.	2	1967
II	5	13	1972	1	1954
III	3	9	1973	0	1962 и др.
IV	2	6	1952	0	1974 и др.
V	1	5	1959	0	1974 и др.
VI	1	4	1954	0	1975 и др.
VII	1	5	1952	0	1974 и др.
VIII	1	3	1969 и др.	0	1975 и др.
IX	1	5	1969	0	1973 и др.
X	6	27	1969	1	1968 и др.
XI	11	17	1959	2	1965
XII	13	23	1959	6	1954
Год	57	105	1969	34	1962

дней без солнца незначительно (3—5). С марта по октябрь отмечены годы (50 % лет), когда в течение месяца (июнь—июль) все дни были солнечные. Зимой число дней без солнца увеличивается в среднем до 44. Максимум таких дней в январе и декабре в отдельные годы достигал 20—23.

2.2. Радиационный баланс и его составляющие

Лучистая энергия Солнца доходит до Земли в виде прямой и рассеянной солнечной радиации. В природе оба вида солнечной радиации действуют одновременно как суммарная солнечная радиация Q . Годовой ход суммарной солнечной радиации в основном аналогичен годовому ходу высоты солнца и продолжительности дня. Максимум (637 МДж/м²) наблюдается в июне, а минимум (54 МДж/м²) — в декабре (табл. 5).

Таблица 5

Средние месячные суммы солнечной радиации (МДж/(м²·мес))

Месяц	S	S'	D	Q	R_k	B_k	B	A_k %
I	75	25	59	80	46	34	—21	57
II	159	59	105	159	88	71	—0	54
III	364	176	176	352	117	235	109	32
IV	385	214	235	452	71	381	222	15
V	461	302	281	587	88	499	293	15
VI	587	373	272	637	100	536	369	15
VII	608	381	264	633	100	532	369	16
VIII	503	302	218	520	84	436	285	16
IX	344	184	159	344	59	285	155	17
X	235	88	113	201	42	159	46	20
XI	130	34	63	96	34	63	—21	38
XII	63	13	42	54	29	25	—25	55
Год	3914	2151	1987	4115	858	3258	1781	30

Примечание. Здесь и далее S — прямая радиация на перпендикулярную поверхность; S' — прямая радиация на горизонтальную поверхность; D — рассеянная радиация; Q — суммарная радиация; R_k — отраженная радиация; B_k — поглощенная радиация; B — радиационный баланс; A_k — альbedo поверхности.

В отдельные годы в зависимости от облачности общий приход суммарной радиации может значительно отличаться от средних значений (табл. 6).

Состав суммарной радиации (прямой и рассеянной) в году примерно одинаков (табл. 7). Однако в летний период большую часть потока составляет прямая (58—60 %), а зимой рассеянная радиация (от 50 до 78 %), возрастающая с уменьшением высоты солнца и увеличением облачности.

Суммарная радиация, достигая земной поверхности, не поглощается ею полностью, а частично отражается. Это — отраженная коротковолновая радиация. Отражение происходит также и от поверхности облаков. Доля отраженной радиации зависит от свойств деятельной поверхности, спектрального состава приходящей радиации и угла падения.

Отражательную способность различных поверхностей характеризует альbedo A , под которым понимают долю (в процентах) отраженной радиации по отношению к поступающей к поверхности земли суммарной радиации $A=R/Q$.

Исследования показали, что значения альbedo часто меняются в течение суток. Так, по мере уменьшения высоты солнца над горизонтом альbedo увеличивается, что связано с изменением угла падения солнечных лучей и спектрального состава радиации. При этом наибольшие значения альbedo были отмечены в утренние и вечерние часы.

В годовом ходе альbedo в городе изменяется от 15—16 % летом до 54—57 % зимой, объясняется это различиями отражательной способности травяного и снежного покрова.

Таблица 6

Экстремальные суммы солнечной радиации (МДж/(м²·мес))

Месяц	$S_{\text{макс}}$	Год	$S_{\text{мин}}$	Год	$S'_{\text{макс}}$	Год	$S'_{\text{мин}}$	Год	$D_{\text{макс}}$	Год	$D_{\text{мин}}$	Год	$Q_{\text{макс}}$	Год	$Q_{\text{мин}}$	Год
I	122	1967	21	1973	42	1959	8	1972	71	1957	42	1974 *	109	1959	59	1975
II	293	1956	105	1966	96	1956	34	1966	126	1958 *	84	1974 *	197	1956	138	1975
III	511	1956	201	1973	251	1956	92	1973	247	1958	151	1975 *	432	1957	281	1973
IV	515	1955	272	1957	285	1971	130	1958	327	1958	189	1955	494	1962	385	1973
V	587	1968	285	1966	385	1960	180	1966	348	1956	230	1973	691	1960	469	1975
VI	712	1975	465	1956	457	1975 *	260	1958	331	1965	193	1973	716	1957	557	1958
VII	817	1975	486	1970	511	1975	310	1970	327	1959	184	1975	758	1966	557	1972
VIII	624	1966	381	1967	373	1962	235	1967	256	1958	163	1973	608	1962	427	1972
IX	486	1966	214	1968	268	1959	109	1968	197	1968	122	1973	427	1959	272	1955
X	344	1955	113	1966	126	1973 *	38	1966	147	1958	75	1975	239	1968 *	159	1972
XI	193	1956	63	1968	54	1956 *	17	1968	80	1959	54	1974 *	122	1955	84	1974 *
XII	101	1955	29	1969	29	1955	4	1972 *	54	1963 *	29	1975 *	71	1958	42	1965
Год	4274	1971	3406	1972	2426	1962	1852	1972	2338	1958	1642	1975	4475	1962	3675	1972

Месяц	$R_{\text{к макс}}$	Год	$R_{\text{к мин}}$	Год	$B_{\text{к макс}}$	Год	$B_{\text{к мин}}$
I	71	1958	29	1974	54	1959	21
II	134	1958	42	1959	142	1959	46
III	314	1957	50	1972	318	1965	117
IV	122	1958	46	1975	427	1971	323
V	109	1965 *	54	1975	582	1960	415
VI	113	1966 *	80	1974	603	1957	473
VII	122	1966	80	1971	637	1966	473
VIII	100	1958	59	1972	511	1962	394
IX	75	1959	42	1975 *	352	1959	230
X	67	1974	29	1975 *	180	1968	96
XI	84	1959	17	1973 *	88	1958	29
XII	50	1957	17	1973	46	1958	8
Год	1135	1958	666	1972	3670	1962	3008

Год	$V_{\text{макс}}$	Год	$V_{\text{мин}}$	Год	$A_{\text{к макс, \%}}$	Год	$A_{\text{к мин, \%}}$	Год
1975	—12	1965	—29	1968 *	68	1958	44	1971
1957	25	1959	—84	1969	73	1957	22	1959
1957	134	1968 *	71	1973	73	1957	16	1972 *
1973	268	1971	184	1973	27	1958	12	1975
1975 *	352	1968 *	251	1966	17	1959	12	1975
1958	411	1973	318	1958	17	1959	14	1975 *
1972	436	1966	327	1965	18	1956 *	13	1974
1957	306	1966 *	222	1975	18	1958 *	13	1973
1955	180	1956	113	1975	19	1967	15	1975
1974	67	1969	12	1975	41	1974	16	1975 *
1975	—42	1971	—54	1975	70	1959	20	1958
1967 *	—17	1957	—46	1975	72	1957	38	1962
1972	1915	1971	1663	1975	73	1957	12	1975

Таблица 7

Вклад (%) прямой и рассеянной радиации в суммарную

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
S'/Q	31	37	50	48	52	58	60	58	54	44	35	24	52
D/Q	69	63	50	52	48	42	40	42	46	56	65	76	48

В зимний период, когда снежный покров устойчив, отраженная радиация возрастает с увеличением суммарной радиации и в марте достигает максимального значения (117 МДж/м²). Во время таяния снега альbedo резко уменьшается (рис. 4).

Наиболее важной с энергетической точки зрения является поглощенная радиация, которая определяется как разность между

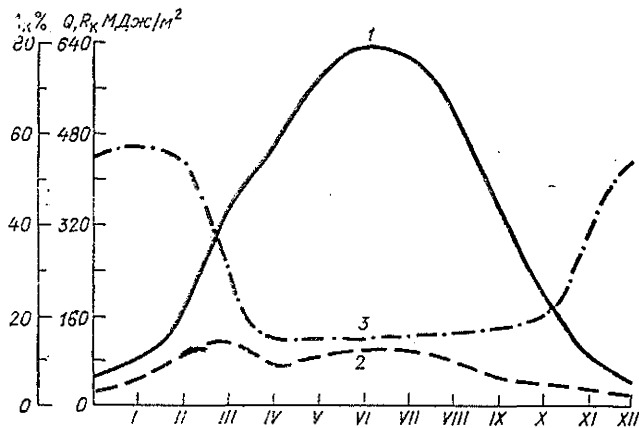


Рис. 4. Годовой ход суммарной Q (1), отраженной R_k (2) радиации и альбедо A_k (3).

суммарной и отраженной $B_k = Q - R$. В годовом ходе поглощенная радиация повторяет ход суммарной с максимумом в июне—июле (536—532 МДж/м²) и минимумом в декабре (34 МДж/м²). С увеличением прихода суммарной радиации весной возрастает и поглощенная, достигая 239—381 МДж/м² в марте—апреле. С середины лета поглощенная радиация уменьшается. Если в августе ее значения достигают 436 МДж/м², то в октябре уменьшаются до 159 МДж/м². Зимой сумма поглощенной радиации меняется мало.

Наряду с коротковолновой радиацией к земной поверхности поступает длинноволновое излучение атмосферы (встречное излучение) E_a , в свою очередь земная поверхность излучает длинноволновую радиацию соответственно своей температуре (собственное излучение) E_z . Разность собственного излучения земной по-

верхности и атмосферы называется эффективным излучением $E_{\text{эфф}}$. При балансовых наблюдениях данные об эффективном излучении получают из срочных наблюдений, а длинноволновый баланс B_d вычисляют как разность между полным и коротковолновым балансом

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

Годовая сумма $E_{\text{эфф}}$ в Абакане составляет 1505 МДж/м², а в отдельные месяцы $E_{\text{эфф}}$ имеет следующие значения:

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	X	IX	XI	XII	Год
$E_{\text{эфф}}$, МДж/м ²	59	76	126	156	202	176	176	151	129	113	84	51	1505

В годовом ходе максимум эффективного излучения наблюдается в мае (202 МДж/м²), а минимум — в декабре (51 МДж/м²).

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

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

Радиационный баланс может быть различным по своему характеру. На изменение его значения могут сказаться продолжительность ночи, состояние и характер подстилающей поверхности, облачность, мутность атмосферы и содержание в ней водяного пара. Как правило, в ночные часы ход радиационного баланса совпадает с ходом эффективного излучения. Днем ход радиационного баланса примерно параллелен изменению прямой солнечной радиации с максимумом в околополуденные часы (в июне в 12 ч 30 мин $B_Q = 0,61$ кВт/м², табл. 3 приложения). Ночью и перед восходом солнца значения радиационного баланса во все месяцы отрицательны, мало изменяются и составляют $-0,02 \dots -0,05$ кВт/м². Переход от отрицательного баланса в ночные часы к положительному в дневное время и обратно при наличии снежного покрова наблюдается при высоте солнца около 10°, а в бесснежный период — при 6,5° утром и при 10° вечером.

В районе Абакана в течение большей части года (с марта по октябрь) радиационный баланс имеет положительное значение — поверхность земли больше получает тепла, чем отдает его. Годовой радиационный баланс равен 1781 МДж/м². В апреле—мае отмечается его интенсивный рост, в июне—июле он достигает наибольшего значения (369 МДж/м²). Резкое уменьшение радиационного баланса наблюдается с сентября, минимума он достигает в январе—декабре ($-21 \dots -25$ МДж/м²). Экстремальные значения радиационного баланса приведены в табл. 6. В марте и октябре происходит переход радиационного баланса через нуль.

2.3. Радиационный режим вертикальных поверхностей

Большой практический интерес представляет изучение прихода солнечной радиации на стены зданий. Для района Абакана приводятся результаты расчета солнечной радиации, поступающей на

вертикальные поверхности, не затененные соседними сооружениями, с учетом их ориентации по странам света. Расчеты проведены по методу, предложенному З. И. Пивоваровой [17] (табл. 8, 9, 10).

Таблица 8

Возможная и действительная продолжительность τ (ч) солнечного сияния и отношение (%) действительной продолжительности солнечного сияния к возможной для стен различной ориентации

Ориентация стен	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Возможная продолжительность												
Ю	244	274	364	332	314	284	304	330	351	330	257	230
С	0	0	0	88	180	234	214	135	91	0	0	0
В, З	122	137	182	210	248	257	259	232	192	165	128	115
Действительная продолжительность												
С	0	0	0	10	33	81	73	24	2	0	0	0
В	28	48	90	101	110	136	140	127	92	56	29	18
Ю	69	109	190	192	217	190	204	234	188	117	70	45
З	41	61	100	100	122	135	137	131	98	60	41	27
Отношение действительной τ к возможной												
С	0	0	0	11	18	35	34	18	2	0	0	0
В	23	35	49	48	44	53	54	55	48	34	23	16
Ю	28	40	52	58	69	67	67	71	54	35	27	20
З	34	44	55	48	49	52	53	56	51	36	32	24

Таблица 9

Возможная дневная продолжительность солнечного сияния (ч мин) на 15-е число каждого месяца для стен различной ориентации в зависимости от широты места ($\varphi=54^{\circ}00'$) *

Ориентация	I	II	III	IV	V	VI
Ю	7 54	9 46	11 45	11 04	10 07	9 29
С				2 56	5 48	7 39
В, З	3 57	4 53	5 52	7 00	7 58	8 34
Ориентация	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ю	9 48	10 36	11 38	10 39	8 34	7 25
С	6 53	4 21	1 06			
В, З	8 21	7 30	6 23	5 20	4 17	3 42

* По З. И. Пивоваровой.

Таблица 10

Возможное время начала и конца облучения стен прямой солнечной радиацией (ч мин) при безоблачном небе на 15-е число

Месяц	Ориентация стен									
	южная		западная		северная				восточная	
	начало	конец	начало	конец	начало (утро)	конец (утро)	начало (вечер)	конец (вечер)	начало	конец
I	8 03	15 57	13 04	15 57					8 03	13 04
II	7 07	16 53	13 09	16 53					7 07	13 09
III	6 08	17 52	13 04	17 52					6 08	13 04
IV	6 28	17 32	12 55	19 00	5 00	6 28	17 32	19 00	5 00	12 55
V	6 56	17 04	12 41	19 58	4 02	6 56	17 04	19 58	4 02	12 41
VI	7 18	16 44	12 55	20 34	3 26	7 18	16 44	20 34	3 26	12 55
VII	7 06	16 54	13 01	20 19	3 39	7 06	16 54	20 19	3 39	13 01
VIII	6 41	17 19	13 00	19 30	4 30	6 41	17 19	19 30	4 30	13 00
IX	6 09	17 51	12 50	18 23	5 37	6 09	17 51	18 23	5 37	12 50
X	6 40	17 20	12 41	17 20					6 40	12 41
XI	7 43	16 17	12 40	16 17					7 43	12 40
XII	8 18	15 42	12 50	15 42					8 18	12 50

Примечания. 1. Время указано истинное солнечное. 2. В зимний период года время начала и конца облучения солнечной радиацией южных стен совпадает с восходом и заходом солнца. 3. В летний период года время начала облучения солнечной радиацией южных стен совпадает с концом облучения северных стен и наоборот. 4. Время начала облучения восточных стен совпадает с восходом солнца, конец облучения — в 12 ч. Время конца облучения западных стен совпадает с заходом солнца, начало облучения — в 12 ч.

Из табл. 9 и 10 видно, что наибольшая возможная дневная продолжительность облучения солнечной радиацией южных стен наблюдается в марте (11 ч 45 мин) и в сентябре (11 ч 38 мин), а северных и восточных — в июне (соответственно 7 ч 39 мин и 8 ч 34 мин). Стены зданий различной ориентации нагреваются по-разному в зависимости от прихода прямой солнечной радиации (табл. 11).

В летние месяцы стены восточной и юго-восточной ориентации имеют преимущество в приходе прямой радиации по сравнению с западными и юго-западными. Облучение солнечной радиацией южных стен происходит в течение всего года. Первый максимум (98,86 Вт/м²) наступает в марте, а минимум (58,15 Вт/м²) — в мае. Второй максимум (83,74 Вт/м²) — в сентябре, причем он меньше первого. Затем к декабрю поступление радиации уменьшается и достигает минимальных значений (25,59 Вт/м²). В теплую половину года суммы прямой солнечной радиации до полудня больше, чем после полудня. В холодный период года соотношение до- и послеполуденных сумм меняется и лучшие условия облучения имеют западные стены. Восточные и западные стены в летние месяцы имеют лучшие условия облучения, чем южные. Так, в июне и в июле на восточную стену поступает соответственно 72,11

Таблица 11

Прямая S' и суммарная Q солнечная радиация (Вт/м²) на вертикальную поверхность ($\varphi=54^{\circ}00'$) *

Ориентация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Прямая солнечная радиация												
С	0	0	0	1,16	8,14	17,44	12,79	4,65	0	0	0	0
СВ	0	1,16	9,30	17,44	31,40	43,03	41,87	27,91	11,63	2,33	0	0
В	6,98	17,44	41,87	46,52	58,15	72,11	70,94	59,31	44,19	22,10	9,30	4,65
ЮВ	29,08	44,19	79,08	69,78	67,45	74,43	76,76	77,92	72,11	52,34	32,56	17,44
Ю	41,87	61,64	98,86	69,78	58,15	56,99	62,80	76,76	83,74	65,13	47,68	25,59
Суммарная солнечная радиация												
С	9,30	19,77	32,56	44,19	59,31	67,45	65,13	48,85	30,24	20,93	12,79	6,98
СВ	9,30	20,93	41,87	60,48	79,08	91,88	89,55	67,45	44,19	24,42	12,79	6,98
В	16,28	37,22	72,11	94,20	109,32	124,44	120,95	98,86	74,43	41,87	22,10	11,63
ЮВ	38,38	63,96	115,14	118,63	122,12	129,09	130,26	119,79	103,51	73,27	45,36	24,42
Ю	51,17	81,41	133,75	116,30	111,65	107,00	112,81	113,97	113,97	88,39	60,48	32,56

* По З. И. Пивоваровой.

и $70,94 \text{ Вт/м}^2$, т. е. больше, чем на южную ($56,99$ и $62,80 \text{ Вт/м}^2$). Стены, обращенные к северу, с сентября по март совсем не облучаются, а с апреля по август получают от прямых солнечных лучей наименьшее количество тепла (август $17,44 \text{ Вт/м}^2$). Южные стены за год получают наибольшее количество суммарной радиации, к ним приближаются юго-восточные стены. Максимальные суммы ($133,74 \text{ Вт/м}^2$) наблюдаются в марте. Для юго-восточных стен в летние месяцы соотношение прямой радиации с общим приходом рассеянной и отраженной радиации те же, что и для восточных стен. Зимой для юго-восточных, как и для южных стен, рассеянная и отраженная радиация меньше прямой. Поэтому в годовом приходе на рассеянную и отраженную радиации приходится меньше половины. Максимум ($124,44 \text{ Вт/м}^2$) наблюдается в июне (восточные стены). Для стен северной и восточной или западной ориентации годовой ход суммарной радиации такой же, как и для горизонтальной поверхности—месячные суммы радиации увеличиваются от зимы к лету, максимум отмечается в июне—июле.

2.4. Естественная освещенность

Естественная освещенность E определяется световым потоком, поступающим от солнца, небесного свода, и подстилающей поверхности (т. е. от прямой, рассеянной и отраженной радиации). Она измеряется в люксах (лк). Различают освещенность горизонтальной поверхности прямыми солнечными лучами, рассеянным светом и суммарную освещенность. Суммы освещения за некоторый промежуток времени выражают в люкс — часах (лк·ч). Для больших значений освещенности применяется единица килолюкс (клк), равная 10^3 лк.

Для перехода от актинометрических наблюдений к значениям освещенности пользуются световым эквивалентом радиации, за который принято считать число люксов, приходящихся на 1 кВт/м^2 .

При расчете освещенности в районе Абакана были приняты значения светового эквивалента (табл. 12), данные в работе [4]. Результаты пересчета приведены в табл. 13 и табл. 4 приложения.

Таблица 12

Световой эквивалент (клк/кВт·м²·мин) суммарной радиации E_Q в зависимости от высоты солнца h_0 и облачности

h_0	10	20	30	40	50	60	70	75
E_Q	88 ± 7	94 ± 7	97 ± 6	100 ± 4	102 ± 4	102 ± 4	103 ± 3	103 ± 3

Таблица 13

Средние месячные суммы суммарной E_Q и рассеянной E_D освещенности горизонтальной поверхности (клк·мин·10⁴). 1956—1965 гг.

Месяц . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
E_Q	13	26	60	79	107	110	110	90	59	33	16	9	712
E_D	10	18	32	45	53	52	50	40	29	21	12	8	370

Основные закономерности суточного и годового хода суммарной и рассеянной освещенности такие же, как и у соответствующих видов радиации. Доля рассеянной освещенности в суммарной увеличивается с уменьшением высоты солнца, т. е. в суточном ходе она достигает наибольших значений утром и вечером, а в годовом ходе — зимой и осенью.

При пасмурном небе суммарная освещенность равна рассеянной: $E_Q = E_D$. По сравнению с рассеянной освещенностью ясного неба она быстрее увеличивается в дневные часы, а утром и вечером быстрее уменьшается. При средних условиях облачности суммарная освещенность заметно уменьшается во все сроки по сравнению с безоблачным небом, а рассеянная — заметно увеличивается.

Освещенность может изменяться в широких пределах — от 0 при восходе и заходе солнца до 110 клк при максимальной его высоте. Наибольшая суммарная освещенность отмечается в июне—июле, наименьшая — в декабре (табл. 13).

Годовое количество суммарной освещенности в 1,9 раза превышает годовое количество рассеянной. Суммы фотосинтетически активной радиации (ФАР) имеют следующие значения:

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
ФАР, МДж/м ²	42	84	176	226	293	318	318	260	172	101	50	25	2065

3. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Окружающая г. Абакан местность занимает левобережную, наиболее пониженную часть Минусинской котловины. С юга котловина ограничена Западно-Саянской горной системой, расчлененной долинами рек на несколько узких, довольно высоких горных цепей, которые на стыке с Алтаем возвышаются до 3000 м и более. С запада границей Минусинской котловины является хребет Кузнецкий Ала-Тау, вытянутый в северо-западном направлении. С Алтайскими горами он соединяется Абаканским хребтом. Высоты Абаканского хребта и Кузнецкого Ала-Тау составляют 1400—2100 м. С севера границей Минусинской котловины является невысокий горный хребет — Батеневский кряж — отрог Кузнецкого Ала-Тау. Другой отрог его — Солгонский кряж — соединяется с Восточным Саяном. Таким образом Минусинская котловина наиболее открыта с севера. По классификации Б. П. Алисова [1], в основу которой положено деление на климатические зоны по циркуляционным факторам, климат Абакана резко континентален, засушлив. Средняя годовая амплитуда температуры равна 40,5 °С. В качестве числовой характеристики континентальности климата часто используется формула Ценкера (в процентах)

$$K = \frac{6A}{5\varphi} \cdot 100 - 20,$$

где A — годовая амплитуда температуры воздуха; φ — широта места.

Оценка континентальности климата по Ценкеру составляет в Абакане около 70 %. Это на 28 % выше, чем в Москве, расположенной на 2° севернее Абакана.

Вследствие защищенности котловины горными массивами с запада, востока, юга и менее высокими возвышенностями с севера характер погоды и климата здесь существенно отличается от равнинных районов. В Абакане более низкие по сравнению с другими районами температуры воздуха зимой, что следует объяснить радиационными условиями котловины, благоприятствующими выхолаживанию приземного слоя воздуха. Таким образом, при определенных условиях (тип циркуляции и время года) физико-географические факторы данного района влияют на формирование погоды.

Территория Минусинской котловины значительно удалена от теплых морей, но открыта для мощных арктических вторжений, особенно в холодное время года. Такие вторжения наблюдаются при северо-западной фронтальной зоне, когда циклоны перемещаются с Баренцева, Карского морей или с Таймыра. При этом типе процессов за холодным фронтом обычно усиливается барический гребень или формируется антициклон. На длительное время устанавливается сухая и очень холодная погода, так как поступлению теплых влажных воздушных масс с Атлантики препятствует

устойчивый высотный барический гребень, расположенный над Уралом или Западной Сибирью.

Наиболее часто погода в Абакане складывается под влиянием континентального полярного воздуха, поступающего в тылу западных циклонов. Зимой в условиях сложного рельефа Минусинской котловины холодный воздух застаивается, образуются температурные инверсии, которые разрушаются лишь при прохождении фронтов или при усилении турбулентного перемешивания, когда увеличивается градиент давления.

Довольно часто, особенно весной и в первую половину лета, в передней части юго-западных циклонов на южные районы Красноярского края поступает тропический воздух, принося очень жаркую и сухую погоду. Максимальные температуры воздуха поднимаются до 30—35 °С, а в отдельные дни и выше. Теплый влажный воздух Атлантики доходит до Минусинской котловины редко, чаще он по пути перемещения трансформируется в континентальный.

Физико-географические факторы Минусинской котловины влияют и на распределение осадков. Над рассматриваемой территорией основной перенос воздушных масс осуществляется с юго-запада, запада и северо-запада, и распределение осадков хорошо согласуется с ориентировкой горных хребтов [9]. Анализ атмосферных процессов позволяет установить, что в Абакане преоб-

Таблица 14
Повторяемость (%) барических образований. 1971—1975 гг.

Вид	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Антициклоническое поле	8,7	7,9	8,3	8,8	8,4	7,1	7,0	6,7
Циклоны								
западные	13,7	8,7	16,7	5,0	5,0	5,0	3,7	1,2
северо-западные	8,4	6,7	11,1	21,0	15,1	0,8	1,7	4,2
юго-западные	10,0	7,3	6,3	5,9	10,0	9,1	3,2	13,2
южные	0	15,2	15,2	10,6	18,2	21,2	12,1	3,0
Малоградиентные барические образования	3,8	4,8	1,6	0,5	2,2	16,7	30,1	24,2

Вид	IX	X	XI	XII	X—IV	V—IX	Число случаев
Антициклоническое поле	9,2	8,6	8,7	10,6	61,5	38,5	1071
Циклоны							
западные	2,5	13,7	13,7	11,1	82,6	17,4	161
северо-западные	5,9	6,7	11,8	7,6	72,3	27,7	119
юго-западные	9,1	11,4	8,2	6,3	55,5	44,5	220
южные	0	4,5	0	0	45,5	54,5	66
Малоградиентные барические образования	10,8	2,6	2,2	0,5	16,1	83,9	186

ладает антициклонический тип погоды (табл. 14). Причем максимальное число дней с антициклоническим полем у земли наблюдается в зимние месяцы.

Циклоническая деятельность активно проявляется в переходное время года, когда увеличиваются контрасты температуры в тропосфере, в области высотной фронтальной зоны. По траектории перемещения циклоны, влияющие на рассматриваемую территорию, можно разделить на четыре типа: западные, северо-западные, юго-западные и южные (рис. 5).

К западному типу относятся циклоны, перемещающиеся в широтном направлении с районов Урала и Западной Сибири. При

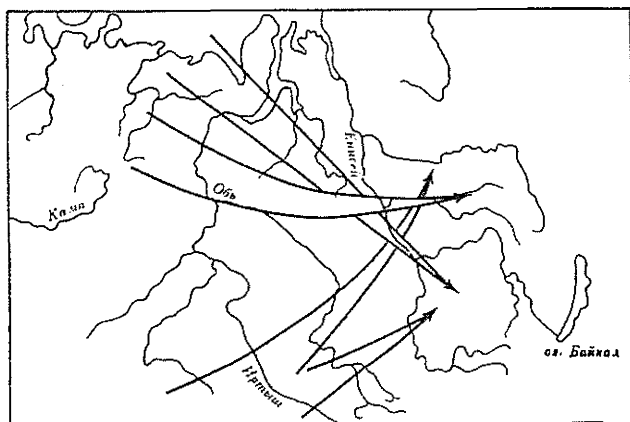


Рис. 5. Траектории перемещения циклонов.

этом типе процессов положение основных барических систем в атмосфере следующее: северо-западные районы Европейской части Советского Союза и Скандинавии, а также северные моря Советского Союза заняты обширной депрессией. Над южными районами нашей страны располагается малоградиентная область высокого давления. Высотная фронтальная зона ориентирована в широтном направлении. Заток холода осуществляется за холодным фронтом. Однако по мере смещения циклона с запада на восток воздушные массы трансформируются, поэтому существенной адвекции холода в тыловой части циклона не происходит (рис. 6). При таком типе процессов в Абакане, как правило, осадков не выпадает, так как территория степных районов Минусинской котловины оказывается на подветренной стороне Кузнецкого Ала-Тау. Ветер в Абакане с прохождением холодного фронта в этих случаях обычно усиливается до 15—20 м/с.

К северо-западному типу относятся циклоны, смещающиеся с северо-запада на юго-восток по отношению к центральным и южным районам Красноярского края (рис. 7). При этом типе процессов высотная фронтальная зона, ориентированная с северо-

запада на юго-восток, разделяет обширный циклон над северо-востоком Западной Сибири от антициклона над Средней Азией.

По западной и южной периферии высотного циклона вдоль фронтальной зоны смещаются циклоны у земли. В тылу их осу-

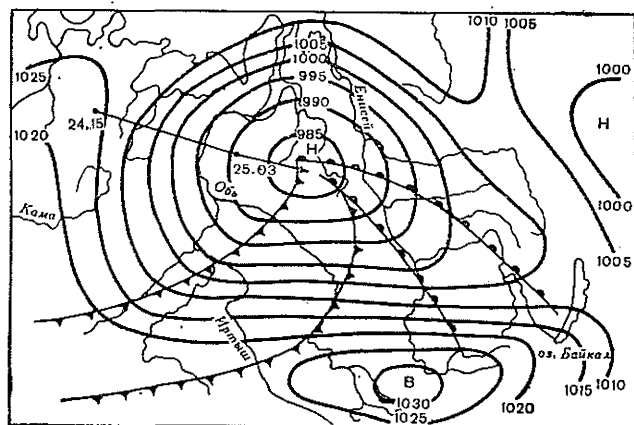


Рис. 6. Карта погоды за 25 марта 1971 г. в 15 ч. Западный циклон.

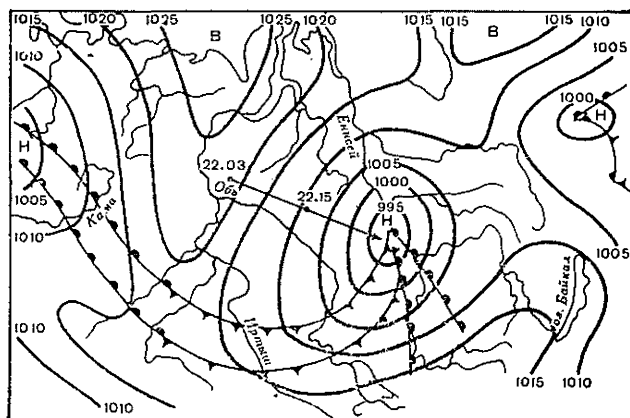


Рис. 7. Карта погоды за 23 мая 1971 г. в 03 ч. Северо-западный циклон.

ществляется заток холодного воздуха из Арктического бассейна. При прохождении холодного фронта в Абакане ветер усиливается до 20—25 м/с и более, обычно выпадают осадки. Юго-западные циклоны смещаются чаще всего с территории Казахстана и Средней Азии (рис. 8). [13]. Фронтальная зона ориентирована с юго-запада на северо-восток. Высотный циклон располагается при этом

типе процессов над севером Западной Сибири. В связи с тем что в передней части циклонов происходит интенсивный вынос тепла, в Минусинскую котловину поступает очень сухой воздух. Осадков, как правило, в Абакане не бывает даже при прохождении холодного фронта, так как интенсивный рост давления за ним и особенности орографии (защищенность котловины горами) приводят к сильным нисходящим движениям воздуха и размыванию облачности. Штормовые ветры за холодным фронтом достигают при таких процессах 25—30 м/с.

Особую важность для района г. Абакана и вообще для Минусинской котловины имеют южные циклоны, которые возникают

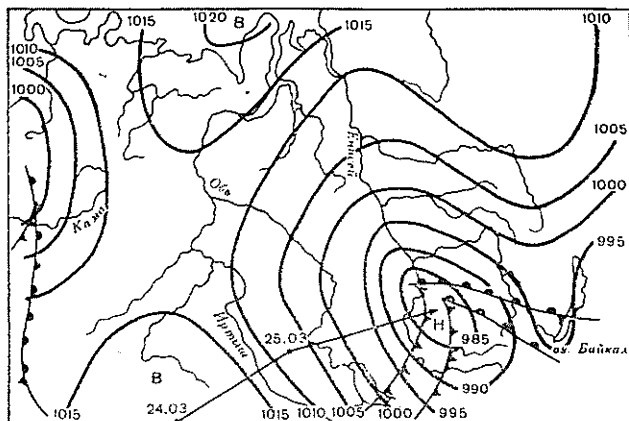


Рис. 8. Карта погоды за 25 мая 1974 г. в 15 ч. Юго-западный циклон.

непосредственно в Минусинской котловине или перемещаются с районов Восточного Казахстана и Западной Монголии и обычно сопровождаются значительными осадками.

Образование и развитие частного циклогенеза над Минусинской котловиной тесно связаны с местными физико-географическими условиями данного района. Основную роль играет рельеф местности. В работе К. Н. Никольского [13] рассмотрены случаи возникновения частных циклонических возмущений над южными районами Красноярского края, а также случаи смещения их в эти районы извне с 1950 по 1958 гг. Всего было отобрано для анализа 96 случаев. Из них 50 частных циклонов возникло непосредственно над территорией южных районов Красноярского края (группа А) и 46 циклонов сместилось сюда из других районов (группа Б). При анализе повторяемости частных циклонов по отдельным месяцам года (табл. 15) достаточно ясно выявляется сезонный ход циклонической деятельности над южными районами Красноярского края, сказывающийся в увеличении повторяемости циклонов летом. Особенно это видно при рассмотрении циклонов группы А, которые в январе и декабре совсем не наблюдаются,

Таблица 15

Повторяемость (%) южных циклонов по месяцам

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Всего
Группа А													
<i>n</i>	—	3	4	1	4	7	11	8	3	5	4	—	50
%	—	6	8	2	8	14	22	16	6	10	8	—	100
Группа Б													
<i>n</i>	1	1	2	6	8	2	4	4	5	3	7	3	46
%	2	2	4	13	17	4	9	9	11	7	15	7	100
Всего (А+Б)													
<i>n</i>	1	4	6	7	12	9	15	12	8	8	11	3	96
%	1	4	6	7	13	9	16	13	8	8	12	3	100

а за теплый период года (май—сентябрь) их повторяемость составляет 66 % с максимумом в июле (22 %). Циклоны, смещающиеся в Минусинскую котловину из других районов, более равномерно повторяются в течение года, но и здесь также заметно увеличение их числа в летний период (50 %).

Увеличение повторяемости образования частных циклонов над южными районами Красноярского края в теплое время года согласуется с сезонными особенностями общей циркуляции атмосферы, которая характеризуется усилением циклонической деятельности над Сибирью летом. Возникновению частных циклонов над южными районами Красноярского края способствует определенная структура термобарического поля нижней половины тропосферы. Для нее характерно наличие высотной фронтальной зоны над районами Средней Азии, Восточного Казахстана и Южной Сибири. Эта зона ориентирована с юго-запада на северо-восток и отделяет высотную холодную депрессию над Средней Сибирью от субтропической области высокого давления.

Возникновению частных циклонов над югом Красноярского края предшествует увеличение контрастов температуры во фронтальной зоне, обусловленное адвекцией холодного воздуха, распространяющегося с Западной Сибири на районы Казахстана и Средней Азии. Вторым благоприятным условием для образования частных циклонов над Минусинской котловиной является наличие стационарного фронта в этом районе, на котором впоследствии возникает волновое возмущение.

Выпадение осадков в районе Абакана начинается с того момента, когда открывается доступ холодному воздуху в котловину в тылу образовавшегося циклонического возмущения. Заток холодного воздуха осуществляется с северной (наиболее открытой) стороны котловины в результате изменения направления воздушных

течений во фронтальной зоне и появления северной составляющей направления ветра. Склоны горных хребтов со стороны котловины, которые при других направлениях ветра были подветренными, благодаря изменению циркуляции становятся наветренными и вдоль них получают развитие восходящие орографические движения воздуха. С вторжением холодного воздуха в котловину происходит более или менее интенсивное вытеснение теплого воздуха вверх, что и является причиной выпадения осадков. Зона осадков в этих случаях наблюдается в передней части барического гребня на фоне положительных барометрических тенденций. Осадки носят преимущественно обложной характер, но в теплое время года при неустойчивой стратификации теплого воздуха могут наблюдаться ливни и грозовая деятельность, особенно в районах, примыкающих непосредственно к горным хребтам.

Таким образом, анализируя циркуляционные процессы над югом Красноярского края, можно сделать следующие выводы.

Зимой район г. Абакана чаще всего оказывается под воздействием антициклонов и гребней, сместившихся за холодными фронтами циклонов или отрога тувинского антициклона. При этих процессах устанавливается радиационный тип погоды с мощными инверсиями температуры воздуха, туманами, дымками и сильными морозами. Разрушение инверсий происходит только с прохождением фронтов или циклонов. Весной увеличивается повторяемость юго-западных циклонов, с которыми связан вынос теплых воздушных масс. Бывают в это время и возвраты холодов при вторжениях арктического воздуха в тылу северо-западных циклонов, максимальная повторяемость которых наблюдается в апреле и мае. Поэтому в мае еще велика вероятность возникновения заморозков. Летом несколько ослабевают скорости ветра во фронтальных зонах, активность процессов уменьшается. Увеличивается вероятность осадков внутримассового характера в малоградиентных областях пониженного или повышенного давления, а также при выходе или возникновении частных южных циклонов. Осенью увеличивается зональный перенос с очень сильными ветрами во фронтальной зоне и глубокими активными циклонами, смещающимися с Атлантики. Максимальная повторяемость этих циклонов приходится на октябрь. Бывают осенью и периоды сухой погоды с выносом теплых воздушных масс с юго-запада, когда циклоны смещаются на среднее течение Енисея. Тогда устанавливаются солнечные, очень теплые дни.

3.1. Атмосферное давление

В Абакане атмосферное давление имеет четко выраженный годовой ход с максимумом зимой (декабрь—январь) и минимумом летом (июнь—июль). От июля к январю атмосферное давление повышается, от зимы к весне снижается. В среднем в июле давление на уровне станции (255 м) равно 976,9 гПа, в январе 997,9 гПа. Максимум давления (1037,1 гПа) наблюдается в ян-

варе, однако в холодный период в отдельные годы возможно понижение давления до 956,3 гПа (февраль 1966 г.).

Месячная амплитуда экстремальных значений давления зимой 30—35 гПа. В теплый период (июнь—август) изменения давления небольшие, но в отдельные годы они могут достигать 20—25 гПа. В летние месяцы наблюдался минимум давления (957,9 гПа), близкий к абсолютному (956,3 гПа, апрель 1975 г.), в то же время летом возможен и рост давления до 999,8 гПа (табл. 16).

Таблица 16
Атмосферное давление (гПа) на уровне станций

Месяц	$\bar{p}$	$p_{\text{макс}}$	$p_{\text{мин}}$	Месяц	$\bar{p}$	$p_{\text{макс}}$	$p_{\text{мин}}$
I	997,9	1037,1	957,6	VII	976,9	995,4	958,8
II	997,3	1027,9	956,3	VIII	980,2	999,8	959,0
III	993,8	1022,3	956,9	IX	986,6	1009,3	963,4
IV	989,0	1023,1	956,3	X	991,3	1016,0	958,8
V	984,3	1009,6	957,7	XI	994,7	1030,3	958,4
VI	979,6	999,1	957,9	XII	997,1	1036,8	960,2
				Год	989,1	1037,1	956,3

Примечание. Средние значения вычислены за 1941—1975 гг., а экстремальные — за 1941—1979 гг.

3.2. Ветер

В течение всего года в Абакане и его окрестностях преобладают ветры юго-западного направления (27 %), но большим постоянством отличаются и северные ветры (табл. 17). Повторяемость вет-

Таблица 17
Средняя и максимальная скорость ветра v (м/с) и повторяемость P (%) ветра по направлениям

Направление	Зима				Весна				Лето				Осень				Год			
	v		$p_{\text{макс}}$		v		$p_{\text{макс}}$		v		$p_{\text{макс}}$		v		$p_{\text{макс}}$		v		$p_{\text{макс}}$	
	v	P	$v_{\text{макс}}$	P	v	P	$v_{\text{макс}}$	P	v	P	$v_{\text{макс}}$	P	v	P	$v_{\text{макс}}$	P	v	P	$v_{\text{макс}}$	P
С	3	21	18	16	5	21	20	14	4	28	16	13	4	16	16	13	4	22	20	12
СВ	3	2	10	7	3	6	12	7	3	8	10	9	3	4	9	8	3	4	12	7
В	3	2	8	5	3	5	12	7	3	5	8	7	3	4	9	8	3	4	12	7
ЮВ	3	7	10	7	3	10	12	7	3	9	9	8	3	10	12	9	3	9	12	7
Ю	4	14	16	13	3	12	24	14	3	15	17	12	4	17	17	13	3	14	24	15
ЮЗ	7	32	24	22	7	23	24	20	5	17	20	19	6	30	20	18	6	27	34	20
З	5	13	28	19	7	16	34	20	4	10	17	16	6	14	20	18	5	13	34	20
СЗ	2	9	15	11	5	7	17	11	4	8	20	16	4	5	16	13	4	7	20	12
Штиль		44				21				27				34				34		

Примечание. Таблицы, относящиеся к этому разделу, составлены за 1936—1960 гг.

ров этих двух румбов за год составляет 50 %. Осенью и зимой чаще дуют юго-западные (30—32 %), весной — юго-западные (23 %) и северные (21 %), а летом — северные (28 %) ветры. Наименьшей повторяемостью в течение всего года отличаются ветры восточного направления — от 1 % в ноябре до 6 % в июне—июле (табл. 5 приложения). Штили отмечаются в 34 % всех случаев.

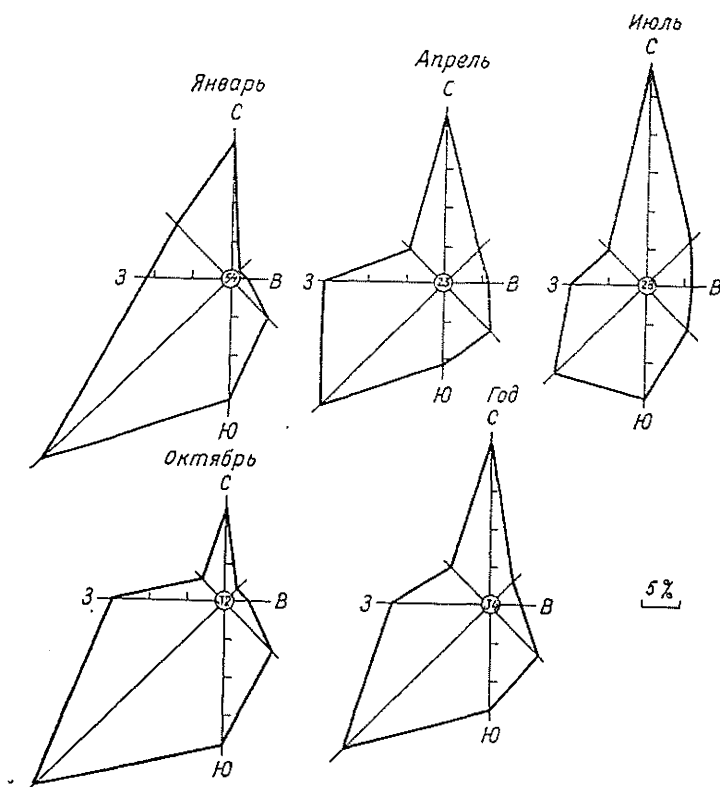


Рис. 9. Повторяемость различных направлений ветра и штилей (в кружке).

Чаще наблюдаются они зимой (44 %), реже весной (21 %). Повторяемость различных направлений ветра и штилей в отдельные месяцы показана на рис. 9. Средняя годовая скорость юго-западного и западного ветров составляет 5—6 м/с, ветров других направлений 3—4 м/с. Распределение скоростей ветра по направлениям аналогично распределению повторяемостей направлений ветра по румбам, только розы повторяемости скоростей ветра более сглажены за счет увеличения скоростей ветра восточного направления при малой их повторяемости (рис. 10).

Скорость ветра определяется в основном барическим градиентом и условиями циркуляции. Наименьшая скорость наблюдается

Таблица 18

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

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
01	2,1	2,1	2,6	3,1	2,9	2,0	1,4	1,7	2,0	2,9	3,0	2,4	2,4
07	2,0	2,0	2,2	3,2	3,5	2,5	1,9	1,9	2,0	3,0	3,0	2,5	2,5
13	2,3	2,8	3,7	5,7	5,8	4,6	3,6	3,6	4,0	4,9	4,1	2,9	4,0
19	1,9	2,7	3,5	4,6	5,0	4,1	3,1	2,9	2,8	3,5	3,2	2,6	3,3
Среднее	2,0	2,3	2,9	3,9	4,1	3,2	2,4	2,4	2,6	3,5	3,3	2,5	2,9

в безградиентных барических полях. В годовом ходе минимум скорости ветра приходится на январь и февраль, когда преобладают малоактивные процессы. В январе средняя месячная скорость ветра составляет 2,0 м/с.

В суточном ходе скорости ветра максимум приходится на 13 ч,

что связано с развитием термической конвекции, увеличивающей турбулентность атмосферы (табл. 18).

Ночью устойчивость воздуха в нижних слоях увеличивается, что содействует уменьшению скорости ветра, минимум которой отмечается именно в ночное и утреннее время. Суточный ход скорости ветра зимой выражен слабо (0,1—0,4 м/с): различие между скоростями ветра в декабре—феврале в 01 и 07 ч небольшое (0,1 м/с). Летом в суточном ходе проявляется четкий послеполуденный максимум. Днем скорости ветра вдвое больше, чем ночью, а их различие между 01 и 07 ч увеличивается до 0,6 м/с. В холодное время года наблюдается

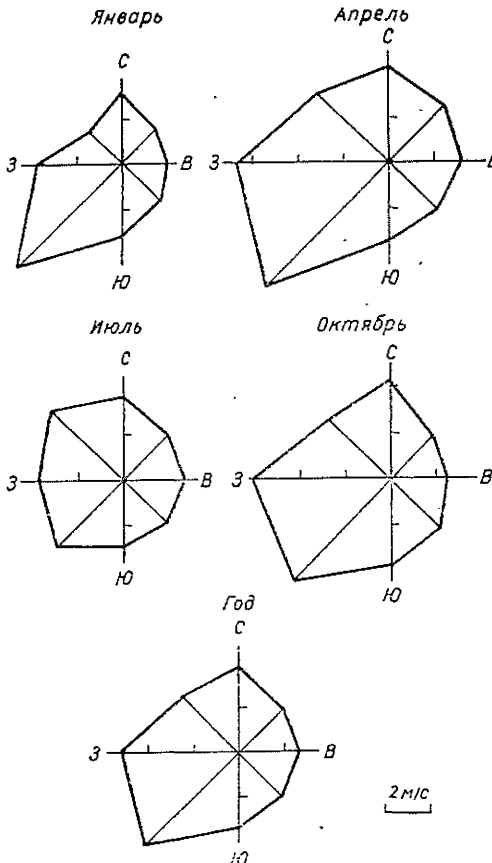


Рис. 10. Средние скорости ветра по направлениям.

наибольшее отклонение скорости ветра от средней, в теплое — наименьшее (табл. 6 приложения). В течение всего года преобладают слабые (до 5 м/с) ветры. Реже наблюдаются умеренные ветры со скоростью 6—11 м/с (табл. 7 приложения).

Ветры со скоростью 15 м/с и более называются сильными. Если хотя бы в один из сроков наблюдений скорость ветра достигла 15 м/с, то такой день считают днем с сильным ветром. В Абакане в среднем отмечается около 45 дней в году с ветром 15 м/с и больше (табл. 19). Чаще всего большие скорости ветра наблюда-

Таблица 19

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

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Число дней . . .	3,2	1,8	3,8	5,9	7,3	4,9	2,3	2,0	2,1	4,9	4,0	3,2	45

ются в переходные сезоны года. В отдельные годы число дней с сильным ветром может превышать среднее значение (в 1948 г. было 64 дня), но бывает и значительно меньше (на станциях Абакан и Хакасская в 1954 г. отмечено 19 и 4 дня соответственно). В переходные сезоны года наблюдается наибольшее отклонение числа дней с сильным ветром от среднего. Наибольшая повторяемость сильных ветров приходится на преобладающие направления (табл. 20). Ветер со скоростью 15 м/с и более северо-восточного, восточного и юго-восточного направлений не наблюдался совсем.

Таблица 20

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

Сезон	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Зима	5	0	0	0	1	67	26	1
Весна	7	0	0	0	4	53	36	0
Лето	2	0	0	0	1	63	17	17
Осень	2	0	0	0	4	62	29	3
Год	5	0	0	0	2	61	29	3

Наряду с сильными ветрами меньшую опасность представляют шквалы (внезапное кратковременное усиление ветра до 15 м/с и более). Порывы ветра, частые и резкие изменения скорости и направления ветра, возникающие из-за турбулентности воздуха, наблюдаются в большинстве случаев перед грозой. Так, в мае 1936 г. и в апреле 1954 г. в Абакане наблюдался штормовой юго-западный и западный ветер, скорость которого достигала 34 м/с. Скорости при порывах весьма значительны и могут превосходить максимальную скорость (табл. 21, 22).

Таблица 21

Максимальная скорость ветра (м/с) с учетом порывов (1959—1978 гг.)													
Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Скорость . . .	40	34	40	40	40	30	40	30	28	35	40	28	40

Таблица 22

Максимальная скорость ветра по направлениям (м/с)

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
I	17	6	5	7	16	20	17	12
II	16	10	3	7	12	24	17	9
III	18	7	6	8	14	20	17	15
IV	17	12	12	12	24	34	20	17
V	20	9	12	8	14	20	34	12
VI	16	9	8	9	17	20	17	20
VII	15	9	7	7	12	20	16	17
VIII	12	10	8	9	10	20	17	14
IX	12	9	9	9	12	20	20	16
X	16	9	9	12	17	20	20	12
XI	17	5	8	10	15	24	19	12
XII	9	6	4	10	12	20	28	10
Год	20	12	12	12	24	34	34	20

В Абакане ежегодно можно ожидать скорости ветра до 25 м/с (табл. 23). Вероятность максимальных скоростей ветра по месяцам приводится в табл. 8 приложения.

Таблица 23

Наибольшие скорости ветра (м/с) различной вероятности

Скорости ветра, возможные 1 раз в				
год	5 лет	10 лет	15 лет	20 лет
25	30	33	34	35

Ветры разных скоростей имеют и различную непрерывную продолжительность (табл. 9 приложения). Наиболее продолжительны ветры со скоростью 2—4 м/с. Почти в каждом месяце бывают периоды, когда такие ветры дуют непрерывно в течение 8 суток, а их максимальная непрерывная продолжительность (354 ч) была отмечена в феврале 1971 г. Сравнительно велика непрерывная продолжительность ветра и со скоростью 5 м/с. Ежегодно бывают периоды, когда такой ветер отмечается в течение 2—3 суток. Продолжительность скоростей ветра 8 м/с и более не превышает 27 ч.

3.3. Режим скоростей ветра в пограничном слое атмосферы

Режим скоростей ветра в пограничном слое рассмотрен на следующих стандартных уровнях: 100, 200, 500 м от поверхности земли, 500, 1000 м над ур. м. и на высоте флюгера, по данным зондирования атмосферы аэрологической станции Хакасская (1965—1974 гг.).

Средняя годовая скорость ветра с высотой увеличивается, причем изменения ее от высоты к высоте совершенно различны (табл. 24). В слое от высоты флюгера до 100 м наблюдается рост

Таблица 24

Средняя скорость ветра (м/с) по направлениям на разных высотах в нижнем километровом слое атмосферы

Высота, м	Средняя скорость	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь									
Флюгер	3,2	2,5	2,3	0,6	2,8	5,3	6,2	5,0	1,1
100	4,2	3,9	3,2	2,1	2,1	3,8	9,0	7,0	2,3
200	4,2	3,2	3,3	1,4	2,6	3,4	9,2	8,0	2,9
500	5,4	3,7	2,7	4,1	4,6	5,4	9,6	9,7	3,8
Февраль									
Флюгер	3,0	3,8	2,0	0,7	1,4	3,5	6,3	5,6	0,7
100	4,5	4,7	4,0	2,0	2,6	3,3	9,2	7,6	2,7
200	4,4	4,5	3,5	2,0	2,7	3,1	9,2	8,2	2,2
500	5,1	5,5	2,9	2,8	4,7	4,3	8,9	8,2	3,8
Март									
Флюгер	3,6	3,8	3,7	0,4	0,8	4,3	6,4	6,0	3,1
100	4,6	5,0	3,7	3,1	2,7	3,2	7,7	7,8	3,8
200	4,7	5,2	3,9	2,9	2,9	3,4	8,2	7,4	3,6
500	5,5	5,9	3,7	3,3	4,8	4,1	8,8	9,1	4,4
Апрель									
Флюгер	4,2	4,7	3,3	1,3	2,9	3,5	6,9	5,5	5,2
100	5,7	6,9	4,6	3,8	3,7	4,1	8,6	7,9	5,7
200	6,2	7,2	5,1	3,8	4,6	4,6	9,1	8,0	6,8
500	6,5	7,4	5,1	4,6	5,8	4,9	8,8	9,4	6,2
Май									
Флюгер	4,3	4,7	3,1	0,7	2,6	4,3	6,2	6,2	6,3
100	5,9	7,3	4,8	3,4	3,7	4,8	8,7	8,9	5,9
200	6,1	7,8	5,2	3,5	4,3	4,6	9,0	8,8	5,9
500	6,4	7,2	4,8	4,3	4,9	5,3	9,0	9,2	6,9

Высота, м	Средняя скорость	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Июнь									
Флюгер	3,8	4,1	3,7	2,3	1,6	4,3	5,3	4,9	4,5
100	5,1	6,1	4,8	3,0	4,1	4,8	6,5	6,9	4,8
200	5,4	6,8	4,9	3,0	4,0	4,1	7,2	7,5	5,9
500	5,8	6,6	4,9	4,3	4,2	4,5	7,8	8,5	5,7
Июль									
Флюгер	2,9	4,2	2,7	1,8	2,2	2,7	4,0	2,5	3,3
100	4,3	5,8	4,2	3,1	2,8	3,8	4,8	5,6	4,6
200	4,6	6,5	4,5	3,3	3,3	4,0	4,9	4,9	5,1
500	5,0	5,8	5,2	3,9	4,0	4,0	4,9	5,7	6,4
Август									
Флюгер	2,7	3,7	2,7	0,5	1,2	2,6	4,2	3,5	2,9
100	4,5	5,5	4,0	2,6	3,2	3,5	6,2	5,3	6,0
200	4,7	6,1	4,2	2,8	3,3	3,2	6,5	6,5	5,0
500	4,9	6,0	4,2	3,3	3,8	3,8	5,8	7,6	4,9
Сентябрь									
Флюгер	3,1	4,0	2,7	1,4	2,3	3,1	4,3	4,2	2,6
100	4,6	5,5	3,9	2,7	4,4	3,1	6,4	6,3	4,7
200	5,0	6,6	4,0	3,3	3,8	3,6	6,4	7,5	5,1
500	5,8	7,4	5,6	3,8	4,6	4,7	6,6	8,2	5,1
Октябрь									
Флюгер	3,3	3,9	2,5	1,2	2,8	3,9	5,7	3,6	2,8
100	4,9	5,6	4,0	3,2	3,6	3,4	8,0	7,3	4,3
200	5,3	6,5	3,8	2,9	3,6	3,9	8,7	8,2	4,7
500	6,1	6,8	4,8	4,0	5,4	4,7	8,1	9,3	5,6
Ноябрь									
Флюгер	3,2	3,8	1,1	0,9	1,8	5,0	6,0	3,4	3,4
100	4,8	5,1	3,6	2,3	3,3	4,6	8,9	8,0	2,8
200	5,2	5,5	3,4	2,7	3,2	4,4	9,7	9,0	3,5
500	5,9	4,7	2,0	3,0	5,9	5,2	9,8	11,3	5,6
Декабрь									
Флюгер	2,8	3,5	2,1	1,0	1,5	4,6	6,5	2,2	1,3
100	3,2	5,0	3,0	2,0	2,2	3,2	8,0	5,4	2,0
200	4,1	5,8	3,4	1,6	2,3	2,8	7,8	6,5	2,5
500	5,8	6,2	3,1	3,9	6,0	5,0	8,3	9,2	4,8
Год									
Флюгер	3,3	3,8	2,7	1,1	2,0	3,9	5,7	4,4	3,1
100	4,8	5,5	4,0	2,8	3,2	3,8	7,7	7,0	4,1
200	5,0	6,0	4,1	2,8	3,4	3,8	8,0	7,5	4,8
500	5,7	6,1	4,1	3,8	4,9	4,7	8,0	8,8	5,3

скорости ветра на 2,8—4,6 м/с в холодное время года, а в остальные месяцы — на 2,5 м/с. В слое от 100 до 200 м изменения скорости ветра незначительны (до 1 м/с). К уровню 500 м скорость ветра снова увеличивается.

Средние скорости ветра не дают полного представления о режиме ветра в пограничном слое атмосферы, особенно важно знать максимальные значения (табл. 25). Максимальная скорость ветра с высотой возрастает.

Таблица 25

Максимальная скорость ветра (м/с) на различных высотах

Высота, м	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
100	28	29	21	22	23	19	19	16	30	20	22	25	30
200	33	28	27	25	31	19	23	18	23	23	32	27	33
500	29	29	31	25	32	24	23	24	22	30	43	30	43

Наибольшие скорости ветра до высоты 200 м приходятся на его юго-западное направление, выше — на западное. В холодное время года во всем пограничном слое средняя скорость больше, чем в теплый период. Небольшими скоростями в течение всего года отличаются ветры восточного направления во всем пограничном слое, причем изменения скорости колеблются в широких пределах (от 0,5 до 4,3 м/с). Повторяемость направления ветра на разных высотах приведена в табл. 10 приложения, из которой видно, что над Абаканом преобладающим направлением ветра во всем пограничном слое является юго-западное, на долю которого приходится около 50 % случаев, а в летние месяцы (июль—август) — северное (26—34 %). На высоте флюгера наименьшую повторяемость (1—4 %) имеют ветры восточного и юго-восточного направления. Преобладание юго-западного направления является следствием воздействия сибирского антициклона, который устанавливается на довольно продолжительное время над южными широтами Азиатской части СССР.

4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

4.1. Температура воздуха

Температура является одним из основных элементов климата. Для ее характеристики использованы данные наблюдений станций Абакан (1928—1960 гг.) и Хакасская (1928—1931, 1935, 1940—1978 гг.), а экстремальные значения (самая высокая и самая низкая температуры) определялись с 1928 по 1980 г.

Вследствие изменения температуры воздуха во времени и пространстве ее характеристики довольно многообразны. По средним значениям (месячным, суточным) можно получить представление об основном температурном фоне (табл. 26). Вероятности температурных показателей, возможные колебания температуры воздуха, ее экстремальные значения, даты перехода через определенные пределы являются дополнительными характеристиками термического режима.

Таблица 26

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

Месяц	$\bar{t}$	σ	t_1	t_2	t_3	$t_{\text{наиб}}$	Год	$t_{\text{наим}}$	Год
I	-21,3	3,7	-20,7	-21,5	-21,8	-14,5	1952	-27,8	1947
II	-19,7	5,1	-21,0	-19,6	-18,2	-10,1	1960	-29,5	1945
III	-10,4	3,3	-15,9	-10,4	-5,3	-2,7	1968	-14,3	1958
IV	2,2	2,0	-0,9	2,2	5,5	6,7	1949	-1,3	1950
V	9,9	1,7	8,0	9,9	11,8	15,0	1945	7,4	1950
VI	16,3	1,3	14,1	16,3	18,6	20,0	1965	13,7	1958
VII	19,3	1,1	19,2	19,4	19,3	23,2	1969	17,4	1954
VIII	16,7	1,1	18,6	16,7	15,1	19,2	1943	13,9	1951
IX	10,0	1,2	12,8	10,0	7,3	13,5	1966	6,7	1968
X	1,7	1,1	4,5	1,7	-1,1	4,3	1956	-2,1	1961
XI	-9,6	3,6	-4,8	-9,6	-14,5	-4,2	1963	-16,6	1952
XII	-18,0	5,0	-16,6	-18,0	-19,3	-10,7	1951	-28,0	1935
Год	-0,2	2,5	-0,2	-0,2	-0,2	1,9	1965	-1,6	1947

При резко выраженном зимнем антициклональном режиме погоды температура воздуха бывает очень низкой. Наиболее низких значений она достигает в январе. Это самый холодный месяц в году. Средняя месячная температура его равна $-21,3^{\circ}\text{C}$. Сильные морозы, когда температура воздуха не поднимается выше -20°C , могут сохраняться непрерывно в течение двух недель. В отдельные годы возможны понижения до -50°C .

Декабрь и февраль лишь немного теплее января, и часты годы, когда температура февраля и декабря бывает ниже январской. В 45 % лет самый холодный месяц — январь, в 30 % лет — февраль и в 25 % — декабрь. В суровые зимы 1941-42, 1944-45 и 1946-47 гг.

все три месяца были значительно холоднее обычного (на 3—9°C). Ежегодно зимой в течение трех дней средняя суточная температура может быть ниже —30°C.

С наступлением марта происходит заметное потепление (до —5,3°C). Средняя месячная температура марта почти вдвое выше, чем февраля.

Резкое повышение температуры от марта к апрелю (на 12,6°C) и от апреля к маю (на 7,7°C) происходит в основном за счет повышения дневных температур, т. е. в значительной степени за счет радиационного тепла. В апреле—мае уже много по-настоящему теплых дней (до 10). При сравнительно высоких дневных температурах (до 18°C в апреле и до 28°C в мае, а в отдельные дни соответственно до 26—34°C) ночи в эти месяцы еще очень холодные и возможны общие похолодания до —32°C (апрель) и до —17°C (май) при вторжении арктического воздуха с севера.

После мая температура повышается медленнее: в июне на 6°C, а в июле на 3°C. Даже в июне при средних суточных температурах воздуха 13—19°C здесь бывают заморозки (табл. 27). Только июль полностью свободен от заморозков. В 80 % лет июль — самый жаркий месяц, а в 20 % лет наиболее высокие температуры могут быть в июне. В июле средняя суточная температура выше 20°C может быть в течение 14 дней. Днем преобладают температуры 25—35°C, а ночью 10—15°C. Абсолютный максимум достигает 38°C.

К августу температура воздуха понижается на 2—3°C. Уменьшается число дней со средней суточной температурой выше 20°C

Таблица 27

Даты первого и последнего заморозка и продолжительность безморозного периода в воздухе различной вероятности

Дата		Вероятность, %							Самая поздняя дата
средняя	самая ранняя	5	10	25	50	75	90	95	
Первый заморозок									
16 IX	26 VIII (1979)	31 VIII	2 IX	10 IX	16 IX	22 IX	26 IX	28 IX	30 IX (1954)
Последний заморозок									
20 V	28 IV (1945)	31 V	29 V	25 V	20 V	14 V	10 V	8 V	14 VI (1959)
Продолжительность безморозного периода (дни)									
118	144 (1945)	134	132	126	118	112	104	97	98 (1978)

и увеличивается с температурой 10—15°C. Но все еще преобладают дни с температурой выше 15°C.

В сентябре температура днем еще высокая. Наряду с этим минимальные температуры уже низкие и в холодные ночи могут опускаться до —11°C. В условиях континентального климата переходные сезоны имеют небольшую длительность и переход к зиме происходит быстро. В октябре число дней с отрицательными температурами уже равно 9—10, а с 9 ноября наступает период устойчивых морозов (табл. 28). Примерно такой же годовой ход имеют максимальные и минимальные температуры воздуха (табл. 29).

Таблица 28

Средние даты наступления, прекращения и средняя продолжительность периода τ (дни) с устойчивыми морозами

Станция	Наступление	Прекращение	τ
Абакан	9 XI	21 III	133
Хакасская	7 XI	20 III	134

Таблица 29

Экстремальные температуры воздуха (°C)

Месяц	Минимальные			Максимальные		
	$\bar{T}_{\text{сут}}$	$\bar{T}$	T	$\bar{T}_{\text{сут}}$	$\bar{T}$	T
I	—27,5	—42	—50	—16,1	—4	7
II	—26,6	—39	—48	—13,8	—1	8
III	—17,3	—32	—45	—3,9	7	21
IV	—4,3	—15	—32	9,0	18	30
V	3,1	—6	—17	17,3	28	34
VI	9,7	2	—3	23,4	32	37
VII	12,8	8	2	25,9	32	38
VIII	10,2	2	—3	24,5	32	37
IX	3,7	—4	—11	16,7	24	32
X	—3,8	—15	—40	7,9	18	26
XI	—14,4	—30	—48	—4,6	7	16
XII	—23,5	—38	—50	—13,2	0	6
Год	—6,5	—43	—50	—6,1	34	38

Характеристики температуры воздуха из года в год не остаются постоянными. Они подвергаются значительным колебаниям, о чем свидетельствуют данные табл. 26 и 30. Особенно велики отклонения температуры воздуха от многолетней средней в холодное время года, когда σ достигает 3,6—5,1°C. Так, в январе 1947 г.

Таблица 30

Средние и наибольшие отклонения Δt ($^{\circ}\text{C}$) месячной температуры воздуха от многолетних

Месяц	$\pm \Delta \bar{t}$	$+\Delta t_{\text{макс}}$	Год	$-\Delta t_{\text{макс}}$	Год
I	3,6	6,7	1952	6,3	1947
II	4,2	9,3	1960	10,3	1945
III	3,0	6,3	1959	5,3	1957
IV	1,7	3,2	1949	4,6	1950
V	1,3	4,0	1945	3,6	1954
VI	1,1	1,8	1953	3,3	1958
VII	0,9	2,2	1953	2,1	1954
VIII	0,9	2,2	1943	2,9	1951
IX	1,0	2,0	1959	1,7	1946
X	0,9	2,6	1956	2,0	1960
XI	3,1	6,4	1958	6,0	1952
XII	4,4	7,4	1957	8,4	1947

средняя месячная температура воздуха в Абакане была $-27,5^{\circ}\text{C}$, а в январе 1952 г. она составляла $-14,5^{\circ}\text{C}$. Летом пределы изменения температуры не превышают $0,9-1,1^{\circ}\text{C}$.

Пределы изменчивости температуры воздуха показывают ее абсолютный максимум и минимум. Температура воздуха в Абакане изменяется от -50 до 38°C (табл. 29), т. е. годовая амплитуда составляет 88°C . Довольно велики колебания и средней месячной температуры воздуха. Наибольших значений средняя месячная амплитуда достигает в зимний период ($24-28^{\circ}\text{C}$), наименьших ($9-13^{\circ}\text{C}$) — в осенне-летний. Средняя абсолютная амплитуда изменяется в пределах от 40 до 66°C (табл. 31). Такие значительные амплитуды свидетельствуют о почти полном отсутствии смягчающего влияния океанов и о резкой континентальности климата.

Таблица 31

Средние и абсолютные месячные амплитуды A ($^{\circ}\text{C}$) температуры воздуха

Амплитуда	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя	27	26	24	17	18	13	9	12	13	17	25	28
Абсолютная	55	56	66	58	51	40	40	40	43	66	62	56

В суточном ходе минимум температуры воздуха летом наблюдается в 02 ч, а в зимние месяцы он сдвигается к 05 ч утра. Максимум в течение всего года отмечается в 13 ч (табл. 11 приложения). Суточные амплитуды зимой не превышают $4-5^{\circ}\text{C}$, а весной вследствие сильных контрастов дневных и ночных температур они увеличиваются до $9-10^{\circ}\text{C}$. Значения суточных амплитуд зависят от характера погоды. При тихой ясной погоде суточная амплитуда почти в 2 раза больше, чем при пасмурной ветреной (табл. 32).

Таблица 32

Суточная амплитуда температуры воздуха при различных условиях облачности

Сезон	Ясно	Полуясно	Пасмурно	Вне зависимости от состояния неба
Зима	13	10	8	11
Весна	17	12	9	14
Лето	16	12	8	13
Осень	15	10	7	12

О степени устойчивости погоды можно судить по междусуточной изменчивости температуры воздуха. Наибольшая изменчивость от суток к суткам отмечается зимой и составляет в среднем 3—4 °С, а летом 1,5—2,0 °С (табл. 33). В отдельных случаях зимой междусуточная изменчивость достигает ± 16 —20 °С, а в теплый период ± 6 —10 °С. Так, например, с 7 на 8 января 1953 г. произошло резкое похолодание: температура воздуха с $-5,1$ °С в 13 ч дня упала в 7 ч утра до $-27,1$ °С, т. е. на 22 °С. Однако такие большие изменения температуры ото дня ко дню встречаются весьма редко (0,3—1,1 %). Наибольшая повторяемость приходится на междусуточную изменчивость температуры в пределах ± 2 —4 °С (табл. 12 приложения).

Таблица 33

Средняя междусуточная изменчивость температуры воздуха $\Delta t_{\text{сут}}$

Месяц . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\Delta t_{\text{сут}}$. .	4,3	4,1	3,4	2,3	2,5	2,1	1,5	1,5	1,7	2,5	3,7	4,3	2,8

Для выращивания сельскохозяйственных культур в окрестностях города необходимо знать степень обеспеченности растений теплом, которая характеризуется суммами средних суточных температур воздуха, превышающих 5, 10 и 15 °С. Периодом активной вегетации является период со средней суточной температурой воздуха выше 10 °С. Продолжительный вегетационный (121 день) период (табл. 14 приложения) и сумма температур выше 10 °С около 2000 °С в сочетании с обилием солнечного света и малой облачностью создают в окрестностях Абакана весьма благоприятные возможности для произрастания даже некоторых теплолюбивых растений (сахарной свеклы, бахчевых, садовых). В отдельные холодные годы сумма температур уменьшается до 1650 °С. За период с температурой выше 5 °С (вегетационный период) сумма температур равна 1925—2600 °С (табл. 34). Колебания положительных сумм температур, как и колебания средних температур, в отдельные годы меняются в зависимости от режима циркуляции теплого периода.

Дополнительные характеристики термического режима воздуха приведены в табл. 11—17 приложения.

Таблица 34

Суммы температур воздуха (°C) различной вероятности

Средняя сумма температур, °C	Вероятность (%) сумм температур выше заданного предела						
	95	90	75	50	25	10	5
Выше 0 °C							
2300 2400	2050 2150	2100 2200	2200 2300	2300 2400	2400 2500	2525 2625	2575 2675
Выше 5 °C							
2200 2300	1925 2025	2000 2100	2100 2200	2200 2300	2300 2400	2425 2525	2500 2600
Выше 10 °C							
1900 2000	1600 1700	1650 1750	1800 1900	1900 2000	2000 2100	2150 2250	2200 2300
Выше 15 °C							
1400 1500	1075 1175	1150 1250	1300 1400	1425 1525	1550 1650	1675 1775	1700 1800

4.2. Температура почвы

Годовой ход температуры почвы связан с годовым изменением в приходе солнечной радиации. Средняя годовая температура поверхности почвы равна 1°C, это более чем на полградуса выше температуры воздуха. С ноября по март поверхность почвы имеет отрицательную температуру. Летом земная поверхность поглощает большое количество солнечного тепла, благодаря этому почва значительно прогревается и средняя месячная температура ее поверхности на 4—6°C превышает температуру воздуха. Уже в мае температура почвы во всех слоях положительная и на поверхности она равна 14°C, а на глубине 0,2 м достигает 10,7°C. При переходе к более глубоким горизонтам температура почвы понижается (в среднем на 2—4°C). В последующие месяцы с дальнейшим увеличением притока солнечной радиации продолжается интенсивное повышение температуры почвы на всех глубинах. В верхних слоях до глубины 0,8 м температура достигает максимальных значений в июле. В полдень температура поверхности почвы повышается до 40—45°C, а в отдельные жаркие дни достигает 60—62°C (табл.35). В это время почва более чем на 20°C теплее воздуха. В ночные часы поверхность почвы сильно охлаждается и перед восходом солнца температура ее опускается до 9—12°C. В июльские ночи возможны понижения температуры до 1°C, а в июне и августе до —3...—6°C. На глубинах, начиная с 0,8 м, происходит запаздыва-

Таблица 35

Средние и экстремальные температуры почвы на поверхности
и средняя температура на различных глубинах (°C)

Месяц	На поверхности почвы					Средняя температура на глубине, см						
	$\bar{t}$	$\bar{t}_{\text{макс}}$	$T_{\text{макс}}$	$\bar{t}_{\text{мин}}$	$T_{\text{мин}}$	5	10	20	40	80	160	320
I	-22	-14	8	-30	-52			-11,5	-8,9	-4,3	0,0	3,3
II	-21	-9	15	-30	-51			-10,1	-8,4	-5,2	-1,3	2,2
III	-10	3	30	-20	-48			-6,0	-5,0	-3,8	-1,6	1,6
IV	4	21	44	-6	-34			3,6	2,0	-0,3	-0,7	1,2
V	14	35	58	1	-20	12,3	11,2	10,7	8,1	3,9	0,9	1,5
VI	22	42	62	9	-6	19,7	18,7	17,3	14,3	9,7	5,3	2,5
VII	25	45	61	12	1	23,3	22,6	20,3	17,9	14,0	9,4	4,9
VIII	21	40	60	10	-3	20,4	20,2	18,5	17,4	14,6	11,6	7,0
IX	12	28	48	2	-12	12,2	12,5	12,3	12,5	12,1	11,1	8,0
X	1	13	34	-5	-41	2,7	3,0	4,1	5,7	7,5	8,8	8,2
XI	-10	-2	17	-16	-48			-4,5	-1,5	2,3	5,4	6,9
XII	-19	-13	7	-26	-51			-9,0	-6,3	-1,8	2,1	5,1
Год	1	16	62	-8	-52			3,8	3,9	4,1	4,3	4,4

ние в нагревании и максимум температуры почвы (14,6°C) отмечается уже не в июле, а в августе, а на глубине 3,2 м — в октябре (8,2°C). В сентябре с уменьшением притока радиационного тепла температура почвы понижается, особенно резко — в верхних слоях. Средняя месячная температура поверхности почвы в октябре равна 1°C. В ноябре на глубине 0,4 м в среднем бывает 20 дней с температурой ниже 0°C, а в декабре на всех глубинах, за исключением 1,6 и 3,2 м, температура отрицательная (табл. 18 приложения).

В зимнее время средняя месячная температура поверхности почвы очень мало отличается от средней температуры воздуха (на 0,7—1,2°C). В дневные часы средняя месячная температура почвы повышается до -9...-14°C, ночью понижается до -26...-30°C, а в отдельные ночи может понижаться до -52°C. Вместе с поверхностью почвы охлаждаются и прилегающие слои воздуха, разности между температурой поверхности почвы и воздуха не превышают 2—4°C. Самых низких значений средняя месячная температура почвы до глубины 0,8 м достигает в январе, на глубине 0,8 м минимум (-5,2°C) сдвигается на месяц и отмечается уже в феврале. На больших глубинах (1,6 и 3,2 м) минимум наблюдается соответственно в марте (-1,6°C) и апреле (1,2°C). Характерной чертой зимнего распределения температуры является повышение ее с глубиной на 3—4°C.

Незначительны температурные различия между поверхностью почвы и воздухом в осенне-весенний период. Для средних месячных температур они составляют не более 2°C. Ранней весной почва холоднее воздуха, поздней — теплее.

Большой ущерб сельскому хозяйству в окрестностях города несут заморозки, которые на поверхности почвы начинаются раньше и прекращаются позже, чем в воздухе. Вследствие этого продолжительность безморозного периода на поверхности почвы короче, чем в воздухе. Весной последние заморозки наблюдаются в конце мая, осенью — в начале октября. Охлаждение почвы осенью и нагревание ее весной на глубинах происходит постепенно. В связи с этим наступление и прекращение заморозков с глубиной запаздывает. Так, например, на глубине 0,4 м первый заморозок в среднем наступает 12 ноября, а последние морозы заканчиваются 12 апреля, а на глубине 1,6 м соответственно 15 января и 12 мая. Безморозный период с увеличением глубины удлиняется (табл. 36).

Таблица 36

Даты последнего и первого заморозка и продолжительность t (дни) безморозного периода на поверхности почвы и на различных глубинах

Почва	Дата заморозка						t	t _{макс}	t _{мин}
	последнего			первого					
	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя			
Поверхность почвы	30 V	12 V 1967	23 VI 1974	12 IX	19 VIII 1960	4 X 1966	103	132	70
Глубина, см									
40	12 IV	29 III 1961	23 IV 1972	12 XI	3 XI 1943	27 IX 1963	214	238	192
80	22 IV	2 IV 1944	13 V 1958	2 XII	13 XI 1974	24 XII 1959	223	249	208
160	12 V	20 IV 1946	29 V 1969	15 I	14 XII 1974	19 II 1945	248	289	216

Отсутствие снежного покрова в начале зимы приводит к интенсивному охлаждению почвы. В дальнейшем проникновение отрицательных температур в глубь почвы продолжается, но менее интенсивно и достигает максимальных значений (в среднем 263 см) в марте. Максимальная наблюдавшаяся глубина проникновения температуры 0°C (320 см) была отмечена в 1971 г. (рис. 11). Она обычно больше глубины промерзания почвы. Промерзание почвы на большую глубину происходит в силу большой сухости, малой мощности снежного покрова и низких температур воздуха и почвы зимой. Устойчивое промерзание происходит в среднем 26 октября (табл. 37). Наибольшая глубина промерзания почвы (более 3 м) наблюдалась в зиму 1976-77 г. Такая глубина промерзания почвы возможна 1 раз в 20 лет (табл. 38).

В первой декаде апреля оттаивает верхний 10-см слой. К концу мая почва оттаивает полностью. Полное оттаивание почвы насту-

Таблица 37

Даты устойчивого промерзания и весеннего оттаивания почвы

Процесс	Средняя дата	Самая ранняя дата	Год	Самая поздняя дата	Год
Промерзание	26 X	10 X	1973	5 XI	1977 и др.
Оттаивание					
до 10 см	7 IV	26 III	1961	17 IV	1964
до 30 см	13 IV	29 III	1961	23 IV	1964
полное	30 V	6 V	1961	25 VI	1971

Таблица 38

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

Наибольшая глубина промерзания почвы за зиму, см	Год	Обеспеченность, %							Наименьшая глубина промерзания почвы за зиму, см	Год
		5	10	25	50	75	90	95		
> 300	1976-77 и др.	300	299	291	277	254	219	215	213	1958-59

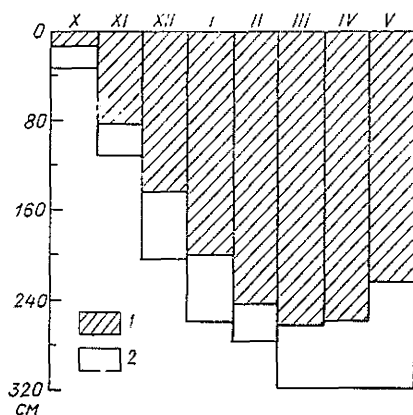


Рис. 11. Средняя (1) и наибольшая (2) глубина проникновения температуры 0°C в почву под естественным покровом.

пает 30 мая, но в редких случаях возможно и 25 июня (табл. 37). Дополнительные оценки термического режима почвы приведены в табл. 38 и в табл. 19 приложения.

5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ

5.1. Влажность воздуха

Влажность воздуха определяется количеством водяного пара, содержащегося в воздухе, и является неустойчивой величиной.

Знание содержания влаги в воздухе необходимо для многих производственных, технических и бытовых целей. Так, от сочетаний относительной влажности и температуры воздуха зависят теплоощущения человека, которые могут восприниматься как, например, «духота», «жара», «промоглая сырость» и т. п. Характеризуется влажность воздуха парциальным давлением водяного пара e , относительной влажностью f и дефицитом (недостатком) насыщения воздуха водяным паром d .

Парциальное давление водяного пара — это его давление в миллиметрах ртутного столба, или гектопаскалях (гПа). Абсолютная влажность — это количество водяного пара в 1 м^3 воздуха (г/м^3).

Относительная влажность воздуха выражается отношением (в процентах) фактического парциального давления водяного пара к давлению насыщающего пара E при тех же давлении и температуре: $f = (e/E) \cdot 100$. Эта величина имеет наибольший практический интерес: она характеризует степень насыщения воздуха водяным паром.

Дефицит насыщения представляет собой разность между насыщающей E и фактической упругостью водяного пара при данных температуре и давлении, т. е. $d = E - e$.

Парциальное давление водяного пара изменяется в течение года параллельно ходу температуры воздуха. Наибольших значений оно достигает летом: в июле превышает 15 гПа, наименьших — зимой: в январе равно 1,2 гПа (табл. 39). С ростом температуры воздуха весной непрерывно повышается и среднее месячное парциальное давление водяного пара. В апреле оно составляет 4,6 гПа, в мае увеличивается до 7,1 гПа, а летом — до 13,7 гПа (табл. 40). Осенью парциальное давление водяного пара понижается, достигая к декабрю 1,6 гПа. Среднее годовое парциальное давление водяного пара составляет 6 гПа, а годовая амплитуда его колебаний — около 14 гПа.

Таблица 39

Среднее месячное и годовое парциальное давление водяного пара e (гПа), относительная влажность f (%), дефицит насыщения d (гПа)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
e	1,2	1,4	2,5	4,6	7,1	12,0	15,5	13,6	9,1	5,1	2,6	1,6	6,4
f	78	73	61	56	64	70	72	74	72	75	78	72	72
d	0,4	0,5	1,2	3,7	7,1	8,8	8,4	6,8	3,9	2,5	1,0	0,5	3,7

Таблица 40

Абсолютная и относительная влажность воздуха по сезонам и за год

Сезон	e, гПа	Срок наблюдений, ч				f _{ср} за сутки	f _{мин}	Число дней с относительной влажностью		
		1	7	13	19			в один из сроков		≥ 80 % в 13 ч
								≤ 30 %	≤ 50 %	
Зима	1,9	79	80	70	77	76	9	0,8	16	37
Весна	5,8	73	70	41	50	58	10	20	49	2
Лето	13,7	84	78	50	60	68	11	8	53	6
Осень	7,1	84	85	54	70	73	15	2	30	4
Год	6,4	80	79	60	67	72	9	31	148	49

Максимум парциального давления водяного пара (18 гПа) в Абакане наблюдался в июле 1953 г. при большом количестве осадков (98,4 мм, почти в 2 раза больше нормы), и при высокой температуре воздуха, которая на 2°С превысила многолетние значения. Минимальное парциальное давление водяного пара (0,5 гПа) отмечено в феврале 1945 г. при низкой температуре (—29,3, норма —19,7°С), причем за весь месяц не было ни одной оттепели.

В течение суток парциальное давление водяного пара изменяется на 0,1—0,7 гПа зимой и на 0,4—0,9 гПа летом (табл. 20 приложения). Суточный ход парциального давления водяного пара в зимние месяцы повторяет ход температуры воздуха, максимум наступает в дневные часы, минимум — перед восходом солнца. Отчетливее суточный ход выражен летом: один максимум отмечается утром (около 7 ч), второй — вечером, минимум — перед восходом солнца и в полдень. Наибольшая суточная амплитуда колебаний парциального давления водяного пара составила в среднем за месяц 2,3 гПа (июль 1948 г.).

Относительная влажность воздуха в течение года меняется в широких пределах и находится в обратной зависимости от температуры воздуха. Наибольших значений (78 %) она достигает в декабре—феврале, наименьших (56 %) — в мае. Среднее годовое значение относительной влажности составляет 72 %, но в отдельные годы возможны отклонения (±4 %). С повышением температуры относительная влажность уменьшается, поэтому наибольшая относительная влажность бывает в ночные часы, наименьшая — в послеполуденные. Суточный ход относительной влажности резко выражен летом. Суточная амплитуда колебаний летом равна 35 %, зимой изменения влажности в течение суток незначительны (табл. 20 приложения). Большой интерес для практических целей представляют значения относительной влажности воздуха в 13 ч, когда они близки к минимальным, а испарение наиболее интенсивно. Летом в 13 ч чаще всего (более чем в 50 % случаев) относительная влажность воздуха равна 30—60 %. В декабре—феврале

повторяемость влажности 71—90 % в 13 ч составляет более 60 % (табл. 21 приложения).

Число влажных дней (относительная влажность 80 % и более) в среднем за год составляет 49, большая часть которых приходится на холодный период. Сухих дней ($f \leq 30$ %) в среднем за год отмечается 31 (табл. 41). Почти треть из них бывает в мае. В ноябре—феврале сухие дни отмечаются очень редко. Наименьшее значение относительной влажности (9 %) отмечалось в марте 1960 г.

Таблица 41

Число дней с относительной влажностью воздуха 30 % и менее в любой из сроков наблюдений и 80 % и более в 13 ч

$f, \%$	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
≤ 30	0,0	0,1	0,6	7,2	12,7	5,1	1,7	1,3	0,9	1,6	0,0	0,1	31,3
≥ 80	10,2	6,2	1,8	1,2	0,8	2,1	1,9	2,0	1,7	2,3	8,3	10,7	49,2

Дефицит насыщения, как и парциальное давление водяного пара, изменяется в течение года подобно температуре воздуха. Наиболее высокие его значения (8,4—8,8 гПа) отмечаются в июне—июле (табл. 39). В декабре—феврале он совсем невелик (0,4—0,5 гПа). В Абакане наибольший средний месячный дефицит насыщения (11,8 гПа) наблюдался в июле 1945 г. Он был обусловлен малым количеством осадков (около 50 % нормы). Во все сроки наблюдений дефицит влажности имеет четкий максимум в летние месяцы. В наиболее холодные месяцы суточный ход практически не обнаруживается (табл. 20 приложения).

5.2. Атмосферные осадки

Количество атмосферных осадков определяется толщиной (в миллиметрах) слоя выпавшей воды. На метеорологических станциях в настоящее время осадки измеряют осадкомерами, расположенными на высоте 2 м. Измерения по дождемеру, проводившиеся в прошлом, приведены к показаниям современного прибора — осадкомера. Осадкомер не является вполне совершенным и достаточно точным прибором, так как часть атмосферных осадков не учитывается из-за потерь вследствие испарения, смачивания ведра, сноса и выдувания ветром. В табл. 42 помещены данные о средних многолетних количествах осадков без поправок и с поправками на перечисленные выше потери. Для всех воднобалансовых расчетов рекомендуется использовать данные о количестве осадков со всеми поправками, а для сравнения с текущими наблюдениями — только с поправками на смачивание, которые с 1966 г. вводятся во все измерения осадков.

Таблица 42
Среднее месячное и годовое количество осадков (мм)

Характеристика измерения осадков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI—III	IV—X	Год
Без поправок	5	5	5	10	31	51	61	54	38	21	10	9	34	266	300
С поправками на смачивание	6	6	6	11	36	54	64	57	41	24	11	11	40	287	327
С поправками на смачивание и выдувание ветром	7	7	7	14	38	56	65	58	42	26	14	13	48	299	347

В Абакане в среднем за год выпадает 300 мм осадков, причем в разные годы это количество значительно колеблется: от 150 мм (1945 г.) до 430 мм (1967 г.). Наибольшее и наименьшее месячное и годовое количество осадков различной обеспеченности приведено в табл. 43. Обеспеченность 10 % означает, что годовое количество осадков в Абакане 1 раз в 10 лет может быть меньше 203 мм, или больше 378 мм. С обеспеченностью 2 % (1 раз в 50 лет) может выпадать меньше 148 мм осадков или больше 427 мм.

Таблица 43
Наибольшее $x_{\text{макс}}$ и наименьшее $x_{\text{мин}}$ месячное и годовое количество осадков (мм) различной обеспеченности. 1940—1978 гг.

Месяц	Обеспеченность (%) $x_{\text{макс}}$			Наблюденный максимум		Обеспеченность (%) $x_{\text{мин}}$			Наблюденный минимум	
	10	5	2	мм	год	10	5	2	мм	год
I	10	12	15	15,4	1950	1,4	0,7	0,3	0,3	1952
II	10	12	16	17,3	1957	0,8	0,3	0,0	0,0	1949
III	12	16	21	21,7	1940	0,4	0,1	0,0	0,0	1972
IV	20	22	25	24,4	1950	1,6	0,6	0,4	0,4	1967
V	45	54	75	81,3	1970	8	4	2	1,2	1963
VI	112	140	171	181,1	1967	24	19	17	16,5	1960
VII	125	144	163	165,5	1952	24	19	15	14,8	1969
VIII	92	100	107	108,0	1970	18	15	14	14,0	1945
IX	64	80	99	101,2	1954	12	9	7	6,1	1973
X	26	29	32	31,9	1978	3	2	1	1,1	1961
XI	21	24	26	26,0	1953	1	0,4	0,2	0,2	1948
XII	16	18	21	21,0	1945	2,6	1,9	1,3	1,3	1969
Год	378	401	427	430,2	1967	203	179	148	149,6	1945

В зависимости от вида осадков (твердые, жидкие) год условно делится на два периода: холодный и теплый. Количество всех осадков за холодный период невелико, в среднем 34 мм (11 % годового количества). В холодный период наименьшая сумма осад-

ков (10 мм) наблюдалась в 1948-49 г., а наибольшая (59 мм) — в 1953-54 г. Около 96 % осадков холодного периода составляют смешанные и жидкие осадки (рис. 12). В теплый период, с апреля по октябрь, преобладают жидкие осадки (87 % осадков теплого периода). На этот период приходится большая часть годовых осадков, в среднем 266 мм (89 % всего годового количества). За

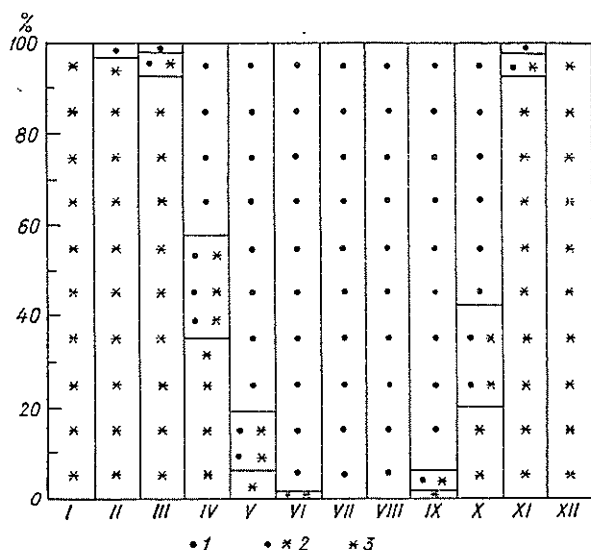


Рис. 12. Годовой ход относительного количества жидких (1), смешанных (2) и твердых (3) осадков.

теплый период максимум (398 мм) приходится на 1967 г., а минимум (116 мм) — на 1945 г. Сумма жидких осадков, выпадающих за год, составляет 80 %, твердых — 16 % (табл. 44).

Изменение средних месячных сумм осадков представляет плавный переход от минимума в январе—марте (5,0 мм) к увеличению до 61 мм в июле с последующим понижением к зимним месяцам. Изменчивость месячных сумм осадков велика, особенно в летние

Таблица 44

Твердые (т), жидкие (ж) и смешанные (с) осадки (% общего количества)

Вид осадков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
т	100	97	93	35	6				1	20	92	100	16
ж		3	2	42	81	99	100	100	94	58	3	•	80
с		•	5	23	13	1			5	22	5		4

Примечание. Точка (•) означает, что жидкие и смешанные осадки составляют 0,5 % и менее.

месяцы. Наибольшее месячное изменение количества осадков — от 17 (1960 г.) до 181 мм (1967 г.) — отмечалось в июне. Дополнительной характеристикой изменчивости осадков из года в год являются их суммы различной обеспеченности (табл. 45). Так, при

Таблица 45

Месячное и годовое количество осадков (мм) различной обеспеченности (%)

Месяц	Обеспеченность, %										
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
I	12,9	9,7	8,6	7,5	6,4	5,3	4,3	3,3	2,2	1,2	0,1
II	13,0	10,0	8,0	6,0	5,0	4,0	3,0	3,0	2,0	1,0	0,0
III	13,9	9,7	7,6	6,5	5,4	4,4	3,3	2,2	2,2	1,2	0,2
IV	29,8	20,7	15,6	12,6	11,5	9,4	7,3	5,2	3,3	2,2	0,1
V	68,8	52,4	43,2	38,1	33,1	29,9	25,7	21,7	17,6	12,4	7,3
VI	102,4	83,3	70,2	61,2	54,1	49,0	42,9	37,8	31,7	23,7	15,5
VII	123,6	101,4	84,3	73,2	64,1	57,0	49,9	41,9	34,8	25,6	12,6
VIII	111,6	86,8	74,2	65,4	55,6	49,0	44,0	38,2	32,7	24,8	14,0
IX	80,3	65,0	53,4	45,8	40,8	35,2	30,6	27,4	22,6	16,0	9,2
X	44,9	33,7	27,6	24,6	21,5	18,5	16,4	13,3	11,3	8,2	4,1
XI	24,5	18,8	15,6	12,6	11,5	9,4	7,4	6,3	5,3	3,2	2,1
XII	22,0	15,9	12,2	10,5	9,5	7,8	6,8	5,8	5,1	3,4	1,7
Год	415	371	346	326	312	298	283	269	248	221	175

норме осадков в июне 51 мм, в 5 % лет (5-процентная обеспеченность) месячные суммы осадков составляют 102,4 мм и более, в другие 5 % лет (95 %-ная обеспеченность) не превышают 15,5 мм. В 70 % лет (70 %-ная обеспеченность) месячные суммы осадков

Таблица 46

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

Месяц	ΔX меньше нормы, мм					ΔX больше нормы, мм				
	до 5	5—10	11—20	21—30	> 30	до 5	5—10	11—20	21—30	> 30
I	55	3				31	11			
II	54	—				40	3	3		
III	59	8				20	8	5		
IV	36	33				15	8	8		
V	18	8	31	15		5	10	10	3	
VI	13	10	20	10	8	5	3	5	3	23
VII	5	8	15	8	15	10	3	5	8	23
VIII	10	3	13	20	18	—	5	8	10	13
IX	8	13	31	15	5	5	5	8	—	10
X	13	18	46			10	10	3		
XI	34	32				13	5	16		
XII	30	36				18	13	3		

составляют более 37,8 мм, в остальные 30 % лет они менее 37,8 мм. О повторяемости отклонений месячных сумм осадков от средних значений в определенных пределах можно судить по табл. 46.

Наибольшие суточные количества осадков наблюдаются в летние месяцы. Так, при среднем многолетнем суточном максимуме осадков в июне 17 мм, 8 июня 1967 г. выпало 76 мм. В зимние месяцы средний суточный максимум в 8—10 раз меньше летнего. В январе—феврале он равен 2 мм, весной растет и в июле доходит до 21 мм (табл. 47). Данные табл. 47 показывают, что 1 раз в 10 лет в июле может выпасть 40 мм, а 1 раз в 100 лет 77 мм осадков.

Таблица 47

Суточный максимум осадков (мм) различной обеспеченности

Месяц	Средний максимум	Обеспеченность, %						Наблюдаемый максимум		
		63	20	10	5	2	1	мм	число	год
I	2	1	4	4	5	6	6	6	17	1943
II	2	2	3	4	6	8	10	8	16	1970
III	3	1	4	6	10	16	21	18	25	1936
IV	5	3	6	9	11	14	16	14	5	1932
V	9	6	12	14	16	18	20	19	27	1970
VI	17	12	23	29	41	65	80	76	8	1967
VII	21	14	31	40	51	65	77	73	12	1972
VIII	15	10	22	28	32	38	41	40	7	1970
IX	12	9	17	21	27	39	48	44	3	1954
X	6	4	8	11	13	17	22	20	20	1977
XI	4	3	6	8	10	12	15	13	16, 11	1969 и др.
XII	3	2	4	5	7	10	14	12	7	1965
Год	21	20	37	42	47	67	90	76	8 VI	1967

В Абакане за год в среднем бывает 103 дня с осадками 0,1 мм и более (табл. 22 приложения), за месяц — от 4 дней (в марте) до 13 (в июле, августе). Однако в отдельные годы число дней с осадками значительно отличается от среднего. В летние месяцы возможны колебания от 6 до 21 дня. В марте 1959 и 1972 гг. не было ни одного дождя, а в 1950 и 1957 гг. — по 9 дней с осадками при среднем месячном значении 4 дня. Из общего количества дней с осадками 49 % приходится на дни с жидкими осадками, 45 % — на дни с твердыми и 6 % — со смешанными осадками. В июле—августе осадки выпадают только в жидком виде, в декабре и январе — только в твердом, во все остальные месяцы осадки могут быть и жидкими, и твердыми, и смешанными (рис. 12). Повторяемость осадков по фазовому состоянию отражена в табл. 48. По фазовому состоянию преобладают жидкие осадки, причем в дневные часы твердые бывают в 2 раза реже. Ливневые осадки чаще выпадают в дневные часы, обложные более вероятны ночью.

Таблица 48

Повторяемость (%) осадков по их видам и фазовому состоянию за год

Часть суток	Вид осадков			Фазовое состояние		
	обложные	ливневые	обложные + ливневые	жидкие	твердые	смешанные
День	30	59	11	64	31	5
Ночь	39	48	13	59	38	3

Средняя месячная продолжительность осадков бывает наибольшей (81 ч) в декабре, наименьшей (31 ч) — в марте (табл. 49). Максимальная продолжительность осадков (152 ч) была в декабре 1966 г.

Таблица 49

Средняя и максимальная продолжительность τ (ч) осадков

Месяц	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	Год	Месяц	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	Год	Месяц	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	Год
I	75	113	1975	V	56	106	1970	IX	58	118	1969
II	61	110	1971	VI	65	115	1967	X	56	108	1974
III	31	82	1974	VII	57	102	1972	XI	47	141	1967
IV	37	79	1966	VIII	63	100	1977	XII	81	152	1966

Наибольшая повторяемость продолжительности осадков приходится на градации менее 6 ч, причем для обложных осадков такая продолжительность отмечена в 69 % и для ливневых — в 88 % (табл. 23 приложения). Зимой преобладают обложные осадки (87 %), летом — ливневые (85 %, табл. 50).

Таблица 50

Соотношение (%) различных типов осадков по сезонам. 1966—1976 гг.

Тип осадков	Зима	Весна	Лето	Осень
Обложные	87	13	5	20
Ливневые	8	71	85	58
Обложные с ливневыми	5	16	10	22

Летние осадки более интенсивны, чем зимние. Наибольшую интенсивность имеют ливни. 31 июля 1968 г. дождь шел более 17 ч и за это время выпало 38 мм, средняя интенсивность его была 0,04 мм/мин. 12 июля 1972 г. за 18 ч зарегистрировано 72,7 мм осадков (больше месячной нормы). В табл. 51 перечислены все случаи обильных дождей и интенсивных ливней, наблюдавшихся в Абакане.

Таблица 51

Исключительные случаи обильных дождей и интенсивных ливней X (мм)

Дождь			Ливень		
X , мм	τ , ч мин	Дата	X , мм	τ , ч мин	Дата
39,4	13 42	20 VII 1944	15,1	0 20	14 VII 1956
37,7	4 30	9 VII 1952	5,8	0 04	3 VII 1957
45,9	1 42	24 VI 1958	20,6	0 16	24 VI 1958
40,7	3 12	3 VII 1961	13,4	0 14	25 VI 1963
33,6	5 42	15 VII 1965	7,1	0 06	11 IX 1963
34,4	11 36	30 VI 1966	12,9	0 17	16 IX 1963
75,7	4 06	8 VI 1967	25,8	0 30	15 VII 1965
58,6	8 06	3 VII 1967	23,0	0 19	14 VI 1966
37,9	17 42	31 VII 1968	8,5	0 06	23 VII 1966
39,9	3 12	7 VIII 1970	67,9	0 56	8 VI 1967
31,0	12 00	11 VII 1971	18,0	0 18	7 VIII 1970
72,7	18 18	12 VII 1972	10,5	0 08	18 VII 1971
35,1	4 36	5 VIII 1976	22,6	0 30	5 VIII 1976
			24,6	0 33	9 VII 1978

Несмотря на то что максимум осадков отмечается в теплый период года, в Абакане часты бездождные периоды, т. е. периоды, когда в течение 10 дней и более не выпадали осадки совсем или их количество не превышало 1 мм. Ежегодно с апреля по октябрь в городе бывает в среднем по четыре бездождных периода (в отдельные годы было от двух до семи). Средняя продолжительность одного периода 21 день. Наиболее часты бездождные периоды продолжительностью до 20 дней. Они составляют почти 68 % случаев бездождных периодов (табл. 52). Наиболее продолжительный бездождный период (82 дня) наблюдался в 1945 г. — с 17 августа по 6 ноября. Бездождные периоды продолжительностью больше 50 дней редки, на них приходится меньше 8 % случаев. В июне—августе за наблюдаемые годы (1936—1960) наблюдался один бездождный период, который не превышал 25 дней. Он был с 21 июля по 14 августа 1948 г. Средняя продолжительность бездождного периода в июне—августе составляет 7 дней. Наибольшей сухостью выделяются весной — апрель (72,0 %), а осенью — октябрь (72,4 %, табл. 53).

Таблица 52

Повторяемость (%) бездождных периодов различной продолжительности

Характеристика	Среднее число периодов в год	Продолжительность, дни								Σ	Максимальная	Дата
		≤ 1	10—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	> 70			
Число случаев %	4	21	71	17	4	5	6		2	105	82	1945 г. 17 VIII—6 XI
			68	16	4	5	6		2	100		

Таблица 53

Продолжительность τ (дни) бездождных периодов

Месяц	$\bar{\tau}$	%	$\tau_{\text{макс}}$	Год	$\tau_{\text{макс}}$ непре- рывная	Дата
IV	22	72,0	30	1944	58	4 IX—31 X 1943 г.
V	11	36,5	31	1952	60	1 IV—30 V 1945 г.
VI	7	22,5	21	1942	82	17 VIII—6 XI 1945 г.
VII	7	23,5	17	1945	53	8 IV—30 V 1947 г.
VIII	7	22,8	23	1943	51	18 IX—7 XI 1947 г.
IX	10	34,8	27	1943	51	23 III—14 V 1948 г.
X	22	72,4	31	1947 и др.	72	1 IV—11 VI 1952 г.
					52	3 IV—24 V 1958 г.

В связи с большим жилищным строительством в городе особый интерес представляет оценка количества жидких осадков, попадающих на наклонные и вертикальные поверхности ограждающих конструкций. Осадки в сочетании с ветром названы «косыми дождями». Образующаяся водная пленка способствует стеканию воды по стенам, в результате чего создается контраст увлажнения между нижними и верхними этажами. Чередование увлажнения и высыхания вызывает образование трещин, коррозию стальной арматуры и в конечном итоге приводит к более быстрому старению и разрушению ограждающих конструкций. В табл. 54 представлено возможное среднее количество осадков за месяц X_v , попадающих на вертикальную поверхность при косых дождях.

Таблица 54

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

Характеристика	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV—X
$\bar{n}$	2,5	11,1	13,4	8,2	7,3	7,7	6,5	56,7
% общего количества осадков за месяц	25	36	26	13	13	20	31	21

Данные рассчитаны по формуле, предложенной Ц. А. Швер [28]:

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

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

За теплый период в Абакане на долю косых дождей приходится около 57 мм осадков, что составляет 21 % общего количества дождей, поступающих на горизонтальную поверхность за этот период.

5.3. Снежный покров

В Абакане первый снег, как правило, стаяет, так как ложится на еще теплую землю, а также из-за возможных повышений температуры и выпадения жидких осадков. Самое раннее образование снежного покрова отмечено в Абакане в третьей декаде сентября. Средняя дата образования устойчивого снежного покрова приходится на 14 ноября (табл. 55), обычно снег ложится уже на мерзлую почву.

Даты образования устойчивого снежного покрова варьируют в широких пределах. Обеспеченность образования устойчивого снежного покрова в третьей декаде октября не превышает 5 %. С той же вероятностью его может не быть до первой-второй декады декабря. В 3 % лет устойчивый снежный покров отсутствует.

В степных условиях Хакасии снежный покров незначителен по высоте. В зимы 1948-49, 1958-59 гг. средняя высота снежного покрова была 2—3 см, максимальная высота не превышала 8 см. Сухой и рыхлый снег сдувается в пониженные части рельефа, перемещается и смешивается с землей. С установлением устойчивого снежного покрова высота его увеличивается постепенно (табл. 56). В ноябре средняя высота снежного покрова 3—7 см, рост высоты от декады к декаде продолжается до февраля, и в результате накапливается слой снега 10—12 см. На открытом участке, при средней из наибольших высот за зиму 10 см, в 5 % лет наибольшая высота покрова доходит до 16 см, а в 90 % лет обеспечена высота снежного покрова 4 см (табл. 57 а). На защищенном участке средняя из наибольших высот за зиму составляет 18 см, 1 раз в 10 лет высота снежного покрова достигает 28 см, а наибольшая высота (32 см) отмечена зимой 1957-58 г. Преобладают зимы с наименьшей декадной высотой снега до 10 см (57 %), а с высотой 11—20 см бывает 43 % зим (табл. 57 б).

В степях Хакасии уже в феврале, до перехода температуры воздуха через 0°C, начинается уменьшение высоты снежного покрова. В результате возгонки, минуя жидкую стадию, происходит испарение с поверхности снега [5]. Устойчивый снежный покров разрушается в основном в марте и окончательно сходит в апреле. Разрушение снежного покрова 1 раз в 25 лет может закончиться позднее — в конце первой декады апреля. Средняя дата схода снега — 15 апреля. В малоснежные зимы, например зима 1971-72 г., снег сходит к началу марта. Снегопады весьма возможны и после схода снежного покрова. С возвратом холодов может образоваться временный снежный покров, который быстро стаяет, так, в 1951 и 1970 гг. соответственно 13 и 12 мая снежный покров достиг высоты 6 см, но пролежал только один день. Наиболее поздний сход снежного покрова наблюдался в середине мая 1959 г.

Средняя продолжительность залегания снежного покрова составляет 137 дней. В связи с колебаниями дат образования и схода снежного покрова возможны значительные отклонения продолжи-

Таблица 55

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

Процесс	Станция	Средняя дата	Самая поздняя дата	Обеспеченность (%) в указанные даты и более поздние							Самая ранняя дата
				95	90	75	50	25	10	5	
Появление снежного покрова	Абакан	27 X	20 XI 1947 г. и др.	17 XI	14 XI	8 XI	27 X	16 X	7 X	2 X	25 IX 1933 г.
	Хакасская	25 X	15 XI 1955 г.	13 XI	12 XI	7 XI	23 X	13 X	11 X	10 X	26 IX 1969 г.
Образование устойчивого снежного покрова	Абакан	14 XI	—	9 XII	30 XI	18 XI	10 XI	6 XI	2 XI	1 XI	31 X 1959 г.
	Хакасская	16 XI	—	16 XII	7 XII	24 XI	13 XI	6 XI	1 XI	30 X	5 X 1974 г.
Разрушение устойчивого снежного покрова	Абакан	27 III	16 IV 1957 г.	13 IV	9 IV	2 IV	28 III	22 III	12 III	5 III	—
	Хакасская	17 III	13 IV 1977 г.	7 IV	2 IV	25 III	18 III	11 III	1 III	18 II	—
Сход снежного покрова	Абакан	15 IV	16 V 1959 г.	12 V	6 V	29 IV	17 IV	4 IV	21 III	13 III	7 III 1949 г.
	Хакасская	14 IV	17 V 1959 г.	17 V	13 V	2 V	15 IV	28 III	18 III	6 III	5 III 1977 г.

Примечание. Тире (—) означает, что на ст. Абакан снежный покров отсутствовал в 3 % лет и на ст. Хакасская — в 4 % лет.

Таблица 56

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

X			XI			XII			I		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Высота по снегосъемке (см)

·	·	·	·	·	7	8	9	10	9	10	11
·	·	·	3	5	6	6	7	9	9	9	10

Плотность (г/см³)

·	·	·	·	·	0,14	0,17	0,18	0,18	0,19	0,18	0,18
---	---	---	---	---	------	------	------	------	------	------	------

Запас воды (мм)

·	·	·	·	·	7	9	11	14	15	16	17
---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

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

Высота по снегосъемке (см)

12	11	12	11	8	·	·	·	15	27	3
10	10	10	9	5	·	·	·	13	23	3

Плотность (г/см³)

0,20	0,19	0,19	0,22	0,24	·	·	·	0,17	0,31	·
------	------	------	------	------	---	---	---	------	------	---

Запас воды (мм)

19	17	19	18	11	·	·	·	25	45	·
----	----	----	----	----	---	---	---	----	----	---

Примечание. Точка (·) означает, что в соответствующую декаду снежный покров наблюдался менее чем в 50 % зим. Для высоты по снегосъемке: 1-я строка — ст. Абакан, 2-я — ст. Хакасская; плотность и запас воды даны по Хакасской.

Таблица 57a

Наибольшая высота снежного покрова (см) различной обеспеченности (постоянная рейка)

Средняя из наибольших высот за зиму	Наименьшая из наибольших за зиму, см	Обеспеченность (%) декадных высот							Наибольшая высота за зиму, см
		95	90	75	50	25	10	5	

Открытый участок

10	2 (1958-59 г.)	2	4	7	10	13	15	16	20 (1953-54 г.)
----	-------------------	---	---	---	----	----	----	----	--------------------

Защищенный участок

18	6 (1958-59 г.)	6	8	12	17	23	28	31	32 (1957-58 г.)
----	-------------------	---	---	----	----	----	----	----	--------------------

Таблица 576

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

Место установок	Высота снежного покрова, см			
	1—10	11—20	21—30	31—40
Открытое	57	43		
Защищенное	54	34	11	1

тельности залегания от средней многолетней. Например, зимой 1933-34 г. продолжительность залегания снежного покрова составила 163 дня, почти на месяц больше, чем средняя многолетняя. В 95 % зим можно ожидать, что снежный покров пролежит 68 дней (табл. 57 в).

Таблица 57в

Число дней n со снежным покровом различной обеспеченности

n	Обеспеченность, %							$n_{\text{макс}}$
	95	90	75	50	25	10	5	
137	68	110	134	143	152	159	162	163

В течение зимы плотность снега постепенно увеличивается. Особенно быстро она растет во время оттепелей и при таянии снега, пока он не пропитается водой. Максимальных значений ($0,24 \text{ г/см}^3$) плотность достигает во второй декаде марта. В среднем за зиму при наибольшей декадной высоте она составляет $0,17 \text{ г/см}^3$. Максимальная плотность ($0,31 \text{ г/см}^3$) была в марте 1954 г. (табл. 56).

Запас воды в снеге определяется его высотой и плотностью. Наибольших значений запасы воды достигают в конце февраля и составляют 19 мм, средний из наибольших за зиму 25 мм, максимальный за декаду 45 мм (1954 г.).

Снеговая нагрузка на различные покрытия определяется массой снежного покрова на единицу площади. Нормативная снеговая нагрузка на один квадратный метр горизонтальной площади вычисляется по формуле

$$P_n = P_0 C,$$

где P_0 — масса снежного покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности; C — коэффициент перехода от массы снежного покрова на горизонтальной поверхности к нагрузке на покрытие, зависящий от его конструкции ($0 \leq C \leq 1$).

Значения P_0 рассчитаны по всей территории СССР и приведены в СНиПе. Для Абакана P_0 составляет 70 кг/м^2 [8]. Расчетная снеговая нагрузка определяется по нормативной нагрузке, умноженной на коэффициент перегрузки, принимаемый по СНиПу.

6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

6.1. Облачность

Облачность является одним из факторов, влияющих на погоду, в дневные часы она ограничивает приток солнечной радиации, ночью препятствует сильному выхолаживанию. Поэтому на метеорологических станциях за облачностью ведутся тщательные наблюдения. Визуально определяют степень покрытия неба облаками, их форму. С помощью приборов и визуально определяют высоту нижней границы облаков. Количество облаков оценивается по десятибалльной шкале. Если облака отсутствуют или закрывают не более 0,2 небосвода (облачность 2 балла) — небо считается ясным, если они закрывают 0,3—0,7 небосвода (3—7 баллов) — полужасным, если закрыто 0,8—1,0 небосвода (8—10 баллов) — пасмурным.

В зависимости от высоты нижней границы облака подразделяются на три яруса: верхний, средний и нижний. Принято, что нижняя граница облаков верхнего яруса лежит выше 6000 м. На такой высоте находятся перистые, перисто-слоистые и перисто-кучевые облака. Они заметно отличаются от облаков других ярусов не только большой высотой, но и своей легкостью, прозрачностью. Сквозь их тонкий слой просвечивает голубое небо, свет солнца и луны. На больших высотах мало влаги, поэтому там и образуются такие тонкие и нежные облака, состоящие из ледяных кристалликов.

К облакам среднего яруса относятся высоко-кучевые и высоко-слоистые, высота их от 2000 до 7000 м. По сравнению с облаками верхнего яруса они более плотные, белые или светло-серые. Солнце и луна сквозь них просвечивают слабо.

К облакам нижнего яруса относятся слоистые, слоисто-кучевые, а также плоские кучевые облака. Высота их основания от поверхности земли 100—1500 м. Они плотные и тяжелые, серого и темно-серого цвета. Иногда эти облака начинаются у самой земли и воспринимаются как туман.

Особую группу составляют облака вертикального развития: кучевые и кучево-дождевые. Они развиваются вверх до значительных высот, могут захватывать все три яруса, но основание их расположено в нижнем.

Осадки в основном дает облачность нижнего, частично среднего яруса. Из слоисто-дождевых облаков, создающих сплошной серый облачный покров, идет обложной дождь или снег. Из кучево-дождевых облаков выпадают ливневые осадки, град, крупа, и пр.

Представление о том, как часто или, наоборот, как редко наблюдаются те или иные формы облаков в Абакане, дает табл. 58.

При наблюдениях за облачностью принято выделять общую облачность, включающую все виды облаков, и нижнюю, куда входят облака только нижнего яруса. По общей облачности большую

Таблица 58
Повторяемость (%) основных форм облаков по месяцам и за год.
1936—1960 гг.

Форма облаков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Перистые	19	21	28	28	35	44	46	38	31	29	27	20	30
Перисто-кучевые	1	0,6	1	2	2	2	1	2	0,8	2	2	0,5	1
Перисто-слоистые	14	17	17	17	12	8	7	7	9	10	2	15	11
Высоко-кучевые	26	25	32	31	28	37	42	40	37	35	20	24	31
Высоко-слоистые	32	32	30	24	19	12	10	11	16	28	42	40	25
Кучевые	0,4	0,5	4	13	17	24	25	20	13	7	3	0,9	11
Кучево-дождевые			1	6	13	18	22	18	10	4	0,9	0,2	8
Слоистые	2	2	2	2	2	2	2	1	2	3	4	2	2
Слоисто-кучевые	7	6	8	23	30	32	28	38	36	32	20	11	23
Слоисто-дождевые	3	3	3	4	4	4	2	3	5	5	8	5	4
Разорванно-дождевые	0,8	1	2	5	6	6	6	6	7	5	3	1	4

часть года над Абаканом преобладает пасмурное небо. Облачность претерпевает сезонные изменения: в зависимости от времени года меняется количество, форма и высота облаков (табл. 59 и 60).

Таблица 59

Средняя месячная и годовая общая и нижняя облачность (баллы)

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

Таблица 60

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

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

Осенью и зимой над городом чаще наблюдаются высоко-слоистые, высоко-кучевые, слоисто-кучевые и перистые облака. Значительное увеличение облачности начинается в октябре. Конец осени и начало зимы характеризуются преобладанием циклонической деятельности и являются наиболее пасмурным временем года. С декабря по март повторяемость пасмурного состояния неба уменьшается до 55—63 % по общей облачности и до 9—13 % по нижней (рис. 13). В связи с прохождением циклонов в это время могут быть кратковременные потепления. В последние месяцы холодного периода облачность заметно убывает. И хотя общая облачность сохраняется еще значительной, все меньше нависают облака нижнего яруса, все чаще проглядывает солнце.

Весной циклоническая деятельность увеличивается и происходит постепенное размывание отрога антициклона. Повторяемость пасмурного состояния неба составляет 59 % по общей и

22 % по нижней облачности. В летнее время повторяемость пасмурного состояния неба уменьшается до 52 % по общей и до 22 % по нижней облачности (табл. 61). Осень характеризуется усилением атмосферной циркуляции и пасмурным состоянием неба в результате развития высоко-кучевой и слоисто-кучевой облачности.

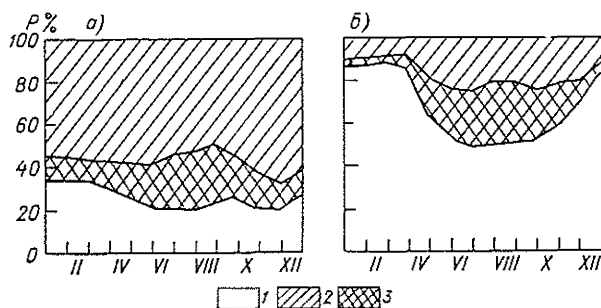


Рис. 13. Вероятность ясного (1), полuyасного (2) и пасмурного (3) состояния неба по общей (а) и нижней (б) облачности.

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

В зимнее время наблюдается 2—5 ясных и 10—15 пасмурных дней по общей облачности. За год по общей облачности в целом насчитывается 135 пасмурных и 40 ясных дней (табл. 62).

Таблица 61

Повторяемость (%) ясного, полuyасного и пасмурного состояния неба

Сезон	Общая облачность			Нижняя облачность		
	ясно	полuyасно	пасмурно	ясно	полuyасно	пасмурно
Зима	29	11	60	83	5	12
Весна	24	17	59	58	20	22
Лето	22	26	52	50	28	22
Осень	23	17	60	56	20	24
Год	25	17	58	66	16	18

Годовой ход повторяемости пасмурного состояния неба по нижней облачности аналогичен годовому ходу его по общей облачности. Повторяемость ясного состояния неба по нижней облачности в течение всего года достаточно велика (66 %). Наиболее устойчива ясная погода в декабре—марте, когда эта повторяемость достигает своих максимальных значений (82—89 %). В феврале лишь в 9 % случаев пасмурная погода удерживается в течение

Таблица 62

Число ясных и пасмурных дней n по общей и нижней облачности

Месяц	Общая облачность			Нижняя облачность			Общая облачность			Нижняя облачность		
	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$
Ясные дни						Пасмурные дни						
I	5,2	12	0	23,2	29	15	10,8	18	5	0,3	3	0
II	4,2	12	0	21,2	27	11	9,5	20	3	0,2	5	0
III	3,8	11	0	22,4	28	13	9,9	19	4	0,2	2	0
IV	3,4	11	0	13,3	20	8	10,6	16	4	1,1	4	0
V	2,2	6	0	10,1	15	3	11,8	17	7	1,7	5	0
VI	2,6	5	0	9,4	16	5	10,6	18	5	2,3	7	0
VII	2,3	5	0	9,5	16	3	9,8	17	4	1,5	5	0
VIII	3,4	9	0	9,9	16	2	9,3	17	3	1,9	5	0
IX	3,8	10	0	10,3	22	3	10,9	21	6	2,3	10	0
X	2,8	9	0	12,1	20	8	13,9	20	4	1,8	6	0
XI	2,3	7	0	14,2	24	5	14,5	21	7	1,5	6	0
XII	4,0	14	0	19,9	29	11	13,7	22	5	0,7	4	0
Год	40	56	28	176	201	132	135	173	100	16	42	2
		(1956)	(1958)		(1955)	(1936)		(1938)	(1955)		(1936)	(1959)

дня. По нижней облачности в зимнее время наблюдается 14—23 ясных дня и до 2 пасмурных дней, а в сумме за год насчитывается 176 ясных дней и 16 пасмурных. В отдельные годы может сохраняться преимущественно ясная погода, в другие — пасмурная. Например, в 1959 г. по нижней облачности было 192 ясных дня и 2 пасмурных, а в 1938 г. по общей облачности наблюдалось 173 пасмурных и 33 ясных дня.

Облачность, кроме годового хода, имеет суточные колебания. Суточный ход облачности выражен в течение всего года, причем, как правило, в холодный период суточный ход повторяемости ясного и пасмурного состояния неба выражен менее резко. Наибольшая повторяемость пасмурного неба по общей облачности

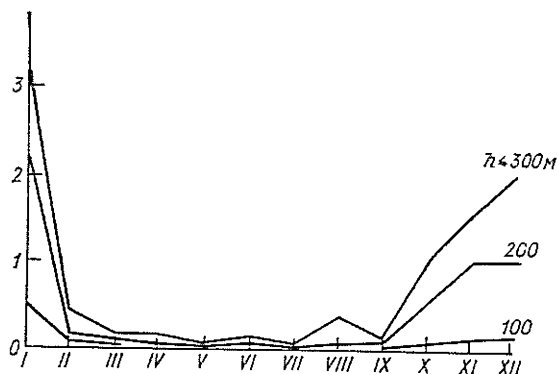


Рис. 14. Годовой ход повторяемости высоты нижней границы облаков 300 м и ниже.

в зимнее время отмечается в дневные часы (13 ч), когда с развитием конвективных потоков увеличивается кучевая облачность, а наименьшая — вечером и ночью (01 и 19 ч). При прохождении фронтов эта закономерность нарушается.

Большой практический интерес, особенно для авиации, представляют данные о повторяемости низких плотных слоистообразных облаков с высотой основания менее 300 м. Именно они мешают взлету и посадке самолетов, а при еще большем снижении облаков и при переходе их в туман приводят к временному закрытию аэропортов. Наибольшая повторяемость высоты облаков ниже 300 м приходится на декабрь (2 %) и январь (3 %). Май и июль характеризуются отсутствием низкой облачности (рис. 14). Следует отметить, что в городе низкая облачность наблюдается очень редко.

6.2. Атмосферные явления

В нижних слоях атмосферы и у земной поверхности наблюдается большое число разнообразных атмосферных явлений, отрицательно влияющих на ряд отраслей народного хозяйства и часто вызывающих неблагоприятные последствия. Это прежде всего явления, ухудшающие видимость (туман, дымка, метель, интенсивные осадки), а также и другие, например грозы, град, отложение льда на проводах. Метеорологическая служба ведет наблюдения за всеми атмосферными явлениями, оценивает их интенсивность и предупреждает об опасных и особо опасных условиях, возникающих, например, на дорогах при интенсивных туманах и метелях, о возможном ухудшении связи и пр. Визуальные наблюдения за атмосферными явлениями обобщены по станции Абакан за 1936—1960 гг. (туман, дымка, метели, гололед, изморозь, видимость — за 1963—1967 гг.), по станции Хакасской — за 1940—1978 гг. (грозы, град, пыльные бури, суховеи).

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

В Абакане чаще всего наблюдаются радиационные туманы, этому способствует значительная повторяемость ясного состояния неба. Всего за год бывает в среднем 23 дня с туманом. Число дней с туманом от года к году колеблется в больших пределах (11—

в 1949 г. и 50 — в 1947 г.). В холодный период (ноябрь—март) число дней с туманом за месяц составляет в среднем 3—5, в отдельные годы таких дней может быть 10—15. В теплый период (апрель—октябрь) года отмечается обычно 1—2 дня с туманом, наибольшее число дней не превышает 6 (табл. 63). Меньше всего туманов (1—3 раза в 10 лет) приходится на весенние месяцы (апрель—май). Чаще всего туманы образуются во вторую половину ночи и в утренние часы. Время наибольшей вероятности туманов смещается вместе со временем рассвета в течение года, изменяясь от 5—6 ч утра летом до 7—8 ч зимой (табл. 25 приложения).

Таблица 63

Число дней n с туманом и его продолжительность τ (ч)

Месяц	$\bar{n}$	σ	$n_{\text{макс}}$	τ	σ	$\tau_{\text{макс}}$
I	4	3,4	13	25	21,6	70
II	4	3,1	9	18	17,1	54
III	1	1,2	4	6	6,3	21
IV	0,1	0,3	1	0,1	0,3	1
V	0,3	0,6	2	0,6	1,4	6
VI	0,4	0,7	2	1	1,8	6
VII	0,9	0,8	3	2	2,6	10
VIII	1	1,3	6	4	4,0	15
IX	2	1,8	6	7	7,4	24
X	1	1,3	4	7	12,5	58
XI	3	2,6	10	16	16,7	52
XII	5	3,8	15	29	32,4	108
Год	23	9,0	50	116	58,0	270

Важной характеристикой является продолжительность туманов. Самые продолжительные туманы, как и наибольшее их число, отмечаются в холодный период года с максимумом в январе и декабре (табл. 64). В среднем за год отмечается 116 ч с туманом, из них с ноября по февраль бывает 88 ч. В холодный период туманы более продолжительны. С ноября по февраль в каждом из месяцев среднее число часов с туманом колеблется от 16 до 29. Наиболее длительные случаи приходятся на декабрь, максимальная суммарная продолжительность (108 ч) отмечена в 1947 г. В теплый период года туманы длятся по 2—7 ч, а с апреля по июль они более кратковременны, продолжительность одного тумана не превышает 2 ч, однако возможны случаи сохранения его непрерывно в течение 10—15 ч (июль 1940 г., август 1957 г.).

Статистические характеристики непрерывной продолжительности туманов показывают колебания ее в значительных пределах: от нескольких минут до нескольких суток. Причем в холодное полугодие средняя непрерывная продолжительность в 2 раза больше, чем в теплое. Заметнее различия в максимальной непрерывной продолжительности (зимой в 4 раза больше, чем летом). Наиболь-

Таблица 64

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

τ одного случая	σ	C_{σ}	Продолжительность, ч					$\tau_{\max}$	Дата
			$\leq 3,0$	3,1—6,0	6,1—12,0	12,1—18,0	$> 18,0$		
4,5	4,56	1,01	52	24	17	5	2	43,2	3—5 XII 1953

шая продолжительность одного случая тумана (43 ч) отмечена 3—5 декабря 1953 г. Наиболее часто (52 %) отмечаются туманы продолжительностью не более 3 ч.

Для практических целей представляют интерес вероятностные характеристики числа дней с туманом и суммарной продолжительности тумана (табл. 65). Почти ежегодно в Абакане может отмечаться 12 дней с туманом, их суммарная продолжительность равна 40 ч, а 1 раз в 20 лет бывает 45 дней при суммарной продолжительности 250 ч.

Таблица 65

Суммарная продолжительность τ (ч) и число дней n с туманом различной обеспеченности

Характеристика	Обеспеченность, %											
	5	10	20	25	30	40	50	60	70	80	90	95
τ	250	211	166	150	139	121	106	92	78	65	49	40
n	45	38	30	28	26	24	22	21	19	17	14	12

Для полноты характеристики туманов приведены сведения, при какой погоде они наиболее вероятны. Во время тумана обычно наблюдается безветрие. Штилевая погода в Абакане отмечается в 85 % случаев с туманами, а при скорости ветра 3—5 м/с повторяемость их составляет 5 %. Очень редко туманы сопровождаются большими скоростями ветра (7 м/с и более). Направление ветра при тумане не всегда совпадает с преобладающим, но чаще, чем другие, отмечаются ветры южных и юго-западных направлений. Диапазон температур воздуха, при которых наблюдаются туманы, довольно широк: от $-46,2^{\circ}\text{C}$ (декабрь 1947 г.) до $19,4^{\circ}\text{C}$ (август 1942 г.). Максимум повторяемости туманов в зимнее время приходится на температуру от -16 до -28°C (49 %), в теплое время года — от 12 до 16°C (19 %).

Туманы в зависимости от горизонтальной видимости подразделяются на очень сильные (видимость менее 50 м), сильные (видимость 50—200 м), умеренные (видимость 200—500 м) и слабые

(видимость 500—1000 м). Туманы с видимостью менее 50 м бывают редко, в летний период их количество значительно больше, чем в зимнее. Наибольшую повторяемость (41 %) имеют сильные туманы (табл. 66).

Таблица 66

Повторяемость (%) туманов при различной дальности видимости

Период	Видимость, м			
	≤50	51—200	201—500	501—1000
XI—III	0,7	42,9	27,1	29,3
IV—IX	2,9	32,4	35,3	29,4
Год	1,2	40,8	28,7	29,3

Дымка. Слабое помутнение воздуха у поверхности земли, вызываемое рассеянием света на взвешенных в нем мельчайших, не различимых глазом капельках воды или кристалликах льда называется дымкой. Дальность видимости при дымке снижается (не превышает 10 км). Дымка в Абакане отмечается чаще, чем туманы, и в течение всего года. В среднем в год насчитывается 139 дней с дымкой. Наибольшее число дней (189) отмечено в 1955 г., наименьшее (84) — в 1948 г. С октября по апрель дымка отмечается ежегодно. Реже всего она образуется в июне—июле (3—4 дня в месяц, но в отдельные годы до 16).

Распределение суммарной продолжительности дымки в году соответствует числу дней. В январе в среднем продолжительность дымки 397 ч, в июне—июле — в среднем 14 ч (табл. 67). Непрерывная продолжительность одного случая дымки составляет

Таблица 67

Число дней n с дымкой и ее продолжительность τ (ч)

Месяц	n	σ	$n_{\text{наиб}}$	Год	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{наиб}}$	Год
I	24	5,8	31	1944	397	669	1955
II	22	3,8	28	1956	306	527	1956
III	18	6,1	28	1957	152	308	1957
IV	9	4,6	20	1943	30	76	1943
V	5	4,2	13	1941	17	88	1940
VI	3	4,2	15	1941	14	95	1943
VII	4	4,4	16	1940	14	80	1940
VIII	6	5,0	15	1942 и др.	21	147	1940
IX	7	5,7	19	1942 и др.	23	80	1941
X	8	5,0	19	1955	32	72	1941
XI	13	6,1	26	1956	126	346	1959
XII	20	4,5	29	1956	267	552	1956
Год	139	32,4	189	1955	1399	2194	1956

11 ч, но в 4 % случаев отмечается продолжительность более двух суток. Наибольшая продолжительность дымки наблюдалась 15—29 января 1955 г., когда дымка сохранялась в течение 13 суток (323 ч).

Гроза. Это опасное атмосферное явление, которое вызывается электрическими разрядами между облаками или между облаком и землей. Грозы могут наносить материальный ущерб, разрушая линии связи и электропередачи, иногда они вызывают пожары. Грозы часто сопровождаются шквалистым ветром, сильными ливнями, градом. Образование их связано с прохождением холодных фронтов, с процессами конвекции и мощными восходящими токами в атмосфере. Наблюдаются грозы в основном в теплое время года — с апреля по октябрь (табл. 68а). Самая ранняя гроза отмечалась 6 апреля 1976 г., а самая поздняя — 8 октября 1964 г. Наибольшим количеством гроз (88 % годового) отличаются летние месяцы, значительно реже они бывают весной и осенью. В июле и августе наблюдаются ежегодно, в апреле — 1 раз в 8 лет. В октябре грозы очень редки, примерно 1 раз в 30 лет и реже. Максимум гроз в году наблюдается в июле, когда среднее число грозовых дней достигает 10. Наибольшая повторяемость отклонений от средней многолетней (40 %) падает на градацию от 6 до 10 дней (табл. 68б).

Таблица 68а

Число дней n с грозой

Характеристика	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Год
$\bar{n}$	0,1	2	6	9	6	1	0,03	24
σ	0,3	1,4	2,7	3,3	2,6	1,4	0,2	
$n_{\max}$	1	6	11	19	13	5	1	
Год	1976 и др.	1956	1970	1955	1976	1975	1964	

Таблица 68б

Повторяемость (%) отклонений числа дней с грозой n от средней многолетней по градациям

$n_{\max}$	Год	$\bar{n}$	σ	$n_{\min}$	Год	Отклонения от средней, дни				
						0	$\pm 1-2$	$\pm 3-5$	$\pm 6-10$	$\pm 11-15$
38	1970 и др.	24	5,8	15	1940 и др.	5	22	30	40	3

Наблюдаются грозы в любое время суток, чаще (71 %) в послеполуденные и вечерние часы (от 12 до 21), когда наиболее проявляются процессы термодинамической конвекции. Менее вероятны грозы в период от 3 до 6 ч (2 %).

Продолжительность гроз в сумме за год составляет 37 ч, наибольшая их продолжительность (99 ч) была в 1954 г. (табл. 69). Средняя месячная продолжительность гроз изменяется от 2 ч в мае до 17 ч в июле. Наибольшее число часов с грозой (50) отмечено в июле 1978 г. Средняя продолжительность в день с грозой в Абакане равна 1,4 ч. Наибольшая непрерывная продолжительность одной грозы в июле 1971 г. составила 14 ч. В 54 % случаев она продолжается не более 1 ч.

Таблица 69

Продолжительность τ (ч) гроз

Месяц	Суммарная			Одной грозы		
	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	год	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	год
IV	0,1	0,8	1951	0,4	0,8	1951
V	1,6	11,0	1967	0,9	4,0	1967
VI	9,1	26,0	1972	1,3	9,8	1970
VII	16,5	50,5	1978	1,6	14,0	1971
VIII	8,8	43,0	1976	1,4	10,2	1970
IX	1,0	9,8	1975	0,9	2,2	1975 и др.
X	0,01	0,1	1964	0,1	0,1	1964
Год	37,1	99,2	1970			

Град. Град выпадает в теплое время года из мощных кучево-дождевых облаков в виде кусочков льда разнообразных форм и размеров. Выпадение его часто сопровождается шквалистым ветром, ливневыми осадками, грозой. В Абакане град наблюдается не ежегодно — в 73 % лет. В годы с развитой грозовой деятельностью наблюдается 5 дней с градом, а в среднем за год насчитывается 1,3 дня (табл. 70). Число дней n с градом и среднее

Таблица 70

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

$n_{\text{макс}}$	Год	$\bar{n}$	σ	Отклонение от средней, дни		
				0 ± 1	± 2	± 3
5	1938	1,3	1,23	51	41	8

квадратическое отклонение σ в отдельные месяцы распределяются следующим образом:

Месяц	V	VI	VII	VIII	IX	X
$\bar{n}$	0,2	0,5	0,2	0,3	0,1	0,03
σ	0,55	0,79	0,49	0,56	0,35	0,00

Наиболее часто (1 раз в 2 года) град выпадает в июне. В октябре град — явление очень редкое, вероятность его составляет 3 %.

Выпадение града продолжается обычно от нескольких минут до четверти часа. Повторяемость такой продолжительности составляет 78 %. В мае 1949 г. в Абакане наблюдалась наибольшая продолжительность града — 1 ч 15 мин.

Град выпадает преимущественно в послеполуденные часы, когда максимально развита конвекция. Наибольшая повторяемость выпадения града приходится на время от 12 до 18 ч. С 21 ч до 6 ч град практически не наблюдается.

В большинстве случаев размер градин невелик. Обильный, крупный град почти всегда связан с сильным ветром. В июне 1967 г. в окрестностях Абакана наблюдался град диаметром 20 мм. Продолжительность выпадения составила 58 мин. Граду сопутствовал интенсивный ливень и ветер со скоростью 20 м/с. Обычно градовые явления связаны с грозами, однако град бывает не при каждой грозе. Из 18 гроз только одна сопровождалась градом. Выпадает град на небольших площадях пятнами или полосами.

Метель. Это горизонтальный перенос снега над поверхностью земли ветром достаточной силы не ниже уровня человеческого роста. При рассмотрении метелей различают поземок, низовую и общую метель. Поземок — перенос снега ветром только у поверхности земли до высоты 2 м. Метели сильно ухудшают видимость, образуют снежные заносы, что осложняет работу всех видов наземного и воздушного транспорта. Сдувая снег с полей, они наносят значительный ущерб сельскому хозяйству.

Метели наблюдаются в Абакане с октября по апрель, в среднем бывает 11 дней с метелями (табл. 71а). Чаше всего (1—3 дня в месяц) они наблюдаются в центральные зимние месяцы (декабрь—февраль), а в отдельные годы их повторяемость возрастает до 8 дней. Наибольшее число дней с метелью (23) было в зимы 1952-53 и 1953-54 гг., а наименьшее (1) — зимой 1948-49 г. В любой из месяцев в году метели могут отсутствовать, в октябре и

Таблица 71а

Число дней n с метелью и поземком, продолжительность τ (ч) метелей								
Месяц	С метелью						С поземком	
	$\bar{n}$	σ	$n_{\text{наиб}}$	$\bar{\tau}$	σ	$\tau_{\text{наиб}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{наиб}}$
X	0,1	0,4	2	1	4,3	21	0,04	1
XI	2	2,0	7	7	9,4	36	1	4
XII	3	2,0	8	16	15,6	58	3	9
I	2	1,9	5	9	12,7	43	3	8
II	2	2,0	8	8	13,3	65	3	8
III	2	1,6	5	9	9,6	36	2	7
IV	0,2	0,3	1	1	2,9	13	0,2	3
Год	11	6,4	23	51	41,2	174	12	26

апреле бывают всего в 8 % всех лет. Количество дней с поземками в отдельные месяцы и за год незначительно больше, чем с метелями.

Наибольшая продолжительность метелей (от 43 до 65 ч в месяц) приходится на декабрь—февраль. Всего за год в среднем насчитывается 51 ч с метелью, из них в декабре—феврале по 13—16 ч. Одна метель обычно продолжается 5 ч. (табл. 716), но возможны случаи исключительно длительных метелей. Так, 26—27 января 1954 г. метель наблюдалась в течение 32,5 ч. Наиболее

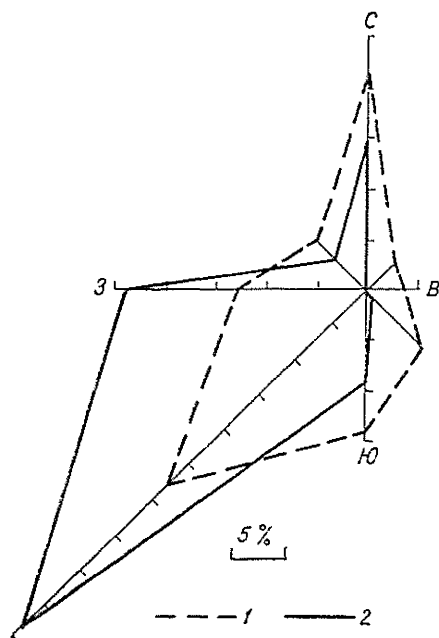


Рис. 15. Повторяемость различных направлений ветра при метелях. Год.

1 — общая повторяемость; 2 — при метелях.

часты метели продолжительностью до 3 ч, их повторяемость составляет 43 %. Особо опасными являются метели продолжительностью 12 ч и более. Такие метели наблюдаются в 10 % случаев.

Таблица 716

Повторяемость (%) метелей различной непрерывной продолжительности

τ	σ	Продолжительность, ч							T _{макс}	Дата
		≤ 3	3,1—6,0	6,1—9,0	9,1—12,0	12,1—15,0	15,1—18,0	≥ 18		
5,5	4,68	43	24	13	10	7	2	1	32,5	26—27 I 1954 г.

На протяжении суток метели возможны в любое время, их повторяемость в разное время суток имеет следующие значения:

Время, ч	0—3	3—6	6—9	9—12	12—15	15—18	18—21	21—24
Число случаев	46	48	47	58	58	45	43	46
Р. %	12	12	12	15	15	11	11	12

Незначительно преобладают метели в период 9—15 ч.

В Абакане метели чаще всего (73 %) сопровождаются юго-западными и западными ветрами. Очень редко (0,4 %) метели наблюдаются при ветрах восточной четверти. Распределение направлений воздушного потока при метелях несколько отличается от обычного (рис. 15). Наиболее часто (36 %) метели наблюдаются

при скоростях ветра 10—13 м/с. Повторяемость их при различных ветрах следующая:

Скорость, м/с . .	<6	6—9	10—13	14—17	18—20	21—24	25—28	29—34
Повторяемость, %	4,5	26,2	36,0	28,0	4,5	—	0,4	0,4

Метели наблюдаются в основном при отрицательной температуре. Особенно опасны метели при низких температурах, например, метели в январе—феврале при температуре ниже -25°C . Повторяемость их в январе равна 2 %, в феврале 5 % (табл. 72). В среднем за год наиболее вероятны метели при температуре от -5 до -15°C . Во время оттепелей метели наблюдаются редко (1 %).

Таблица 72

Повторяемость (%) температуры воздуха при метелях

Температура, $^{\circ}\text{C}$		XI	XII	I	II	III	IV	Год
от	до							
—29,9	—25,0			2	5			1
—24,9	—20,0	3	4	2	12			4
—19,9	—15,0	21	13	13	25	6		15
—14,9	—10,0	30	25	35	18	40	33	29
—9,9	—5,0	30	44	35	28	23	34	34
—4,9	0,0	13	14	10	12	31	33	16
>0,0		3		3				1

Любая метель сопровождается горизонтальным переносом снега. Высота снежного покрова в Абакане и его окрестностях невелика, поэтому и объем переносимого снега сравнительно небольшой, в среднем $41,0 \text{ м}^3$ на 1 м погонной длины. Наибольший снегоперенос (223 м^3 на 1 м) наблюдался зимой 1952-53 г. Обеспеченность такого снегопереноса равна 3 %. В ряде лет (1 раз в 7—8 лет) снегоперенос может отсутствовать (зимы 1943-44, 1948-49 и 1958-59 гг.). Наибольшие снегопереносы происходят при ветрах юго-западного направления.

Объем снегоотложения меньше объема переносимого снега почти в 6 раз. В среднем за зиму объем снегоотложения при метелях и поземках обеспеченностью 5 % по Абакану равен $7,0 \text{ м}^3$.

Гололедно-изморозевые явления. К основным видам гололедно-изморозевых отложений относятся гололед, кристаллическая и зернистая изморозь, сложные отложения льда и мокрый снег. Эти явления относятся к числу опасных, а при достижении определенных размеров — к особо опасным явлениям погоды, так как при них нарушается эксплуатация воздушных линий связи и электропередачи, затрудняется работа железнодорожного и автомобильного транспорта, наносится большой ущерб пастбищному животноводству, сельскому и лесному хозяйству.

Образование гололеда связано с прохождением теплых фронтов и окклюзий. Гололед — это слой плотного льда, стекловидного строения матового или прозрачного цвета, образующийся на любых предметах вследствие намерзания переохлажденных капель дождя, мороси и тумана. В Абакане гололед — явление редкое, отмечается он в 3 годах из 10 (табл. 73).

Таблица 73

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

Месяц	$\bar{n}$	Гололед		$\bar{n}$	Изморозь	
		$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$		$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$
IX	0,05	0,1	2	0,0	0	0
X	0,2	0,7	8	0,2	4	60
XI	0,05	0,7	14	3	30	102
XII	0,0	0	0	5	56	328
I	0,0	0	0	5	43	179
II	0,0	0	0	3	26	68
III	0,0	0	0	2	10	82
IV	0,05	0,3	6	0,1	0,5	11
Год	0,3	1,8	14	18	170	613
макс	2			41		
Год	1951—52			1939—40		

Образование гололеда возможно в период с сентября по апрель. Наиболее вероятен гололед (1 раз в 10 лет) в октябре—ноябре, в марте—апреле он бывает 1 раз в 20 лет.

В Абакане наблюдается только кристаллическая изморозь. За 40 лет наблюдений не отмечено ни одного случая зернистой изморози. Среднее число дней с изморозью за сезон составляет 18 (табл. 73), в отдельные годы (1939-40 г.) может достигать 41. Наблюдается изморозь с октября по апрель, достигая максимума (16—17 дней) в декабре—январе.

Средняя продолжительность изморози в течение года составляет 170 ч, наиболее продолжительное сохранение кристаллической изморози (613 ч) было отмечено зимой 1947-48 г., а наименьшее (9 ч) — зимой 1958-59 г. Продолжительность одного случая изморози колеблется от нескольких минут до шести суток. Наиболее продолжительное сохранение одного случая изморози (152 ч) наблюдалось в декабре 1947 г.

Резкое изменение погодных условий способствует образованию сложных отложений льда и мокрого снега. В табл. 74 дана повторяемость непрерывной продолжительности нарастания и обледенения за 1952—1975 гг. Непрерывная продолжительность обледенения проводов в 39 % случаев приходится на интервал времени до 6 ч и в 2 % случаев — на интервал более 25 ч. Процесс нарастания льда в 72 % проходит в течение примерно 6 ч. Максималь-

Таблица 74

Повторяемость (%) различной продолжительности τ обледенения проводов

Процесс	Интервал времени, ч			
	≤ 6	7—12	13—24	≥ 25
Нарастание	72	24	4	
Обледенение	39	35	24	2

ное отложение льда отмечается при скорости ветра 0—1 м/с (50 %) и 6—9 м/с (50 %).

Большое влияние на процесс образования и разрушения гололедно-изморозевых отложений оказывает температурно-ветровой режим. Максимальные отложения гололеда наиболее часто происходят при температуре воздуха от 0 до -10°C и при ветрах юго-западного направления (50 %). Максимальное отложение кристаллической изморози наблюдается в большом интервале температур воздуха, в основном (50 %) — при температуре от $-10,0$ до $-19,9^{\circ}\text{C}$, и в 5 % случаев — при температуре $-30,0^{\circ}\text{C}$ и ниже. Слабый ветер (0—1 м/с) сопутствует в 93 % случаев обледенения (табл. 75).

Таблица 75

Повторяемость (%) скорости ветра при максимальном отложении льда на проводах

Вид отложения	Скорость, м/с		
	0—1	2—5	6—9
Гололед ($d \geq 16$ мм)	50		50
Изморозь кристаллическая ($d \geq 50$ мм)	93	7	

От массы и размеров гололедно-изморозевых отложений зависит степень их опасности. Поэтому при проектировании линий связи и электропередачи, кроме режима гололедообразований, необходимо знать размеры гололедно-изморозевых отложений и их вероятность. Максимальное отложение кристаллической изморози по массе (88 г) при диаметре 44 мм наблюдалось зимой 1955-56 г. В табл. 76 приводятся рассчитанные максимальные значения массы отложений на проводе гололедного станка. В Абакане масса гололедно-изморозевого отложения, равная 50 г/м, может повторяться 1 раз в 5 лет, равная 100 г/м — 1 раз в 10 лет.

С увеличением высоты проводов над поверхностью земли значительно возрастает диаметр и масса гололедно-изморозевых отложений. Гололедные нагрузки на провода рассчитываются по значениям нормативной толщины стенки гололеда. За норматив-

Таблица 76

Максимальная масса P (г/м) гололедно-изморозевых отложений на проводе гололедного станка и ее повторяемость один раз в определенное число лет n

Станция	Масса отложений, возможная 1 раз в					Наблюдаемый максимум		
	2 года	5 лет	10 лет	15 лет	20 лет	P	плотность, г/см ³	год
Абакан	19	50	100	140	180	88	0,12	1956
Хакасская	18	28	37	43	48	44	0,06	1956

ную толщину стенки принимают толщину отложения льда, приведенную к высоте подвеса провода 10 м с диаметром 10 мм. Согласно расчетам, данным в табл. 77, на провода, находящиеся на высоте 10 м, возможны следующие нагрузки: 1 раз в 2 года 72 г на 1 м длины, 1 раз в 10 лет 360 г на 1 м длины.

Таблица 77

Максимальные гололедные нагрузки (г), возможные один раз в определенное число лет, на провода воздушных линий ($d=10$ мм, $h=10$ м)

Станция	Максимальная нагрузка, возможная 1 раз в					$P_{\text{макс}}$
	2 года	5 лет	10 лет	15 лет	20 лет	
Абакан	72	185	360	500	650	326
Хакасская	66	105	143	170	190	163

В период обледенения провода испытывают нагрузки не только от массы отложения, но и от действия ветра. Ветровая нагрузка рассчитывается по размерам отложения в зависимости от максимальной скорости ветра (табл. 78).

Таблица 78

Ветровые нагрузки Q (г/м) при гололеде на провода воздушных линий, возможные один раз в определенное число лет

Станция	Q при $P_{\text{макс}}$, возможная в			Q при $v_{\text{макс}}$, возможная в		
	2 года	5 лет	10 лет	2 года	5 лет	10 лет
Абакан	0	10		0	100	
Хакасская	15	23	31	16	27	38

Видимость. Наибольшее расстояние, на котором в светлое время суток различается на фоне неба вблизи горизонта абсолютно черный объект достаточно большого углового размера, называется метеорологической дальностью видимости. Изменяется видимость в зависимости от времени года и суток, от содержания в воздухе водяного пара и разных примесей.

На рис. 16 показан годовой ход повторяемости дальности видимости. В Абакане дальность видимости менее 4 км имеет выраженный максимум в холодную половину года, а минимум — в теплую. Опасные условия для транспорта создаются при дальности видимости 1 км и менее. Такая видимость отмечается чаще зимой (5 % случаев — в декабре), летом же она наблюдается не ежегодно.

В суточном ходе зимой (рис. 17) максимальная повторяемость плохой видимости бывает в 10—11 ч, а минимальная — через 2—

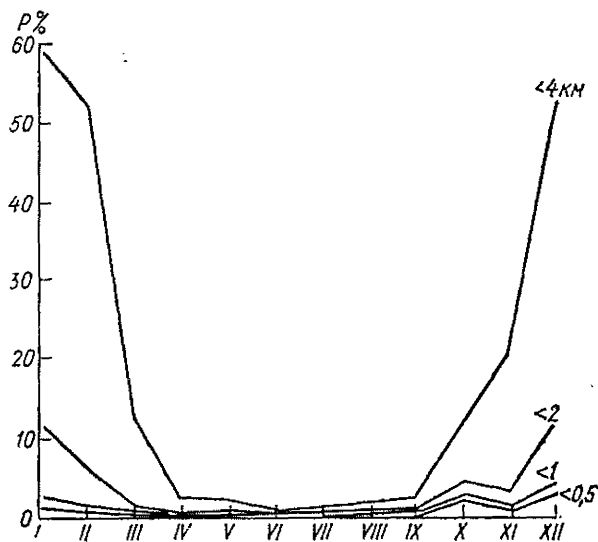


Рис. 16. Годовой ход повторяемости дальности видимости менее 4 км.

3 ч после захода солнца. Летом видимость ухудшается через 1—2 ч после восхода солнца, а от 12 до 19 ч и от 20 до 04 ч повторяемость ограниченной видимости составляет менее 1 %.

Ухудшение видимости происходит при наличии различных атмосферных явлений. При уменьшении дальности видимости до 4 км чаще других отмечается дымка (рис. 18). В ноябре—марте 80 % случаев ограниченной видимости обусловлены наличием дымки, в теплый период — 35 % случаев. В переходные периоды прозрачность атмосферы уменьшается вследствие многих причин. Так, в апреле дальность видимости менее 4 км в 63 % случаев создается за счет выпадения снега, а в 8 % случаев — за счет пыльных бурь. В мае наиболее часто (74 %) дальность видимости снижается в связи с увеличением повторяемости пыльных бурь.

Пыльные бури. В степной части Хакасии, где расположен Абакан, преобладают песчаные и супесчаные почвы. Недостаточное количество влаги при усилении ветра создает благоприят-

ные условия для выдувания поверхностного слоя почвы, в связи с чем возникают пыльные бури. Интенсивные и продолжительные бури наносят значительный ущерб народному хозяйству. 25 мая 1974 г. в южной части Красноярского края отмечались сильные

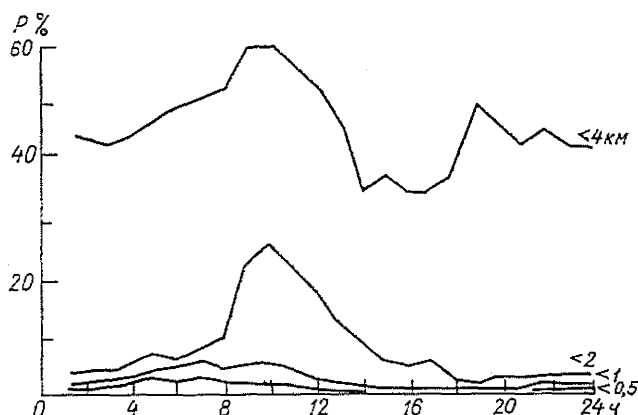


Рис. 17. Суточный ход повторяемости дальности видимости менее 4 км в ноябре—феврале.

ветры и пыльными бурями было охвачено 37 % сельскохозяйственной зоны южной части края. В Абакане ветер достигал опасных значений — 35 м/с, порывы — 42 м/с. Пыльная буря продолжалась

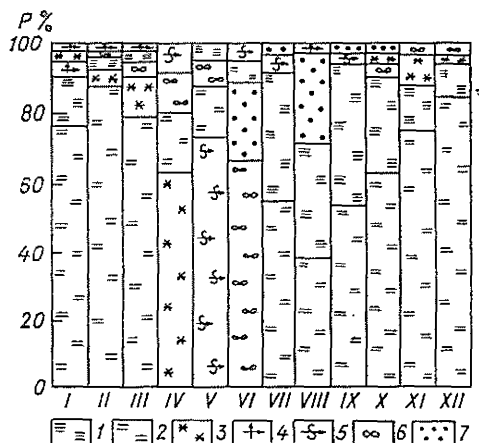


Рис. 18. Повторяемость дальности видимости менее 4 км при разных атмосферных явлениях.

1 — туман; 2 — дымка; 3 — снег; 4 — низовая метель; 5 — пыльная буря; 6 — мгла; 7 — дождь.

27 ч. По южным районам края температура воздуха повышалась до 33—38 °С.

В среднем за год в городе наблюдается 6 дней, а в отдельные годы до 16 дней с пыльной бурей (табл. 79). Чаще всего (1—2 дня) пыльные бури наблюдаются в апреле—мае, в некоторые годы их число увеличивается до 6—7. Продолжительность пыльных

Таблица 79

Число дней n с пыльной бурей

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII
$\bar{n}$		0,1	0,1	1,6	1,5	1,2	0,4
σ		0,59	0,26	1,58	1,84	1,58	0,64
$n_{\text{макс}}$		3	1	7	6	6	2
Год		1960	1953 и др.	1942	1957	1941	1951 и др.

Характеристика	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{n}$	0,3	0,2	0,4	0,3	0,1	6,2
σ	0,72	0,40	0,56	0,73	0,26	4,44
$n_{\text{макс}}$	3	1	2	3	1	16
Год	1943	1958 и др.	1943	1951	1958 и др.	1941

бурь меняется в широких пределах — от четверти часа до 27 ч (табл. 80). Наиболее часто отмечаются кратковременные бури (меньше 1 ч), повторяемость их составляет 57 %. Средняя годовая продолжительность не превышает 15 ч, а максимальная достигает 42 ч (1951 г.).

Таблица 80

Повторяемость (%) пыльных бурь непрерывной продолжительности τ (ч)

τ	Продолжительность, ч						$\tau_{\text{макс}}$	Дата
	<1	1—5	5—10	10—15	15—20	>20		
2,0	57	32	9	1	1	0,01	27	25—26 V 1974 г.

В 69 % случаев пыльные бури наблюдаются при скорости ветра от 13 до 18 м/с, а в 4 % — больше 21 м/с.

Суховеи. Под суховеем обычно понимают ветер с высокой температурой и низкой относительной влажностью. Суховеи причиняет ущерб сельскому хозяйству, так как при нем усиливается испарение, и при недостатке влаги в почве растения засыхают. В Абакане суховеи наблюдаются ежегодно. Число дней их от года к году значительно колеблется. Наибольшее число дней с суховеем (51) наблюдалось в 1945 г., а наименьшее (9) было в 1954 г.

В зависимости от интенсивности суховеи подразделяются на четыре типа: 1) слабые, 2) средней интенсивности, 3) интенсивные, 4) очень интенсивные. Слабые суховеи и суховеи средней интенсивности отмечаются ежегодно, в среднем за год насчитывается

Таблица 81

Число дней с суховеями

Тип суховеев	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Год
Слабые	0,7	4,7	7,4	6,7	4,9	0,5	24,9
Средней интенсивности	0,1	1,4	2,2	1,2	0,9	0,1	5,9
Интенсивные и очень интенсивные	0,0	0,05	0,1	0,1	0,0	0,0	0,25

25 дней с такими суховеями. Интенсивные и очень интенсивные суховеи наблюдаются редко — 1 раз в 4 года (табл. 81).

Ущерб, наносимый суховеями, зависит не только от их интенсивности, но и от продолжительности. Наибольшую повторяемость (56 %) имеет продолжительность один день. Часто суховеи длятся два дня повторяемость таких случаев составляет 21 %. В отдельные месяцы суховеи продолжаются по 9—11 дней.

7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ ГОДА

В качестве критериев для выделения сезонов в климатологии приняты даты устойчивых наступлений и прекращения заморозков в воздухе и на почве, а также даты появления и схода снежного покрова.

В зависимости от режима циркуляции атмосферы и радиационного баланса наступление различных сезонов от года к году не остается постоянным.

Все сезоны взаимосвязаны. Начало каждого зависит от характера предшествующего сезона. В среднем начало, конец и продолжительность сезонов в Абакане характеризуются датами, указанными в табл. 82.

Таблица 82

Начало, конец и продолжительность климатических сезонов

Сезон	Начало	Конец	Продолжительность, дни
Зима	7 XI	5 IV	150
Весна	6 IV	16 V	41
Лето	17 V	16 IX	123
Осень	17 IX	6 XI	51

7.1. Зима

Зима начинается от даты устойчивого перехода температуры воздуха через -5°C (7 ноября) в сторону отрицательных температур, с этой датой тесно связана дата образования устойчивого снежного покрова (14 ноября). Продолжается зима до его разрушения (27 марта), с которой связана дата перехода температуры через 0°C (5 апреля) в сторону подъема (табл. 83). Самое раннее наступление зимы отмечено 21 октября 1934 г., а самое позднее — 26 ноября 1971 г.

В конце октября с наступлением холодной погоды средняя суточная температура воздуха переходит через 0°C и становится отрицательной. Понижение температуры от октября к ноябрю является наибольшим в году, и в ноябре средняя месячная температура уже составляет $-9,6^{\circ}\text{C}$. Начало зимы в Абакане (предзимье) — период активной циклонической деятельности — характеризуется неустойчивой погодой. В отдельные дни возможны понижения температуры воздуха до -39°C (13 ноября 1952 г.). Однако бывают случаи, когда в ноябре температура воздуха повышается до 16°C (1 ноября 1966 г.). Снег, появляющийся в начале месяца и ранее, тает. Преобладают пасмурные дни. Годовой максимум по числу пасмурных дней приходится на ноябрь—декабрь (табл. 62). Весь этот период в среднем составляет 15 дней.

Таблица 83

Даты перехода средних суточных температур воздуха через определенные пределы и вероятность их наступления раньше указанных пределов

Предел температуры, °C	Сезон	Самая ранняя дата	Год	Средняя дата	Вероятность, %							Самая поздняя дата	Год
					5	10	25	50	75	90	95		
—5	Весна	8 III	1963	24 III	9 III	11 III	17 III	24 III	31 III	7 IV	11 IV	16 IV	1950
	Осень	21 XI	1934	7 XI	25 X	27 X	1 XI	5 XI	12 XI	19 XI	23 XI	26 XI	1971
0	Весна	21 III	1973	5 IV	23 III	25 III	30 III	4 IV	10 IV	17 IV	22 IV	1 V	1937
	Осень	1 X	1968	23 X	8 X	12 X	17 X	23 X	30 X	4 XI	6 XI	7 XI	1957 и др.
5	Весна	8 IV	1945	24 IV	9 IV	11 IV	16 IV	24 IV	2 V	7 V	8 V	9 V	1970
	Осень	19 IX	1969	5 X	27 IX	28 IX	1 X	4 X	9 X	14 X	17 X	22 X	1931
10	Весна	21 IV	1967	16 V	29 IV	4 V	11 V	17 V	23 V	26 V	27 V	28 V	1942
	Осень	28 VIII	1972	16 IX	31 VIII	5 IX	11 IX	16 IX	20 IX	26 IX	30 IX	30 IX	1966 и др.

Самое продолжительное предзимье (44 дня) было в 1964 г. В 1935, 1948, 1957 и 1965 гг. предзимья не было совсем и зима устанавливалась сразу. Повторяемость периодов предзимья различной продолжительности τ следующая:

τ , дни	0	1—5	6—10	11—20	21—30	31—44
Повторяемость, % . . .	8	17	17	30	17	11

С понижением высоты солнца над горизонтом (ноябрь—февраль) земля получает наименьшее количество тепла, около 50—62 % солнечной радиации отражается в пространстве снежным покровом. Радиационный баланс становится отрицательным (табл. 5). За всю зиму продолжительность солнечного сияния равняется всего 481 ч. Средняя продолжительность зимы составляет 150 дней. Наиболее короткая зима (123 дня) была в 1945-46 г., а самая продолжительная (177 дней) — в 1933-34 г. (табл. 84).

Таблица 84

Продолжительность τ (дни) сезонов и ее вероятность выше указанных пределов

Сезон	$\tau_{\text{наиб}}$	Год	$\bar{\tau}$	Вероятность, %							$\tau_{\text{наим}}$	Год
				5	10	25	50	75	90	95		
Зима	177	1934	150	170	166	157	149	139	135	131	123	1946
Весна	65	1973	41	61	56	50	43	32	24	21	10	1967
Лето	143	1965	123	139	137	131	123	115	110	108	101	1963
Осень	85	1963	51	77	68	58	51	44	38	35	27	1935

Зимний характер циркуляции устанавливается с ноября и сохраняется по март. Сильное воздействие азиатского антициклона, центр которого находится в северо-западной части Монголии, способствует значительному охлаждению воздушных масс, обуславливая низкие температуры воздуха. В центральные месяцы зимы (декабрь—февраль) стоит холодная антициклоническая погода, прерываемая лишь кратковременными потеплениями при прохождении циклонов.

Средняя многолетняя температура воздуха зимнего периода составляет $-14,7^{\circ}\text{C}$. В зависимости от особенностей циркуляции в отдельные годы она может довольно значительно отклоняться. Зимы с частыми циклоническими вторжениями с запада имеют мягкий характер и характеризуются положительными аномалиями температуры воздуха. Так, аномально теплыми были зимы 1958-59, 1964-65, 1977-78 гг. (средняя температура воздуха -10°C). В те годы, когда сибирский антициклон особенно резко выражен и устойчив, зимы бывают суровыми. Аномально холодными были зимы 1930-31, 1944-45, 1946-47 гг. (средняя температура от $-18,3$ до $-20,5^{\circ}\text{C}$, табл. 85).

Таблица 85

Метеорологические условия наиболее теплой и наиболее холодной зимы

Месяц	$\bar{t}$	Δt	$t_{\text{макс}}$	$t_{\text{мин}}$	Σ	$\bar{v}$	Δv	$v_{\text{макс}}$	n	τ
Теплая зима 1964-65 г.										
XII	-10,7	7,3	-0,5	-34,3	-332	3,4	0,9	16	1	3
I	-14,9	6,4	-1,9	-30,5	-795	3,2	1,2	18	3	9
II	-14,8	4,9	-0,3	-30,5	-1209	1,9	-0,4	12	1	3
XII—I	-13,5	6,2	-0,3	-34,3	-1209	2,8	-0,6	18	5	15
Холодная зима 1944-45 г.										
XII	-21,6	-3,6	-5,2	-42,7	-668	1,4	-1,1	12	1	4
I	-25,8	-4,5	-8,7	-44,6	-1466	0,7	-1,3	6	0	0
II	-29,6	-9,9	-10,9	-45,2	-2296	1,2	-1,1	10	0	0
XII—I	-25,7	-6,0	-5,2	-45,2	-2296	1,1	-1,2	12	1	4

Примечание. Здесь и в табл. 88, 92 Σ — сумма отрицательных температур нарастающим итогом, n — число дней с метелью, τ — продолжительность (ч) метелей, $t_{\text{макс}}$ и $t_{\text{мин}}$ — абсолютный максимум и минимум температуры.

Повторяемость тех и других зим одинакова и составляет по 7 % числа всех зим. Особенно холодными месяцами зимы 1946-47 г. был декабрь (отклонения от нормы на 5°C) и январь (на 7,4°C ниже нормы).

Наиболее суровая часть зимы — период со средними суточными температурами ниже —20°C. Уже в ноябре может быть до 5 дней с такой температурой, а в среднем за зиму их бывает до 53 (табл. 86). Число дней с низкой температурой характеризуется значительной изменчивостью. В январе и феврале 1945 г. температура воздуха ниже —20°C наблюдалась в течение 24 и 27 дней. Вероятность такого числа холодных дней за месяц составляет 10 % (рис. 19). В наиболее суровую зиму 1944-45 г. число дней с такой температурой равнялось 78. При вторжении холодного арктического воздуха наблюдаются наиболее низкие минимальные температуры. Обеспеченность появления абсолютного минимума в течение года можно определить по рис. 20. Так, минимум —40°C обеспеченностью 40—50 % отмечается с января до конца февраля.

Таблица 86

Число дней n с температурой воздуха —20°C и менее

Характеристика	XI	XII	I	II	III	За зиму
$\bar{n}$	5,3	12,6	15,4	13,0	5,2	52,7
$n_{\text{наиб}}$	13 (1967)	25 (1949)	27 (1945)	25 (1930)	11 (1972)	78 (1945)

Примечание. В скобках указан год.

Вероятность более низких температур (-42°C и ниже) в это же время составляет 15—20 %.

В зимнее время имеют место и заметные потепления, когда дневные температуры поднимаются выше 0°C . Их следует рас-

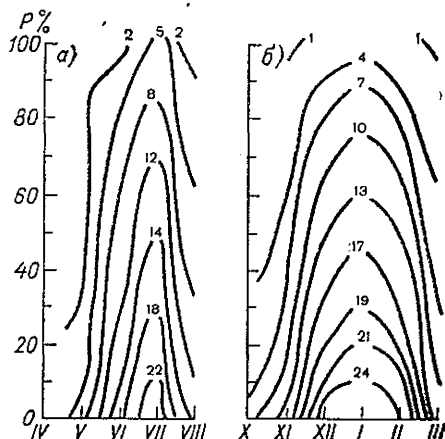


Рис. 19. Число дней с высокой (а) и низкой (б) температурой воздуха различной обеспеченности в отдельные месяцы соответственно выше и ниже указанных пределов.

а) $t \geq 20^{\circ}\text{C}$; б) $t \leq -20^{\circ}\text{C}$

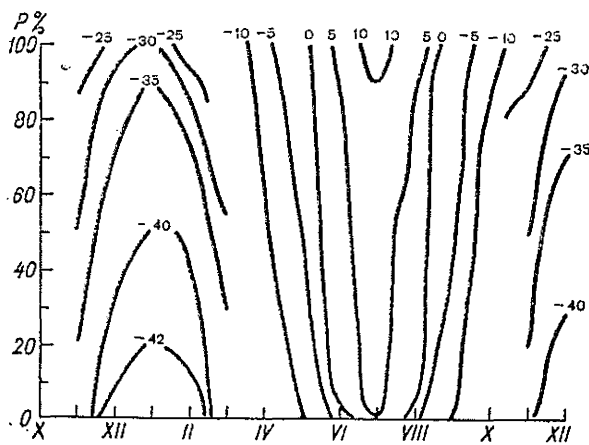


Рис. 20. Обеспеченность абсолютного минимума температуры воздуха ниже указанных пределов в отдельные месяцы.

смаивать как оттепели. Они возможны в каждом из зимних месяцев, но продолжительность их небольшая (табл. 87).

Вследствие низких температур на зиму приходится минимальные значения парциального давления водяного пара (1,2 гПа в январе) и максимальные значения относительной влажности (78 % в декабре—феврале). В течение суток изменения влажности незначительны. За зимние месяцы отмечается до 37 дней с отно-

Таблица 87

Число дней с оттепелью x

XII		I		II		Зима (XII—II)					
x	σ	x	σ	x	σ	$x_{\text{макс}}$	Год	x	σ	$x_{\text{мин}}$	Год
1,0	2,1	0,4	0,8	1,5	2,0	10,0	1955-56	2,5	2,8	0,0	1957-58 и др.

сительной влажностью 80 % и более в 13 ч, а дни с влажностью 30 % и менее бывают не ежегодно. Дефицит насыщения зимой мал и составляет в среднем 0,7 гПа. В Абакане зимы малоснежные. Осадки связаны с циклонами, приходящими сюда с территории Западной Сибири, а также с частными циклонами, возникающими в пределах Минусинской котловины. Зимний период отличается значительной сухостью — с ноября по март выпадает всего 34 мм осадков, что составляет не более 11 % годовой их суммы. Большая часть их приходится на первую половину зимы (ноябрь—декабрь). Осадки в основном (87 %) обложные, малонинтенсивные с наибольшей продолжительностью (от 81 до 152 ч) в декабре. Устойчивый снежный покров ложится обычно на мерзлую почву и достигает своей наибольшей высоты (12—15 см) в феврале. Малоснежность зим усугубляется сдуванием снега ветром с высоких и незащищенных растительностью элементов рельефа. Отдельные зимы бывают настолько малоснежными, что большая часть территории остается не покрытой снегом на протяжении всей зимы, так, например, было зимой 1948-49 г. Незначительный снежный покров и исключительно низкие температуры способствуют сильному промерзанию почвы (до глубины 3 м).

Преобладающее направление ветра — юго-западное, повторяемость его составляет 32 %. Ветры северо-восточного и восточного направлений имеют наименьшую повторяемость (2 %). Средняя скорость ветра 2—3 м/с, но в отдельные дни, причем ежегодно, в каждом зимнем месяце она может увеличиваться до 20 м/с и более. Среднее число дней с ветром 15 м/с и более изменяется от 2 в феврале до 4 в марте. Чаще всего (67 % случаев) сильные ветры наблюдаются при юго-западном их направлении. Наибольших значений скорость ветра достигает в дневное время, уменьшаясь в ночные и предутренние часы.

Последний зимний месяц — март. Погодные условия в этом месяце характеризуются большей частью зимним режимом: сибирский антициклон еще достаточно развит, часты вторжения холодных арктических масс воздуха, при которых возможны понижения температуры до -38°C (2 марта 1968 г.). Однако дневной нагрев бывает уже значительным, максимум температуры достигает 21°C (31 марта 1948 г.). Интенсивное нарастание тепла способствует резкому переходу от зимы к весеннему периоду.

7.2. Весна

Весна в Абакане — наиболее короткий сезон (40 дней), характеризуется большими суточными перепадами температуры и поздними заморозками. Ранневесенний период начинается с прекращением устойчивых морозов (21 марта). Начало весны характеризуется интенсивным притоком солнечной радиации, обилием света. Продолжительность солнечного сияния достигает 200—240 ч. Разрушение устойчивого снежного покрова (27 марта), который не столько тает, сколько испаряется в сухом воздухе при безоблачном небе и ярком солнце, способствует понижению альбедо до 15 % и росту поглощенной радиации до 381—582 МДж/м². В результате дальнейшего увеличения потока радиации верхние слои почвы и воздуха прогреваются. Характерно чрезвычайно быстрое нарастание температур, в особенности от марта к апрелю, когда в течение месяца температура повышается на 10—12°C. Весеннее потепление с устойчивым переходом средних суточных температур через 0°C принимается за основной период весны и в среднем наступает 6 апреля. Сроки наступления весны могут меняться от года к году. Как видно из табл. 83, в 5 % лет, т. е. 1 раз в 20 лет, весна может наступить или очень рано (до 23 марта) или очень поздно (после 22 апреля); 1 раз в 4 года (25 %-ная вероятность) — до 30 марта или после 10 апреля. Самое раннее наступление весны отмечено 21 марта 1973 г., а самое позднее 1 мая 1937 г.

Средняя температура весеннего периода равна 6,9°C, возможные отклонения $\pm 4^\circ\text{C}$. По температурному режиму весны бывают холодными и теплыми (табл. 88). В конце марта — начале апреля

Таблица 88

Метеорологические условия наиболее теплой и наиболее холодной весны

Месяц	$\bar{t}$	Δt	$t_{\text{макс}}$	$t_{\text{мин}}$	Σ	$\bar{v}$	Δv	$v_{\text{макс}}$	n
Теплая весна 1945 г.									
IV	6,2	4,0	24,8	-16,8	-16	3,0	-0,9	17	0
V	15,2	5,2	30,6	0,9		3,6	-0,5	12	0
IV—V	10,7	4,6	30,6	-16,8	-16	3,3	-0,7	17	0
Холодная весна 1966 г.									
IV	-0,1	-2,3	17,3	-11,6	-56	3,9	0,0	24	0
V	9,6	-0,3	27,6	-2,2		4,4	0,3	28	0
IV—V	4,8	-1,3	27,6	-11,6	-56	4,2	0,2	28	0

давление в антициклоне начинает понижаться и сибирский максимум постепенно разрушается. В это время начинают преобладать факторы зональной циркуляции, определяющие западно-восточный перенос. В отдельные годы возможны возвраты к зимней циркуляции не только в первой половине апреля, но и в конце апреля — начале мая. Довольно часто весной проходят циклоны

с северо-запада, сопровождающиеся поступлением холодного арктического воздуха. Такие процессы характерны для холодных затяжных весен (повторяемость 12 %). Подобная весна отмечалась, например, в 1966 г. Она началась поздно и к тому же была затяжной. Переход средней суточной температуры через 0°C произошел 15 апреля, т. е. весна наступила на 10 дней позже средней многолетней даты. Почва освободилась от снега полностью только к концу апреля (24 апреля). Оттаивание почвы шло медленно. В целом апрель оказался холодным, и средняя месячная температура была на $2,2^{\circ}\text{C}$ ниже нормы. Май тоже имел весьма низкие температуры. С конца первой декады мая и до конца месяца удерживалась холодная дождливая погода. Особенно холодно было в третьей декаде (отрицательная аномалия температуры составила $1,2^{\circ}\text{C}$). Устойчивый переход температуры через 10°C запаздывал в эту весну на две недели.

Наряду с переносом барических образований с запада на восток весной наблюдаются выходы циклонов из районов Средней Азии и Казахстана. Эти процессы сопровождаются выносом теплого воздуха с юго-запада и вызывают резкое потепление. В такие годы весны бывают теплыми (их повторяемость 5 %). Особенно теплой была весна 1945 г. Она началась рано, была дружной и короткой с быстрым переходом к лету. Снежный покров сошел в конце марта (31 марта) с опережением нормальных сроков на 14 дней. В апреле и мае погода была аномально теплой, причем средние декадные температуры мая превышали норму на $4-7^{\circ}\text{C}$. Переход температуры через 5°C произошел на 16 дней раньше обычного срока. В этот год отмечено самое раннее прекращение заморозков.

Погода в течение весны неоднородна. Первый период еще сохраняет некоторые зимние черты, второй — уже приобретает свойства летнего сезона. Средняя температура апреля хотя и низкая, но уже положительная ($2,2^{\circ}\text{C}$). Максимальные температуры могут подниматься до 30°C (28 апреля 1972 г.); но отдельные похолодания (до -32°C) еще могут значительно снижать среднюю температуру месяца. Для мая характерна большая неустойчивость погоды — жара сменяется холодом. Средняя месячная температура на $7,7^{\circ}\text{C}$ выше апрельской. Максимумы достигают $30-35^{\circ}\text{C}$, но ночные температуры еще довольно часто бывают отрицательными. Часто возникают заморозки, связанные с затокком холодного воздуха в тылу циклонов и дальнейшим его радиационным выхолаживанием. В среднем наблюдается до 7 дней с заморозками.

С ростом температуры воздуха среднее месячное парциальное давление водяного пара повышается. В апреле оно составляет $4,6$ гПа, в мае увеличивается до $7,1$ гПа. Самая низкая относительная влажность за год (57 %) отмечается в мае. В этом же месяце бывает около 13 «сухих» дней, когда относительная влажность бывает ниже 30 %. В целом за весенний период таких дней насчитывается до 20. Число дней с влажностью 80 % и выше уменьшается

до 2. Недостаток насыщения возрастает от 3,7 гПа в апреле до 7,1 гПа в мае. При этом увеличивается и его суточная амплитуда (с 5,4 до 9,1 гПа).

В апреле—мае выпадает ничтожное количество осадков, в среднем от 10 до 31 мм. Наибольшей засушливостью отличается апрель. Так, в апреле 1967 г. выпало всего 0,4 мм осадков. Среднее число дней с осадками равно 5. Наибольшее их число (10) наблюдалось в 1950 г., наименьшее (1) — в 1953 г. Об интенсивности осадков можно судить по суточным максимумам. При среднем многолетнем суточном максимуме 5 мм, в 63 % лет он равен 3 мм, но 1 раз в 100 лет он может достигать 16 мм. Большая сухость воздуха и высокая температура создают условия интенсивного расхождения почвенной влаги и быстрое снижение ее запасов, поэтому большая часть приходящей солнечной энергии тратится не на испарение влаги, а на нагревание почвы. Она быстро прогревается и в конце мая оттаивает полностью.

Преобладает юго-западный ветер, но часты ветры и северного румба, повторяемость их составляет в апреле 23 %, в мае 20 %. Развитие зональной циркуляции, сопровождающейся прохождением циклонов с запада на восток, сказывается на усилении ветра. Средняя скорость ветра в мае составляет 4,1 м/с. В дневное время скорость ветра значительно увеличивается (5,8 м/с) по сравнению с ночными и утренними часами (2,9; 3,5 м/с). Ветры оказывают влияние на почвообразование и наносят ущерб сельскому хозяйству. У местного населения существует понятие «хакасский дождь». Так называется масса пыли и песка, которая поднимается сильным ветром в воздух и откладывается толстым слоем в подветренных местах. Наибольшее число дней с этим явлением отмечено в апреле (5,9) и в мае (7,3). Сильный ветер при юго-западном направлении имеет повторяемость 53 %, сильный ветер западного направления — около 36 %.

7.3. Лето

Во второй декаде мая (16 мая) в Абакане средняя суточная температура воздуха переходит через 10 °С. Это время принимается за начало летнего сезона. Но бывают годы (с вероятностью 5 %), когда лето может установиться в конце апреля — до 29 апреля, а также с вероятностью 5 % — в последних числах мая (табл. 83). Окончанием лета служит переход средней суточной температуры через 10 °С к более низким значениям (16 сентября). Самая ранняя дата окончания лета была отмечена 28 августа 1972 г., а самая поздняя 30 сентября 1966 г. Продолжительность летнего сезона может колебаться от 101 (1963 г.) до 143 дней (1965 г.). В 50 % лет длительность лета составляет 123 дня.

Лето — сезон энергетического максимума, вызванного наибольшей продолжительностью дня при наивысших положениях солнца и устойчивыми высокими температурами воздуха и почвы. Циклоническая деятельность к лету ослабевает, летние процессы цир-

куляции связаны с пониженным атмосферным давлением вследствие сильного внутриматерикового прогрева. Погодные условия лета устойчивы. Температура воздуха становится более однородной, пределы ее колебаний сужаются (табл. 26, 30). В начале лета наблюдается преимущественно теплая, переходящая в жаркую погоду. Второго июня средняя суточная температура воздуха переходит через 15°C и удерживается на этом уровне до конца августа. Дневные температуры летом могут повышаться до $28\text{--}32^{\circ}\text{C}$, а в отдельные жаркие дни достигать $37\text{--}38^{\circ}\text{C}$. Ночи преобладают теплые ($9\text{--}13^{\circ}\text{C}$) и только изредка прохладные ($2\text{--}3^{\circ}\text{C}$). В июне и августе возможны заморозки с понижением температуры воздуха до -3°C .

Самый жаркий месяц — июль. Средняя месячная температура его равна $19,3^{\circ}\text{C}$, почти на 3°C выше средней месячной температуры июня и августа. За весь период наблюдений самым теплым был июль 1969 г. Его средняя месячная температура достигла $23,2^{\circ}\text{C}$, это на 6°C выше, чем в самом холодном июле 1972 г. ($17,2^{\circ}\text{C}$). За лето примерно в течение 30 дней средняя суточная температура бывает выше 20°C . Среднее количество таких дней в июне составляет 9, в июле 15, в августе 6. От года к году число дней с высокой температурой значительно варьирует. Повторяемость высоких температур можно определить по рис. 19. Так, 1 раз в 10 лет период с температурой воздуха 20°C и выше в июле может увеличиваться до 22—30 дней и с этой же вероятностью он может уменьшаться до 7 дней. Ежегодно летом наблюдаются жаркие дни, когда максимальная температура превышает 30°C (табл. 89).

Таблица 89

Число дней с высокими средними суточными и максимальными температурами воздуха ($^{\circ}\text{C}$)

$t_{\text{сут}}$		$t_{\text{макс}}$	
≥ 20	≥ 25	≥ 30	≥ 35
28,9	1,8	11,3	0,6

Июль и август отличаются наибольшим постоянством термических условий. К этому времени в верхних слоях почвы уже накапливается некоторый запас тепла и почва становится теплее воздуха на $4\text{--}6^{\circ}\text{C}$, что способствует повышению ночных минимальных температур воздуха, а также наибольшей интенсивности трансформации воздушных масс. Наступление высоких температур связано с поступлением сухого континентального воздуха умеренных широт или с выносом тропического воздуха из Средней Азии и Казахстана. Лето в такие годы бывает жарким, с положительной аномалией температуры воздуха во всех трех месяцах. Таким было лето в 1943, 1950, и 1965 гг. Лето 1965 г. установилось на

15 дней раньше обычных сроков и было самым продолжительным за весь период наблюдений (143 дня). Особенно жарким и сухим был июнь, когда средняя месячная температура была почти на 4°C выше нормы, а количество осадков (18,7 мм) в 2,5—3 раза меньше нормы. Переход средней суточной температуры через 15°C произошел 14 мая (при средней дате 2 июня). Число дней с температурой 20°C и выше за сезон составило 48. Дневные температуры повышались до 30—35°C. Температура почвы поднималась до 67°C (1 июля).

При вторжениях с Карского и Баренцева морей холодных арктических масс воздуха лето может быть прохладным с отрицательной аномалией температуры воздуха. Холодные летние сезоны наблюдались в 1967 и 1971 гг.

В большую часть лета 1971 г., за исключением июня, погода стояла прохладная и дождливая. Средняя месячная температура июля была почти на 2°C ниже нормы, а осадков выпало в 1,5 раза больше нормы (109 мм). Переход средней суточной температуры через 15°C произошел 8 июня, т.е. на неделю позже многолетней даты (2 июня). Число дней с температурой выше 20°C за весь сезон не превысило 16 (табл. 90).

Таблица 90

Метеорологические условия наиболее теплого и наиболее холодного лета

Месяц	$\bar{t}$	Δt	$t_{\text{макс}}$	$t_{\text{мин}}$	Σ	$\bar{\sigma}$	$\Delta \sigma$	$v_{\text{макс}}$
Теплое лето 1965 г.								
VI	20,2	3,9	33,8	4,9	608	3,1	—0,1	20
VII	21,0	1,7	34,8	6,8	1259	2,1	—0,3	20
VIII	17,4	0,7	32,6	4,5	1798	2,6	0,2	14
VI—VIII	19,5	2,1	34,8	4,5	1798	2,6	—0,1	20
Холодное лето 1971 г.								
VI	16,4	0,1	27,6	1,8	492	2,2	—1,0	25
VII	17,4	—1,9	29,5	1,7	1033	1,9	—0,5	10
VIII	15,5	—1,2	32,9	—0,4	1512	1,4	—1,0	12
VI—VIII	16,4	—1,0	32,9	—0,4	1512	1,8	—0,8	25

В летний период среднее парциальное давление водяного пара равно 13,7 гПа. В отдельные годы его средние значения отклоняются на ± 3 —5 гПа. Относительная влажность изменяется от 64 % в июне до 72 % в августе. Амплитуда суточных колебаний относительной влажности составляет 34 % с минимальными значениями в 13 ч. Более половины летних дней имеют относительную влажность 50 % и менее. Наименьшая относительная влажность наблюдается в июне, а дефицит насыщения достигает максимального значения (8,8 гПа)—это делает июнь наиболее сухим месяцем.

Летние месяцы отличаются наибольшим количеством осадков (табл. 47). Дожди летом носят ливневый характер и нередко сопровождаются грозами. Из года в год суммы осадков изменяются. За 40 лет «недобор» осадков (их суммы равнялись 50—75 % нормы) наблюдался в 23 % лет. Особенно засушливыми были летние сезоны в 1945, 1969 и 1974 гг. Дефицит увлажнения отмечался в 1942, 1960, 1963, 1973, 1975 и 1977 гг. Наряду с засушливыми годами бывают годы, когда летом количество выпавших осадков составляет 120—170 % нормы. К таким относятся 1941, 1947, 1948, 1951, 1953, 1967 и 1972 гг. Самое дождливое лето было в 1967 г., когда выпало 336,4 мм осадков при норме 166,4 мм. Изменчивость месячных сумм осадков также велика — от 16,5 мм (июнь 1960 г.) до 181,1 мм (июнь 1967 г.). Продолжительность выпадения осадков меньше, чем в холодный период, а среди летних месяцев наименьшая продолжительность отмечается в июле. Средняя продолжительность осадков в день с осадками в июне составляет 5,3 ч, в июле и августе соответственно 4,4—4,8 ч. Среднее число дней с осадками за месяц в июне 12, а в июле и августе — по 13. В этот период в связи с нагреванием подстилающей поверхности увеличивается конвективная облачность и возрастает число гроз. Наиболее часты грозы в июле (до 9 дней).

Летом в городе преобладают северные ветры, их повторяемость за сезон составляет 28 %. Возможны ветры южных и юго-западных направлений, на их долю приходится от 15 до 17 %. Наибольшую повторяемость имеют слабые ветры, скорость которых не превышает 5 м/с. Сильные ветры (15 м/с и более) наблюдаются преимущественно при юго-западном направлении, и среднее число дней с таким ветром за сезон равно 9. При северо-восточном направлении наблюдаются суховей. За летний период отмечается до 4 дней с суховеями средней интенсивности.

7.4. Осень

За начало осеннего периода принимается средняя дата первого заморозка в воздухе (17 сентября), на поверхности почвы (12 сентября) и дата устойчивого перехода средней суточной температуры через 10 °С к более низким значениям (16 сентября). Однако бывает и так, что осень начинается значительно раньше, например, в 1972 г. она началась 28 августа, а в 1966 г. лето продолжалось до 30 сентября. Такие ранние и поздние осени наблюдаются 1 раз в 20 лет (вероятность 5 %). Концом осени является установление морозной погоды со средней суточной температурой воздуха ниже —5 °С (7 ноября). Продолжительность осени в среднем составляет 51 день (табл. 82, 84).

Осенью изменяется характерный для лета циркуляционный режим, начинается развитие общего западного переноса, прерываемого меридиональными вторжениями холодных воздушных масс, которые обуславливают понижение температуры и наступление заморозков на почве и в воздухе. Поступление арктического воз-

духа способствует развитию и формированию сибирского антициклона и дальнейшему выхолаживанию. Воздух и поверхностные слои почвы быстро охлаждаются. Понижение температуры от августа к сентябрю составляет $6,7^{\circ}\text{C}$, но средняя месячная температура воздуха в сентябре еще положительная и довольно высокая (10°C). Дневные температуры могут подниматься до $16\text{--}18^{\circ}\text{C}$, а иногда и до 26°C . Однако ночи уже стоят холодные, теплые ночи являются исключением. К этому времени в ночные и утренние часы отмечаются первые заморозки. В сентябре бывает около 5 дней, когда температура воздуха в ночное время понижается до отрицательных значений. В 90 % лет первый заморозок в воздухе вероятен 30 сентября, на поверхности почвы — до 25 сентября. Один раз в 10 лет заморозок возможен в воздухе 2 сентября и ранее, на поверхности почвы — ранее 29 августа (табл. 91).

Таблица 91

Даты первого заморозка в воздухе и на поверхности почвы различной вероятности

Средняя дата	Вероятность (%) заморозков в указанные даты и более ранние						
	5	10	25	50	75	90	95

В воздухе

17 IX | 28 VIII | 2 IX | 9 IX | 17 IX | 25 IX | 30 IX | 4 X

На поверхности почвы

12 IX | 24 VIII | 29 VIII | 6 IX | 13 IX | 19 IX | 25 IX | 29 IX

Осеннее понижение температуры связано не только с вторжениями холодных воздушных масс, но и с уменьшением радиационного баланса. В сентябре он равен 155 МДж/м^2 , а в октябре 46 МДж/м^2 . По мере наступления осени число пасмурных дней возрастает до 11—14. Продолжительность солнечного сияния уменьшается от 182 ч в сентябре до 120 ч в октябре.

От сентября к октябрю температура резко понижается (более чем на 8°C). В октябре все чаще отмечаются вторжения холодных арктических масс, при которых температура воздуха опускается ниже 0°C . Почти каждую ночь возникают заморозки, а в отдельные ночи в результате радиационного выхолаживания приземных слоев воздуха температура достигает $-10\text{--}-15^{\circ}\text{C}$. В среднем бывает около 10 дней со средней суточной температурой ниже 0°C . Наряду с общим ухудшением погоды и понижением температуры для осени характерны возвраты теплой, сухой и солнечной погоды, известной под названием «бабье лето». Максимальные температуры в это время могут подниматься до $26\text{--}32^{\circ}\text{C}$ (1957 г.), но в октябре могут быть и настоящие морозные дни с минимальной температурой -40°C .

Осень холоднее и продолжительнее весны. Средняя температура воздуха осеннего периода равна $5,7^{\circ}\text{C}$, отклонения ее могут составлять $\pm 2-4^{\circ}\text{C}$. Самой теплой за весь период наблюдений была осень 1966 г. Почти весь сентябрь стояла по-летнему теплая погода. Особенно теплой и сухой была третья декада месяца со средней декадной температурой $13,2^{\circ}\text{C}$ и суммой осадков 0,7 мм. В целом за месяц температура воздуха была на $3,5^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Дневные температуры удерживались в пределах $20-28^{\circ}\text{C}$. В течение 10 дней температура ночью не опускалась ниже 8°C . Продолжительность солнечного сияния составила 239 ч (при норме 182 ч). Всего за сентябрь выпало 27,4 мм осадков (71 % нормы). Октябрь был менее теплым, чем сентябрь: средняя месячная температура превысила норму всего на $0,8^{\circ}\text{C}$, однако в дневные часы отрицательная температура отмечалась только в трех случаях. Переход средней суточной температуры через 5°C в сторону понижения произошел 9 октября, что на 4 дня позже обычных сроков, а переход через 0°C — на 10 дней позже нормы.

Осень 1968 г. была, наоборот, самой холодной за весь период наблюдений. Средняя месячная температура в сентябре оказалась на $3,3^{\circ}\text{C}$, а в октябре на $2,6^{\circ}\text{C}$ ниже нормы. Почти половину сентября температуры днем не поднимались выше $6-10^{\circ}\text{C}$ и наблюдалось 13 ночей с заморозками, температура при этом понижалась до $-2... -4^{\circ}\text{C}$. Устойчивый переход средней суточной температуры через 0°C отмечался 1 октября, почти на месяц раньше многолетней даты. Октябрь был холодным и сухим, выпало всего 8,1 мм осадков (табл. 92).

Таблица 92

Метеорологические условия наиболее теплой и наиболее холодной осени

Месяц	$\bar{t}$	Δt	$t_{\text{макс}}$	$t_{\text{мин}}$	Σ	$\bar{v}$	Δv	$v_{\text{макс}}$	n	τ
Теплая осень 1966 г.										
IX	13,5	3,5	31,2	1,6	—	2,1	—0,5	16	0	0
X	2,5	0,8	17,7	—13,6	—31	3,4	—0,1	16	2	2
IX—X	8,0	2,1	31,2	—13,6	—31	2,8	—0,3	16	2	2
Холодная осень 1968 г.										
IX	6,7	—3,3	23,9	—7,4	—	2,4	—0,2	16	0	0
X	—0,9	—2,6	12,8	—14,5	—49	1,8	—1,7	16	0	0
IX—X	2,9	—3,0	23,9	—14,5	—49	2,1	—1,0	16	0	0

Резкое понижение температуры воздуха сопровождается повышением насыщенности воздуха водяными парами, особенно в темное время суток. Так, в августе относительная влажность в 19 ч равна 64 %, а в сентябре уже 71 %. В отдельные годы средняя месячная относительная влажность в сентябре изменяется от 63 до 80 %, амплитуда ее суточного хода составляет 32 %. Среднее количество осадков в сентябре равно 38,4 мм, в октябре 20,5 мм. Из-

менчивость циркуляционных процессов от года к году приводит к изменчивости в режиме осадков. Близкие к норме сезонные суммы осадков (в пределах $\pm 20\%$ нормы) наблюдаются в 36 % лет. Наблюдаемое максимальное месячное количество осадков составило в сентябре 101,2 мм (1954 г.) в октябре 31,9 мм (1978 г.), а минимальное — в сентябре 6 мм (1973 г.), в октябре 1,1 мм (1961 г.). Такие крайние значения месячных сумм осадков могут отмечаться не чаще 1 раза в 10 лет. Среднее число дней с осадками составляет в сентябре 10, в октябре 8.

Осенью преобладающим (30 %) становится юго-западное направление ветра. Скорость ветра увеличивается до 2,6 м/с в сентябре и до 3,5 м/с в октябре. От сентября к октябрю резко увеличивается среднее число дней с сильным ветром (до 4,1). Иногда возможна скорость ветра до 20 м/с (1956 г.). Осенью возможны все атмосферные явления, наблюдаемые в течение года, но число дней с каждым из них мало (в среднем не превышает двух).

В третьей декаде октября средняя суточная температура воздуха переходит через 0°C и наступает переход к зиме — пора временного снежного покрова, замирания активной жизни растений, насекомых, впадающих в спячку зверей.

8. КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛИМАТА

Для решения многих практических задач строительной, сельскохозяйственной и медицинской климатологии, при производственном планировании бывают нужны комплексные характеристики метеорологических величин, т. е. характеристики относящихся к одному и тому же периоду двух или нескольких метеорологических величин, анализируемых совместно. Эти характеристики получены за период наблюдений с 1936 по 1960 г. и рассчитаны по достаточно малым грациям метеорологических элементов. Это позволяет определять повторяемость любых сочетаний элементов погоды, которые требуются различным потребителям. Например, к подобным комплексным характеристикам относятся так называемые термические розы ветров, которые показывают сочетания температуры воздуха и направления ветра (рис. 21). По ним можно определить, с какими направлениями ветра в городе в разные сезоны года связаны потепления и похолодания. В январе при средней месячной температуре воздуха $-21,3^{\circ}\text{C}$ ветры любого румба, кроме северо-восточного, способствуют повышению температуры. При отсутствии ветра, т. е. при штилях, происходит радиационное выхолаживание, что приводит к значительному понижению средней месячной температуры воздуха. Наибольшее потепление в январе (до $-9,1^{\circ}\text{C}$) наступает при юго-западных ветрах. Самую большую повторяемость (4,5 %) юго-западные ветры имеют при температурах от -5 до -10°C (табл. 26 приложения). В июле при любых направлениях ветра температура воздуха близка к средней месячной. Наибольшую повторяемость (7 %) имеют северные ветры при температурах $15-20^{\circ}\text{C}$.

В апреле ощущается влияние северного ветра, понижающего среднюю температуру воздуха с $2,2$ до $0,8^{\circ}\text{C}$. Восточные, западные и ветры южных румбов значительно повышают температуру. При восточном и юго-восточном ветрах она поднимается до $6,2^{\circ}\text{C}$. Наибольшую повторяемость (6,2 %) имеет сочетание юго-западных ветров и положительных температур до 5°C . В октябре при средней месячной температуре $1,7^{\circ}\text{C}$ северные и северо-западные ветры способствуют ее понижению до минусовых значений, а ветры южных и восточных румбов приносят теплые воздушные массы. При юго-восточном ветре температура повышается почти в 2 раза (до $3,3^{\circ}\text{C}$). Наибольшая повторяемость (9,4 %) характерна для сочетания юго-западного ветра и температуры $0-5^{\circ}\text{C}$.

Повторяемость сочетаний температуры воздуха и направления ветра по сезонам аналогична приведенной выше по месяцам из этих сезонов. Следует отметить, что летом при наибольшей повторяемости (6—7 %) сочетания северных ветров и температуры $15-20^{\circ}\text{C}$ довольно часты также южные и юго-западные ветры при этих же температурах, повторяемость этих сочетаний составляет 4,8—5,2 %.

В теплый период (апрель—сентябрь) наиболее часты сочетания температуры воздуха $5\text{--}19^{\circ}\text{C}$ и скорости ветра $0\text{--}3\text{ м/с}$. В холодный период с понижением температуры воздуха наблюдается ослабление ветра. Наиболее часты сочетания температуры от -8 до -34°C и скорости ветра $0\text{--}2\text{ м/с}$ (табл. 27 приложения).

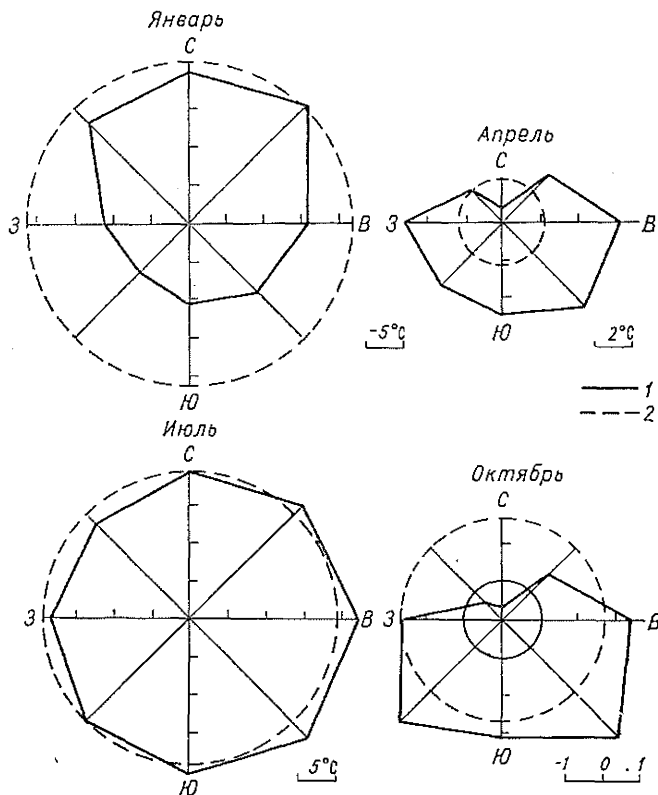


Рис. 21. Температура воздуха в зависимости от направления ветра (термические розы ветров).

1 — температура воздуха по направлениям ветра; 2 — средняя месячная температура воздуха.

Повторяемость сочетаний температуры воздуха и скорости ветра по градациям при различных условиях облачности днем дана в табл. 28 приложения.

Температурно-влажностный режим Абакана представлен в табл. 29 приложения. Помимо использования в технических целях, эти данные необходимы для оценки комфортности условий. Наиболее благоприятными условиями для человека считаются сочетания температуры $18\text{--}20^{\circ}\text{C}$ и влажности $35\text{--}65\%$. В летнее время днем в городе наиболее возможна температура $18\text{--}29^{\circ}\text{C}$ при влажности $30\text{--}60\%$. Ночью при пониженных температурах

преобладает высокая влажность воздуха. Летом в отдельные дневные часы условия погоды близки к комфортным, чего нельзя сказать о ночных и даже о предутренних часах, так как, по данным наблюдений, в городе в 7 ч наиболее вероятна повторяемость температуры 11—19 °С и влажности 65—95 %. Весной и осенью в дневное время также наблюдаются комфортные условия. Весной наиболее вероятен комплекс температуры 7—22 °С и влажности 20—50 %, осенью — температуры 4—20 °С и влажности 40—60 %. Зимой отмечается преобладание высокой влажности при большом диапазоне отрицательных температур. Наиболее характерным для января является сочетание температуры от —15 до —30 °С и влажности 80—90 %, его повторяемость составляет 27,5 % (табл. 29 приложения).

В холодное время года комфортность условий в помещении определяется в основном температурой внутри здания. Для проектирования ограждающих конструкций, отопления и вентиляции зданий необходимо знать расчетные характеристики температуры:

Температура самой холодной пятидневки	—41 °С
Зимняя вентиляционная температура	—26 °С
Средняя температура отопительного периода	—9,4 °С
Продолжительность отопительного периода	222 дня

Отопительный период условно начинается и кончается датами устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через +8 °С. В обычные годы отопительный период в Абакане начинается 24 сентября и продолжается 222 дня (до 4 мая). Самый короткий отопительный сезон (187 дней) был зимой 1948-49 г., а наиболее продолжительный (254 дня) зимой 1968-69 г. Наиболее рано отопление было включено 4 сентября 1968 г., а самый поздний срок отмечен 9 октября 1966 г. Весной также возможны отклонения от среднего срока: самая ранняя дата перехода через +8 °С наблюдалась 13 апреля 1945 и 1949 гг., а наиболее поздняя 26 мая 1929 г.

9. ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОГО КЛИМАТА

9.1. Мезо- и микроклиматические особенности города и его окрестностей

Каждый город с ростом и развитием изменяет природный ландшафт. При освоении территории под город вырубаются лесные массивы, распаиваются окружающие его поля, осушаются заболоченные места, большие площади получают искусственное покрытие, воздвигаются многоэтажные дома. Все эти изменения шероховатости подстилающей поверхности не могут не сказаться на климате. Исследования последних десятилетий показывают, что большие города имеют свой городской метеорологический режим, отличный от режима сельской местности.

Высокие здания влияют на приход солнечной радиации и циркуляцию воздуха. Бетонные строения и покрытия примерно в 3 раза быстрее проводят тепло, чем почва. Поэтому город поглощает больше тепла и делает это быстрее, чем окрестности. В холодное время года сами здания являются источником тепла для окружающего воздуха в результате работы отопительных систем.

С развитием промышленности в черте города и увеличением транспорта растет и загрязненность воздуха. Над городом уменьшается прозрачность атмосферы, так как промышленные предприятия, городские котельные установки, транспорт выделяют тепло и выбрасывают в воздух большое количество газов. Над городом образуется своеобразная аэрозольная дымка. Частички примесей дымки рассеивают солнечную радиацию и в то же время препятствуют теплоотдаче в атмосферу снизу, способствуют накоплению тепла в городе и над городом. Городской воздух получает тепло от промышленных предприятий, жилых зданий, котельных. В летнее время тепло идет от нагретого асфальта и мостовых улиц и площадей. Огромное количество тепла, накопленного днем, выделяется при ночном радиационном выхолаживании города в целом. Верхние слои воздуха над городом оказываются теплее нижних — образуется температурная инверсия. Наблюдается и изотермия (неизменность температуры с высотой). Изотермия и инверсия температуры, замедляя выхолаживание, способствуют накоплению тепла и препятствуют удалению частиц примесей из воздуха. Такая взаимообусловленность создает условия для образования над городом купола или «острова тепла». Образование «острова тепла» характерно для больших и малых городов и имеет прямую связь с урбанизацией и деятельностью человека. Размеры острова тепла зависят от числа жителей в городе и его характеристики меняются в будни и выходные дни.

Для характеристики мезоклиматических различий между городом и пригородом при различных типах погоды использованы данные наблюдений станций Абакан и Хакасская за 1936—1960 гг., а также результаты проведенных в июле 1978 г. и в декабре 1979 г.

метеорологических наблюдений в разных частях города для выявления его микроклиматических различий (см. рис. 1).

Одним из важных факторов формирования климата города является энергетический (радиационный и тепловой) баланс деятельного слоя городского ландшафта. Из-за повышенного содержания в городском воздухе аэрозоли днем уменьшается приход прямой солнечной радиации, но увеличивается рассеянная радиация. Ночью, когда преобладает потеря тепла излучением, значительное содержание примесей способствует удержанию тепла, сохраняя в городе сравнительно высокую температуру. Изменение температуры воздуха ведет к изменению относительной влажности, хотя абсолютная влажность меняется незначительно. Все эти контрасты сглаживаются в пасмурную и ветреную погоду.

Рассмотрим повторяемость различных погодных условий для станций Абакан и Хакасская, расположенных на расстоянии 7 км. При большом разнообразии типов погоды можно выделить девять основных. Они показаны в табл. 93, где первые буквы сокращенного обозначения характеризуют скорость ветра: Т — тихо (0—1 м/с), СВ — средний ветер (2—5 м/с), УВ — умеренный и сильный ветер со скоростью более 5 м/с. Следующие буквы обозначают облачность: Я — ясно (0—2 балла), ПЯ — полужасно (3—7), П — пасмурно (8—10).

Зимой в Абакане преобладает ясная в основном тихая погода, летом — утром обычно ясная, тихая или со слабым ветром погода, днем — чаще полужасная при слабом ветре (табл. 93).

Таблица 93

Повторяемость P (%) различных типов погоды в Абакане и термические различия Δt (°C) в отдельные месяцы по данным метеостанции Абакан и Хакасская

Тип погоды	Утро (7 ч)				День (13 ч)			
	I		VII		I		VII	
	P	Δt	P	Δt	P	Δt	P	Δt
ТЯ	60	5,2	36	—0,6	61	3,2	9	—1,1
ТПЯ	1	4,4	8	—1,5	1	7,1	10	—1,3
ТП	9	1,2	10	—1,1	6	1,3	3	—2,7
СВЯ	15	6,5	23	—0,5	17	7,7	26	—0,7
СВПЯ	1	8,1	9	—0,3	1	9,6	27	—1,4
СВП	2	4,7	10	—1,0	1	4,3	10	—2,4
УВЯ	9	1,5	2	1,4	10	3,8	3	0,5
УВПЯ	1	2,4	1	—1,2	1	5,7	7	—1,0
УВП	2	3,0	1	—1,1	2	1,6	5	—1,1

Зимой при любых погодных условиях температура в городе намного выше, чем за городом. В наиболее холодный месяц — январь — разница температур город — пригород колеблется в больших пределах и днем превышает 5°C. Наибольшая разница (9°C) тем-

ператур между городом и пригородом днем бывает при полужасном небе, а также в ясную погоду при небольшом ветре (до 5 м/с). Меньшая разница (1,2—1,6°C) наблюдается при пасмурной погоде без ветра и при сильном ветре. В пасмурную погоду при слабом ветре разница удерживается в пределах 4—5°C. В утренние часы при тихой ясной погоде и в пасмурную погоду при достаточно сильном ветре разница температур в 1,5—2 раза больше, чем днем. Летом при сильном ветре в ясную погоду температура в городе, как и зимой, выше, чем за чертой города. Утром разница равна 1,4°C, днем 0,5°C. При других типах погоды пригород теплее города, причем разница эта несколько больше днем, чем утром. Объясняется это нетипичное для больших городов распределение температуры в теплое время года микротопографическими условиями и подходом грунтовых вод близко к поверхности, вследствие чего значительная часть тепла расходуется на испарение.

Таблица 94

Разности средней минимальной и максимальной температуры воздуха (°C)
город—пригород

Месяц . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\Delta t_{\text{мин}}$. . .	1,3	1,5	1,4	1,1	0,5	0,7	0,7	1,0	1,0	1,2	1,5	1,7	1,2
$\Delta t_{\text{макс}}$. . .	0,3	0,7	0,2	0,1	-0,2	-0,1	0,3	0,2	0,1	0,4	-0,2	0,4	0,2

Средний максимум температуры воздуха в городских условиях оказывается несколько выше, чем в пригороде (табл. 94). Наибольшие его различия отмечаются в холодный период. Средний минимум, дающий характеристику температуры в ночное время, в городе также выше, чем в его окрестностях.

Заморозки в городе осенью начинаются позже на день, и безморозный период на один день длиннее. Если сравнить с Минусинском, то безморозный период в Абакане длиннее на 10 дней: последний заморозок обычно кончается на четыре дня раньше, а первый начинается на шесть дней позже. Устойчивая морозная погода наступает на два дня позже, чем в пригородной местности (табл. 28). Прекращаются морозы обычно на день позже. Продолжительность периода с устойчивым морозом в городе меньше на один день, а периода с температурой ниже -20°C — меньше на 12 дней.

Снежный покров в городе образуется в среднем на два дня раньше, а сходит на 10 дней позже, чем в степи, где он легче сдувается, перемещается ветром.

В большой зависимости от температуры находится влажность воздуха. Уйбатская и Абаканская степи, окружающие город, не могут не оказывать влияния на климат Абакана. Одной из характерных особенностей всей Минусинской впадины является ее сухость. Сильные весенние ветры способствуют значительному иссушению почвы, особенно в открытой степи. Весной относительная влажность в городе выше, чем в пригороде, на 3—4 %. В отдель-

ные месяцы различия в режиме относительной влажности Δr между городом и окрестностями имеют следующие значения:

Месяц . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Δr % . . .	-2	0	1	3	4	-2	2	1	2	0	5	-1	2

Имеется разница и в числе дней с относительной влажностью 30 % и менее и 80 % и более (табл. 95).

Таблица 95

Разность числа дней с относительной влажностью воздуха 30 % и менее в любой из сроков наблюдения и 80 % и более в 13 ч между городом и окрестностями

Влажность	I	II	III	IV	V	VI	
≤ 30	0,0	-0,3	-1,1	-3,1	-3,0	-2,3	
≥ 80	-3,8	-0,1	-0,5	0,4	0,1	0,0	
Влажность	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
≤ 30	-0,5	0,1	0,0	-0,3	-0,1	0,0	-10,6
≥ 80	0,1	0,2	0,1	0,2	1,7	-2,5	-4,1

В степной части пригорода весной и в первой половине лета на два-три «сухих» дня больше, чем в городе, где зеленые насаждения и частые поливы сглаживают влияние суховея, повышают влажность воздуха. За год разность составляет 10—11 дней. Однако за год дней с повышенной влажностью, равной и больше 80 %, в пригороде на 4 больше за счет зимних месяцев.

Климат города не одинаков и внутри самого города. По данным эпизодических микроклиматических наблюдений, наибольшая температура (23,7—23,9 °C) в июле наблюдалась в южной и юго-восточной частях города (5-я и 7-я точки, табл. 31 приложения) и меньшая влажность (51—52 %) отмечена в южной части города (5-я и 6-я точки). Меньшая температура воздуха (22,9 °C) отмечена на севере города, на открытом, без зелени участке, и в центре города (22,0 °C) на 2-м пункте, расположенном в сквере, в тени деревьев, где за счет затенения и испарения наблюдалась высокая влажность (67 %), разность значений влажности с опорной станцией составляла 17 %. Анализ наблюдений в разных частях города позволяет сделать выводы, что на температуру и влажность воздуха в черте города влияет подстилающая поверхность и примыкающее к северной части города водохранилище. К орографическим факторам, влияющим на климатические показатели, добавляются антропогенные. Промышленные районы более

загрязнены и температура в них выше, так же как и в плотных застройках жилых массивов с многоэтажными каменными зданиями.

Летом самая высокая влажность (68 %) отмечена в западной части города. Наибольшие разности в это время равны 19 %. В зимнее время (в декабре) наиболее высокие температуры воздуха ($-8,4...-8,7^{\circ}\text{C}$) были в центре города, в восточной ($-8,2^{\circ}\text{C}$) и в южной ($-8,6^{\circ}\text{C}$) частях его, которые наиболее застроены. В западной и юго-восточной частях города температуры на $0,4-0,6^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в центре, наиболее низкие температуры — в северной части, подверженной влиянию холодных северных ветров.

Ветровой режим в городе тесно связан с температурой. В городе температура выше, чем в его окрестностях, и воздушные массы над центром города поднимаются вверх, а воздух с периферии устремляется в город. Такое положение закономерно при слабых ветрах. При умеренном и сильном ветре общее его направление в городе совпадает с общим направлением движения воздушных масс над территорией, где расположен город. Но так как город имеет сложную структуру (промышленные районы и жилые кварталы: кварталы многоэтажных жилых домов в районе с индивидуальными застройками; районы, застроенные и еще свободные от построек; территории лесопарков и слабоозелененные площади; повышенные и пониженные участки и т. д.), то в самом городе образуются свои местные движения воздуха. При преобладающем юго-западном направлении ветра во все времена года наблюдается различие в скорости ветра между городом и пригородом, причем в городе скорости ветра ниже, чем в пригороде. Летом разница небольшая, а зимой она возрастает. В застроенных, хорошо озелененных местах скорости ветра в 2—3 раза меньше, чем на открытой территории города. По сравнению с пригородом в городе увеличивается порывистость ветра. Направление ветра зависит от защищенности площадки крупными зданиями, растительностью и подвержено влиянию направления улиц.

9.2. Микроклиматические особенности различных типов застройки

С целью выявления особенностей микроклиматических величин в различных типах жилой застройки была проведена съемка в летний (1978 г.) и в зимний (1979 г.) периоды в основных типах застройки: I) периметральной, II) и III) продольной, IV) деревянной с различным уровнем озеленения (рис. 22).

Наблюдения показали, что в пределах одного типа застройки температура воздуха между отдельными точками различна. Утром наиболее теплый воздух — у стен восточной ориентации, так как они первые облучались прямой солнечной радиацией. В эти часы в точках, расположенных у различно экспонированных фасадов (восток—запад), температурные различия достигают $1,5-3,0^{\circ}\text{C}$. К вечеру наибольшие показатели микроклимата харак-

терны для северо-западного и западного фасадов зданий. Благодаря не только приходу прямой солнечной радиации, но и длинноволновому излучению нагретых за день стен зданий температурные

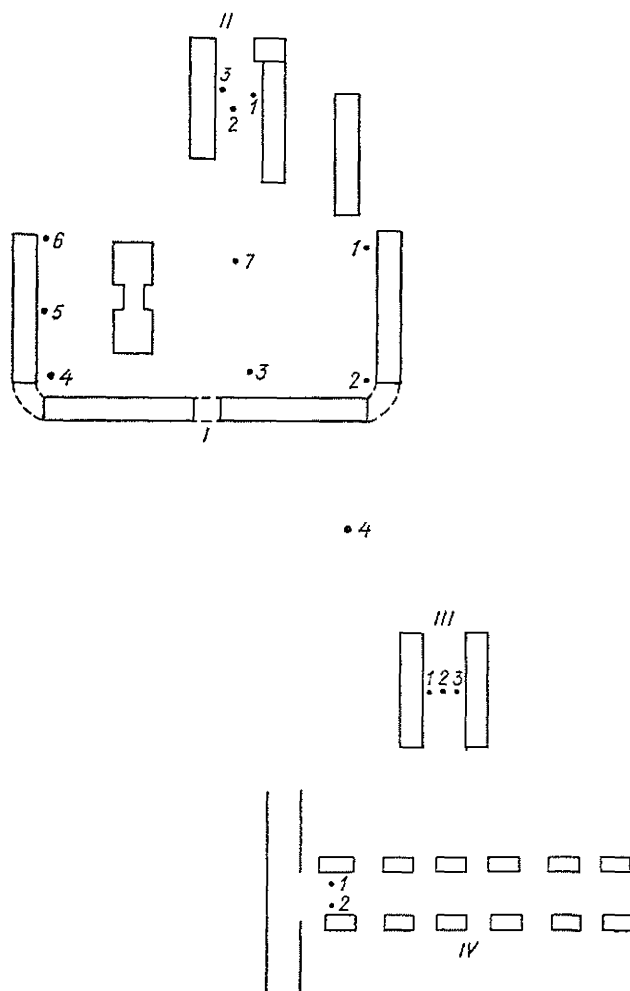


Рис. 22. Типы жилых застроек, в которых проводились микронаблюдения.

I — периметральная; *II*, *III* — продольная; *IV* — деревянная.

различия в вечерние часы несколько выше и достигают $3,5^{\circ}\text{C}$. Изменение температуры в течение дня во всех типах застроек соответствовало обычному ходу температуры. От срока к сроку она повышалась в среднем на $0,6—1,5^{\circ}\text{C}$.

В летние дни в застройках сильнее чувствуется жара, чем на открытых пространствах, причем значения температуры в точках, установленные по данным наблюдений, на $1-2^{\circ}\text{C}$ выше, чем на опорной станции. Наибольшие разности характерны для продольной деревянной застройки (IV). Ее расположение существенно ухудшает проветриваемость, способствуя интенсивному нагреванию воздуха. Средняя температура за все сроки наблюдений здесь была выше на $0,2-1,0^{\circ}\text{C}$ (табл. 31 приложения). Продольная застройка нового типа сориентирована с севера на юг, в ней несколько холоднее, это создается за счет значительной продуваемости.

Общий фон температуры в зимний период в застройках почти одинаков. Средние разности между различными точками наблюдений в застройках и на открытом месте составили до $-0,4^{\circ}\text{C}$.

Дневной ход относительной влажности воздуха в большинстве точек микроклиматических наблюдений аналогичен ходу влажности на опорной станции. Исключением является 3-я точка периметральной застройки, расположенная в непосредственной близости от газонов, заросших густым кустарником. Здесь отмечена повышенная влажность в утренние часы, возникающая за счет локального полива зеленых насаждений. Благодаря ослабленному испарению с подстилающей поверхности несколько ниже влажность воздуха у восточной стены здания и в центре двора.

На участках, затененных строениями, а также деревьями и кустарниками, относительная влажность всегда выше. Так, в продольной деревянной застройке (IV) различия во влажности между точками наблюдений в отдельные сроки достигали $15-18\%$. Наиболее сухой является новая продольная застройка (III), где влажность в среднем на $5-6\%$ ниже, чем на открытой точке.

Существенную деформацию в застройках претерпевает ветер. Направление его часто меняется и не совпадает с направлением воздушного потока над городом, часто образуются вихревые движения, вызывающие интенсивное перемешивание воздуха. В основном направление ветра определяется направлением улиц или расположением зданий. Наиболее продуваемой является продольная застройка, ориентация которой совпадает с направлением преобладающих ветров. Вследствие конструктивных особенностей периметральной застройки скорости ветра внутри дворов ослабляются.

Большое значение в улучшении микроклиматических условий застроек и города в целом имеют зеленые насаждения. Зеленые массивы, расположенные на городской территории, способствуют улучшению микроклимата всего города, так как они благотворно влияют на температуру, влажность, движение воздуха и приход солнечной радиации. Как показывают микроклиматические наблюдения, снижение солнечной радиации под зеленым пологом растительных насаждений может быть значительным. Если на открытых площадках суммарная солнечная радиация составляла $0,82\text{ кВт/м}^2$, то на участках, затененных деревьями, она снижалась

до 0,26—0,03 кВт/м². Количество солнечной энергии, задерживаемое зелеными насаждениями, зависит от характера растительности, полноты насаждений, формы крои. Особенно значительно солнечная радиация задерживается кронами деревьев. В дневные часы летом кроны деревьев снижают суммарную радиацию более чем на 70—90 %. Степень пропускания суммарной радиации характеризует коэффициент пропускания полога η , который представляет собой отношение (в процентах) суммарной радиации под пологом Q_{τ} к радиации Q_0 , поступившей на его поверхность,

$$\eta = \frac{Q_{\tau}}{Q_0} \cdot 100.$$

Кроны в зависимости от коэффициента пропускания суммарной радиации и полноты насаждений разделяются на сомкнутые, ажурные, сквозные. Полнота насаждений определяется визуально по сомкнутости крои и измеряется в долях единицы (1,0, 0,9, 0,8, ..., 0,1). Сомкнутые кроны имеют насаждения, полнота которых составляет 0,9—1,0. У ажурных крои полнота древостоев не превышает 0,7—0,8 и сквозные кроны характерны для насаждений полнотой 0,6 и менее. Согласно наблюдениям, проведенным в городском парке в июле 1978 г., коэффициент пропускания полога увеличивается от 4—6 % в сомкнутых кронах до 30—40 % — в сквозных. Наибольшие значения коэффициента пропускания полога (37 %) отмечаются в насаждениях полнотой 0,6 и менее (рис. 23).

Суммарная радиация под пологом крои Q_{τ} зависит от полноты насаждений β . С уменьшением полноты насаждений увеличивается количество солнечной энергии, пропущенное кронами. Под сомкнутыми кронами суммарная радиация составляет 0,03—0,04 кВт/м². Ажурный и сквозной полог способствует возрастанию суммарной радиации в подкroновом слое соответственно до 0,12 и 0,26 кВт/м² (рис. 24). Радиационный баланс, как и суммарная радиация, определяется так же полнотой насаждений. На участках с полнотой насаждений 0,9—1,0 в околополуденные часы наблюдается наименьшее значение радиационного баланса (0,02 кВт/м²). Под пологом ажурных крои ($\beta=0,7... 0,8$) радиационный баланс возрастает до 0,10 кВт/м² и при $\beta \leq 0,6$ он составляет 0,22 кВт/м² (рис. 24).

В связи с большим поглощением солнечной радиации кронами деревьев поверхность почвы в парке прогревается гораздо меньше, чем на открытом месте. Поэтому и температурные различия воздуха между зелеными насаждениями и инсолируемыми районами города достаточно значительны и определяются полнотой насаждений. Максимальные различия температуры воздуха наблюдаются между открытой точкой и насаждениями полнотой 0,9—1,0 (рис. 25). В полуденные часы температура воздуха в зеленых массивах ниже, чем на незеленных улицах, на 2,3—2,8 °С. В насаждениях полнотой 0,7—0,8 температурные контрасты несколько понижаются (1,7—2,3 °С). С уменьшением сомкнутости

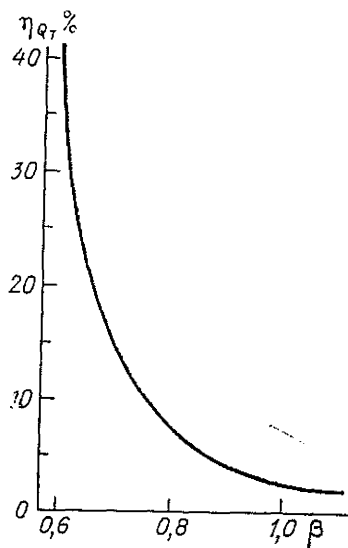


Рис. 23. Зависимость коэффициента пропускания суммарной радиации пологом $\eta_{q\tau}$ при различной полноте насаждений β .

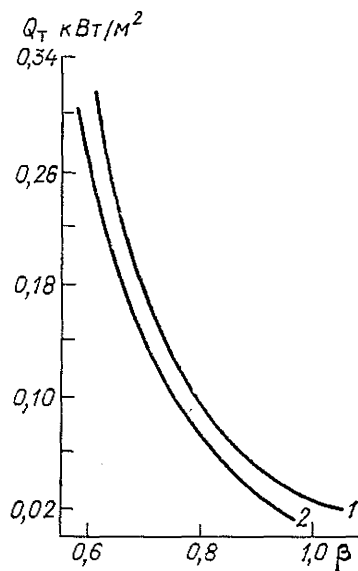


Рис. 24. Зависимость суммарной радиации (1) и радиационного баланса (2) под пологом от полноты насаждений β . Июль, 12 ч 30 мин.

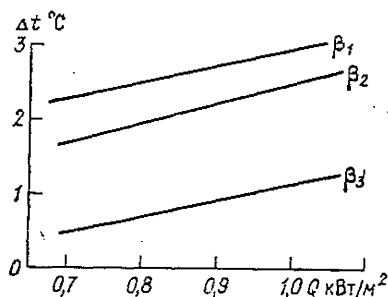


Рис. 25. Зависимость термических различий Δt от суммарной солнечной радиации Q при различной полноте насаждений β . Июль, 12 ч 30 мин.

$\beta_1 = 0.9-1.0$; $\beta_2 = 0.7-0.8$; $\beta_3 \leq 0.6$.

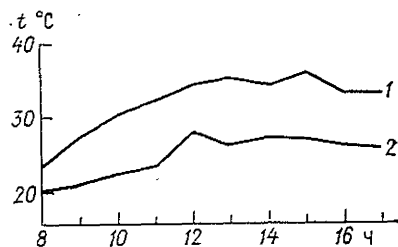


Рис. 26. Дневной ход температуры поверхности неинселируемого грунта (1) и грунта в тени лесонасаждения (2).

полога происходит активный прогрев поверхности почвы и в насаждениях полнотой 0,6 и менее различия температуры воздуха не превышают 0,5—1,0 °C.

В теплое время года растительный покров днем защищает почву от непосредственного нагрева солнечными лучами и много тепла расходует на испарение. Ввиду этого температура почвы, покрытой растительностью, ниже, чем обнаженной почвы. В утренние часы, когда прогрев почвы еще незначительный, температуры поверхности инсолируемого и затененного грунтов близки между собой (рис. 26). При интенсивном прогревании грунтового покрытия различие в температурах затененного и открытого участков к 15 ч становится равным 9,4 °C.

Влажность воздуха также непосредственно зависит от наличия или отсутствия зеленых насаждений. Испаряемая листьями влага увеличивает влажность воздуха, при этом листва в значительной степени охлаждается и понижает температуру окружающего воздуха. Наиболее низкая температура и одновременно наиболее высокая относительная влажность воздуха наблюдаются в приземном слое густых насаждений. Разность температуры и влажности воздуха в приземном слое на асфальтовой площадке и в парке соответственно составляет 3,0 °C и 15 %. В насаждениях со сквозной кроной деревьев эти различия сглаживаются.

Растительный покров в сильной степени изменяет ветровой режим. Внутри зеленого полога скорости ветра существенно меньше, чем на открытом месте. Большой ветрозащитной эффективностью характеризуется растительность с полнотой насаждений 0,9—1,0. Здесь скорость ветра всегда мала (0,2 м/с), а у поверхности земли наблюдается затишье. С уменьшением сомкнутости полога скорости ветра увеличиваются до 1,0 м/с.

Вследствие различия температур в зеленых массивах города и на окружающих открытых, сильнее прогреваемых городских участках создаются воздушные токи. От сравнительно прохладных парков к более нагретым улицам течет более чистый воздух, а это способствует улучшению микроклимата города.

9.3. Краткая характеристика оценки условий произрастания растительности в городской и пригородной зонах

Благоприятность климатических условий для различных культурных растений определяется их соответствием тем требованиям, которые сами растения предъявляют к погоде и климату. Для развития и роста растений необходимы свет и тепло, главным источником которых является солнечная радиация. Она, в конечном счете, служит показателем потенциальной продуктивности климата. Наибольшие суммы радиации приходятся на вегетационный период (май—август). Весенний переход радиационного баланса к положительным значениям в марте служит предвестником начала некоторых работ в теплицах, а осенний его переход к отрицательным значениям определяет прекращение вегетации растений.

В процессе фотосинтеза растения используют излучение в интервале длин волн 380—710 нм. Солнечный поток этого диапазона волн называется фотосинтетически активной радиацией — ФАР. В годовом ходе максимум суммарной энергии ФАР (319—320 МДж/м²) приходится на июнь, июль (табл. 96). Уже в марте ФАР по сравнению с февралем увеличивается более чем в 2 раза и в апреле достигает 225 МДж/м². За безморозный период сумма энергии ФАР составляет около 1097 МДж/м².

Таблица 96

Суммарная фотосинтетически активная радиация (МДж/м²)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	За период с температурой выше				За безморозный период
													0 °C	5 °C	10 °C	15 °C	
43	83	176	225	291	320	319	257	171	101	49	29	2064	1636	1434	1147	828	1097

Для характеристики общих термических ресурсов использованы суммы средних суточных температур воздуха выше 0, 5, 10, 15 °C. Средние суммы и их обеспеченность даны в табл. 34. Сумма температур выше 0 °C составляет на ст. Хакасская в среднем 2350 °C. Период с положительными температурами обычно начинается в первой декаде апреля и длится 195 дней (табл. 14 приложения). Начало вегетации у большинства однолетних культур и возобновление вегетации у многолетних близко к переходу температуры через 5 °C. К этому периоду набухают почки на деревьях и кустарниках. Начинается он в конце третьей декады апреля и заканчивается в первых числах октября (162 дня). Сумма температур выше 5 °C равна 2270 °C. Если дату перехода температуры через 0 °C принимают за начало эксплуатации пленочных теплиц с обогревом для выращивания теплолюбивых овощных культур, таких, например, как огурцы, помидоры, то дату перехода через 5 °C — за начало работы в теплицах без обогрева для выращивания холодостойких овощных культур, цветочной рассады. В городе по сравнению с окрестностями сумма температур за период с температурами выше 5 °C на 80—90 °C больше, что создает лучшие условия для растений, выращиваемых в городской черте.

Период со средней суточной температурой воздуха выше 10 °C является периодом активной вегетации теплолюбивых сельскохозяйственных культур. Теплообеспеченность этого периода 1954 °C. Средняя многолетняя продолжительность 121 день, однако в отдельные годы возможны значительные колебания (95—140 дней). Обычно этот важный для вегетации период длится в среднем с 16 мая по 16 сентября, но бывают большие отклонения дат его начала и конца. Так, весенний переход через 10 °C в 1967 г. отме-

чался 21 апреля, а в 1942 г. — 28 мая. Осенний переход в 1972 г. был 28 августа, но он возможен и 30 сентября. С первых чисел июля по вторую декаду августа — 2,5 месяца — длится период с суммами температур выше 15°C. Сумма активных температур его составляет 1385°C. Кукуруза раннеспелых сортов в условиях Абакана обеспечена теплом на 95 % только до фазы выметывания султана, но в отдельные годы, с обеспеченностью 60—80 %, может достичь молочной спелости. Практически же кукуруза используется на силос. Теплообеспеченность овса, ячменя, озимой ржи, а также яровой пшеницы ранне- и среднеспелых сортов достигает 100 %. В окрестностях города выращиваются также гречиха, просо раннеспелых сортов, горох, лен.

Для нормального роста и развития любой культуры требуется определенное количество тепла и в почве, недостаток которого ничем не может быть компенсирован. Почвы в Абакане и окрестностях темно-каштановые, среднесуглинистые. Оттаивание верхних слоев почвы начинается не сразу после прекращения устойчивых морозов и схода снежного покрова. Обычно почва оттаивает на глубину 30 см к середине апреля и почти одновременно достигает она мягкопластичного состояния (табл. 19 приложения). В зависимости от погодных условий с 10 %-й обеспеченностью можно ожидать мягкопластичного состояния почвы 1 апреля и с 90 %-й — 30 апреля.

Прогревание почвы до 10°C на глубине 5—10 см происходит в начале мая, а в конце мая она прогревается до 15°C. Наиболее высокая температура почвы на глубине 20 см (20,3°C) бывает в июле. На границе 40 см температура в июле—августе обычно держится в пределах 17,5—18,0°C (табл. 35). Наиболее благоприятные температурные условия для растений создаются в слое до 40 см. На метровой глубине температура почвы близка к нижнему пределу оптимума роста корневой системы большинства культур. В холодный период возможно вымерзание посевов. Малая высота снежного покрова при температуре воздуха ниже —20°C не обеспечивает защиту растений. Температура почвы на глубине узла кущения доходит до критических значений и озимые в 6 случаях из 10 вымерзают. Большое значение имеет число дней с температурой ниже —20°C при бесснежье и со снегом (табл. 97).

Для оценки влагообеспеченности используется гидротермический коэффициент (ГТК), определяемый отношением суммы

Таблица 97

Число дней с температурой ниже —20°C

Характеристика	XI	XII	I	II	III	IV
При бесснежье	0,6	1,0	1,1	1,0	0,2	0,0
Со снегом 1—10 см	3,0	10,8	13,0	10,1	2,6	0,1

осадков (в миллиметрах) за период с температурой выше 10°C к сумме температур за этот же период, уменьшенной в 10 раз. Средний ГТК в Абакане равен единице (табл. 98).

Таблица 98

Гидротермический коэффициент за период с температурой воздуха выше 10°C более указанных значений различной обеспеченности

Средний ГТК	Наимень- ший ГТК	Обеспеченность, %					Наиболь- ший ГТК
		90	75	50	25	10	
1,0	0,4	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,6

Увлажнение может быть достаточным ($\text{ГТК} \geq 1,4$) 1 раз в 10 лет и 2—3 раза за 10 лет создаются неблагоприятные условия влагообеспеченности. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы очень низкие. На дату перехода температуры воздуха через 10°C весной (16 мая) под зябью они составляют 96 мм. Ко времени прекращения вегетации запасы влаги в почве пополняются за счет осадков и составляют 210 мм за вегетационный период. На дату перехода температуры через 5°C осенью (5 октября) запасы влаги в почве близки к 73 мм. Влагообеспеченность яровой пшеницы составляет 46 %.

Неблагоприятным фактором для сельскохозяйственных культур являются заморозки. Особенно опасны поздние весенние и ранние осенние заморозки. Обычно последний заморозок в воздухе в среднем бывает 20 мая (табл. 27). Заморозки на почве прекращаются на 10 дней позже, но 1 раз в 10 лет они возможны 11 июня. Длина безморозного периода на поверхности почвы сравнительно небольшая — от 70 до 132 дней, в среднем 103 дня. Заморозки ограничивают сроки сева сельскохозяйственных культур. В вегетационный период растений большой вред приносят также сильные ветры (более 15 м/с). Особенно они часты весной: по 3—4 дня за месяц. Сильные ветры приводят к образованию пыльных бурь, когда сдувается верхний рыхлый слой почвы вместе с заделанными семенами, что иногда требует пересева больших массивов. Ветры с высокой температурой при низкой влажности в период засух создают суховеи (табл. 81), которые наблюдаются ежегодно.

Несмотря на ряд неблагоприятных погодных факторов, пригодная зона Абакана обладает значительным биологическим потенциалом. Вся естественная растительность в городе в достаточной степени обеспечена теплом, но испытывает недостаток во влаге. В городе проводится полив улиц и дождевание зеленых зон жилых массивов. Создание зеленых зон в городе является одним из основных средств улучшения микроклимата города, особенно важным в связи с возросшей урбанизацией и большим промышленным строительством.

10. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДА

Защита окружающей среды и в частности защита воздушного бассейна от загрязнения вредными примесями являются одной из актуальных проблем нашего времени. Решение этой проблемы направлено не только на сохранение природных ресурсов для дальнейшего экономического и социального развития страны, но и на обеспечение благоприятных санитарных условий жизни населения и предупреждение вредного влияния загрязнения внешней среды на здоровье настоящего и будущего поколений.

Основными источниками загрязнения атмосферы города являются предприятия легкой, пищевой промышленности, тяжелого машиностроения, а также промышленные и отопительные котельные. Большая часть котельных не имеет очистных установок и, используя в качестве топлива уголь, выбрасывает в атмосферный воздух золу, сажу, сернистый газ, окислы азота и углерода. Значительным источником загрязнения воздуха является также автотранспорт. Таким образом, в атмосферу города от предприятий, отопительных котельных и автотранспорта непрерывно поступает большое количество вредных примесей.

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в Абакане начаты в 1977 г. на трех стационарных пунктах, расположенных в различных районах города. Кроме определения содержания примесей, на пунктах проводятся наблюдения за метеорологическими величинами. Целью такого контроля является не только получение картины распределения вредных примесей по районам города, но и изучение зависимости их концентраций от метеорологических условий, изучение закономерностей распространения примесей в атмосфере, разработка методов прогнозирования загрязнения атмосферы в зависимости от погоды, при которой наблюдаются высокие концентрации примесей в приземном слое.

Для характеристики уровня загрязнения атмосферы города использованы данные наблюдений за 1978—1979 гг. (табл. 99). Характер загрязнения атмосферного воздуха города описывается

Таблица 99

Количество наблюдений за концентрацией примесей на каждом посту

Примесь	Номер поста		
	1	2	3
Пыль	1800	1746	1758
Сернистый газ	2383	2262	2242
Оксид углерода	2357	2332	2359
Двуокись азота	2376	2278	2370

на основании нормированных значений, средних и максимальных концентраций примесей на каждом посту. Нормирование проведено по отношению к средней концентрации ингредиента на посту, расположенному в пос. Зеленый (метеостанция).

В табл. 100 приведено распределение концентраций примесей по территории города.

Таблица 100

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

Примесь	Номер поста		
	1	2	3
Пыль	1,0	2,0	2,0
	1,0	0,5	0,2
Сернистый газ	1,0	2,0	2,5
	1,0	1,2	2,1
Оксид углерода и углеводороды	1,0	2,0	2,5
	1,0	1,6	1,9
Двуокись азота	1,0	2,0	2,0
	1,0	2,0	0,5

Запыленность воздуха города неравномерная. В зеленой зоне она в 2 раза меньше, чем в промышленных районах города. Максимальные концентрации отмечены вблизи неасфальтированных дорог в пыльную бурю. Наибольшее загрязнение воздуха сернистым газом, окисью углерода и двуокисью азота отмечено в центральном и юго-восточном районах города. Здесь сосредоточена большая часть промышленных предприятий города (пищевой и легкой промышленности), а также проходят основные автотранспортные магистрали. Максимальные концентрации сернистого газа и двуокиси азота отмечаются вблизи районных котельных. Максимум окиси углерода зарегистрирован в районе, прилегающем к автомагистрали с интенсивным движением транспорта. При сравнении промышленных районов с зеленой зоной видно, что в первых концентрации сернистого газа и окиси углерода выше в 2—2,5 раза, двуокиси азота — в 2 раза.

На рис. 27 даны графики годового хода значений M по основным примесям. Значение M представляет собой отношение средней месячной концентрации по всем постам к среднему годовому значению этой примеси, т. е.

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

В весенне-летний период, помимо промышленной пыли, в атмосферу города поступает много пыли с почвы из-за увеличения ско-

рости ветра, часто сопровождаемого пыльными бурями. Проезжая часть улиц асфальтирована не полностью, что создает и в летний сухой период года дополнительный источник пыли.

Загрязнение сернистым газом в течение года имеет непостоянный характер, так как зависит в основном от промышленных и коммунальных отопительных котельных, которые часто меняют режим работы. Годовой ход выражен слабо. Содержание в воздухе города диоксида азота и окиси углерода наибольшее в зимний период (декабрь—март), что связано с увеличением выбросов от низких источников — отопительных котельных и от печного отопле-

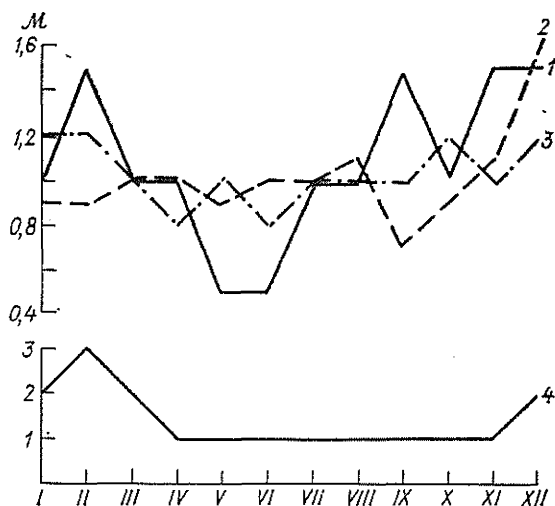


Рис. 27. Годовой ход концентраций.

1 — пыль; 2 — сернистый газ; 3 — окись углерода; 4 — диоксид азота.

ния индивидуального жилого сектора, а также вследствие большой повторяемости в это время года приземных инверсий (84—90 %) и малых скоростей ветра (63—83 %).

Загрязненность воздуха выбросами промышленных предприятий и автотранспорта зависит как от количества выбросов, так и от метеорологических условий, характеризующих рассеивающую способность нижнего слоя атмосферы. В частности, степень загрязнения воздуха зависит от направления ветра (табл. 101). Однако различие средних концентраций при различных направлениях ветра незначительное. При отсутствии ветра уровень загрязнения атмосферы всеми примесями повышается незначительно. И только при ветрах юго-восточной четверти увеличивается загрязнение сернистым газом и окисью углерода на посту, расположенном в зеленой зоне. При этих ветрах выбросы промышленных пред-

Таблица 101

Распределение примеси при различных направлениях ветра

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

Примечание. В табл. 101 даны отношения средних значений концентрации примеси для данного поста по данному румбу к среднему значению для данного поста за весь период.

Таблица 102

Средние значения метеорологических параметров при высоком и низком уровнях загрязнения воздуха

Сезон	Уровень загрязнения	P_1	ΔT_1	H_1	P_2	H_2	ΔT_2
Холодный период	Высокий	89	10	1030	32	430	7
	Низкий	51	4	680	34	520	3
Теплый период	Высокий	87	5	710	22	990	3
	Низкий	50	2	600	15	700	1

Примечание. P_1 — повторяемость приземных инверсий, %; ΔT_1 — интенсивность приземных инверсий, °С; H_1 — высота верхней границы слоя приземной инверсии, м; P_2 — повторяемость приподнятых инверсий, %; H_2 — высота нижней границы слоя приподнятой инверсии, м; ΔT_2 — интенсивность приподнятых инверсий, °С.

приятный и автотранспорта с центральной и юго-восточной части города переносятся в этот район.

Кроме скорости и направления ветра на концентрации примесей влияет и температурный градиент в нижнем слое атмосферы. Из табл. 102 видно, что как в холодный, так и в теплый сезон высокий уровень загрязнения сопровождается более устойчивой стратификацией пограничного слоя атмосферы и высокой повторяемостью инверсий. При плавном убывании температуры с высотой создаются благоприятные условия для оттока примесей из нижних слоев атмосферы. Наличие изотермии или температурной инверсии препятствует развитию вертикальных движений, эти явления ограничивают объем воздуха, в котором происходит перемешивание примесей, и тем самым способствуют усилению загрязнения воздуха. Особенно неблагоприятные условия складываются при сочетании приземной инверсии со штилем. Такие сочетания наблюдаются в 63—83 %.

Приподнятая инверсия препятствует подъему холодных высоких выбросов. Увеличение их концентраций тем больше, чем ближе к источнику основание инверсионного слоя и чем ниже сам уровень источника. В случае, когда задерживающий слой располагается непосредственно над источником, рост максимальной приземной концентрации примесей относительно ее значений в нормальных условиях составляет 50—100 %.

Зимой повторяемость инверсий наибольшая и достигает в феврале 90 % случаев. Зимние инверсии отличает их значительная интенсивность ($8-10^{\circ}\text{C}$), большая мощность (940—1010 м) и устойчивость во времени. Повторяемость инверсий в теплое время составляет 51—61 % случаев (табл. 103), повторяемость приподнятых инверсий не превышает 4 % случаев.

Скоплению примесей в воздухе способствуют и туманы. Вредное действие газовых примесей при туманах проявляется более остро, чем при других погодных условиях. С растворением примесей в каплях тумана наблюдается иногда образование веществ повышенной токсичности. Довольно часто при туманах наблюдаются специфические метеорологические условия (инверсии, штиль), уже сами по себе способствующие увеличению примесей в приземном слое. Продолжительность тумана до 6 ч вызывает увеличение содержания примеси в среднем в 2 раза, а в отдельных случаях и в 8 раз.

Туманы усугубляют загрязненность атмосферного воздуха в основном в холодный период года (ноябрь—март). Повторяемость их весной и летом незначительна (табл. 63).

Немаловажное влияние на загрязнение оказывают осадки. Небольшое количество их достаточно эффективно очищает атмосферу от примесей. При этом наиболее интенсивно вымываются из атмосферы твердые примеси. В дни с осадками содержание пыли, например, уменьшается до 50 %.

Так как загрязнение воздуха при определенном объеме выбросов зависит от погодных условий, то синоптическая ситуация, яв-

Таблица 103

Средние характеристики инверсий

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI
Приземные инверсии						
Повторяемость, %	85	90	71	53	51	56
Интенсивность, °C	10	8	4	3	2	2
Мощность, км	0,99	0,94	0,76	0,55	0,52	0,56
Приподнятые инверсии с H/P в слое 100—250 м						
Повторяемость, %	2	3	2	2	2	2
Интенсивность, °C	8	4	3	1	2	1
Мощность, км	0,73	0,61	0,27	0,29	0,53	0,28
Характеристика	VII	VIII	IX	X	XI	XII

Приземные инверсии						
Повторяемость, %	56	61	69	74	76	84
Интенсивность, °C	2	3	4	4	5	6
Мощность, км	0,55	0,58	0,61	0,64	0,80	1,01

Приподнятые инверсии с H/P в слое 100—250 м						
Повторяемость, %	3	2	2	3	4	4
Интенсивность, °C	1	1	1	4	5	9
Мощность, км	0,35	0,36	0,29	0,48	0,46	0,72

ляясь сама по себе комплексной метеорологической характеристикой, хотя и выраженной качественно, может быть связана с определенным уровнем загрязнения атмосферы.

В табл. 104 приведены средние значения параметра P_1 , соответствующие различным синоптическим ситуациям, а также повторяемость $P_1 > 0,20$. Параметр $P_1 = m/n$ характеризует степень

Таблица 104

Характеристика загрязнения воздуха при различных синоптических ситуациях

Ситуация	Среднее значение P_1	Повторяемость (%) $P_1 > 0,2$
Размытое барическое поле	0,25	81
Антициклон, гребень	0,24	81
Промежуточное поле	0,19	39
Циклон, ложбина	0,11	12
Теплый сектор циклона	0,31	100

загрязнения воздуха и представляет отношение числа проб воздуха с существенно повышенными концентрациями m к общему числу измерений в течение дня n . Из табл. 104 видно, что повышенный уровень загрязнения ($P_1 > 0,20$) формируется в основном в размытых барических полях, антициклонах, гребнях, в теплом секторе циклона. Как показал анализ циркуляционных процессов, Абакан чаще всего, особенно в зимнее время, оказывается под влиянием антициклонов и гребней, что указывает на высокий потенциал загрязнения воздуха города.

В плане развития Абакана до 1990 г. предусматриваются мероприятия, направленные на оздоровление внешней среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с сезонными различиями притока солнечной радиации происходят значительные изменения почти всех метеорологических величин. Анализируя метеорологические данные, в первую очередь данные наблюдений за температурой воздуха и осадками, можно проследить за их изменениями в течение длительного времени. На рис. 28 представлен многолетний ход температуры воздуха в виде скользящих пятилетних средних значений за 40 лет (1941—1980 гг.), который дает представление об общей тенденции колебаний темпе-

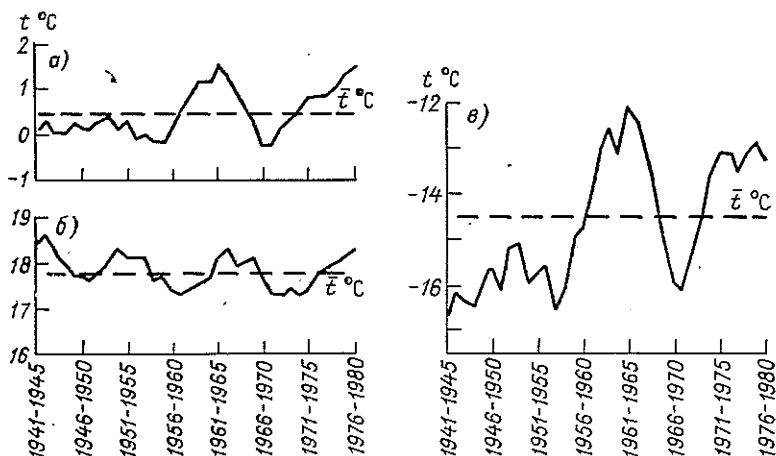


Рис. 28. Многолетние изменения температуры воздуха.

а — год; б — лето; в — зима.

ратуры. За сравнительно небольшие отрезки времени температурный режим меняется незначительно, т.е. мало отклоняется от средних характеристик (не более чем на 1°C). По средним значениям за год выделяются относительно теплые и холодные периоды различной продолжительности. С начала 40-х годов отмечается понижение температуры. В этот период средняя годовая температура воздуха была ниже средней многолетней на $0,2\text{--}0,5^{\circ}\text{C}$. В 1952 г. началось небольшое повышение температуры, хотя средняя годовая температура воздуха была еще ниже нормы на $0,1\text{--}0,2^{\circ}\text{C}$. Наиболее заметные отклонения в сторону понижения температуры наблюдались в периоды 1956—1960 и 1969—1973 гг. Средняя годовая температура в эти годы была ниже многолетней на $0,5\text{--}0,8^{\circ}\text{C}$. Самым теплым оказалось пятилетие 1961—1965 гг. с положительным отклонением в 1°C . Такое превышение температуры обусловлено аномально теплой зимой 1964-65 г. и жарким летом 1965 г., когда средняя температура за летний сезон достигала $19,4^{\circ}\text{C}$. С 1974 г. начинается новая волна потепления.

Ход скользящих средних температур зимы повторяет ход средних годовых, но теплые и холодные периоды выражены резче. Нередки отклонения от нормы более чем на $1,5^{\circ}\text{C}$, а в 1961—1965 гг. — на $2,4^{\circ}\text{C}$.

Амплитуда между самым теплым пятилетием (1961—1965 гг.) и самым холодным (1941—1945 гг.) составила $4,7^{\circ}\text{C}$.

Температура воздуха летом более устойчива и была близка к норме. Самым теплым был период 1941—1945 гг. (на $0,8^{\circ}\text{C}$ выше многолетней нормы). Однако за весь период наблюдений самая высокая температура в целом за лето отмечалась в 1965 г., когда температура была на $2,1^{\circ}\text{C}$ выше средней многолетней.

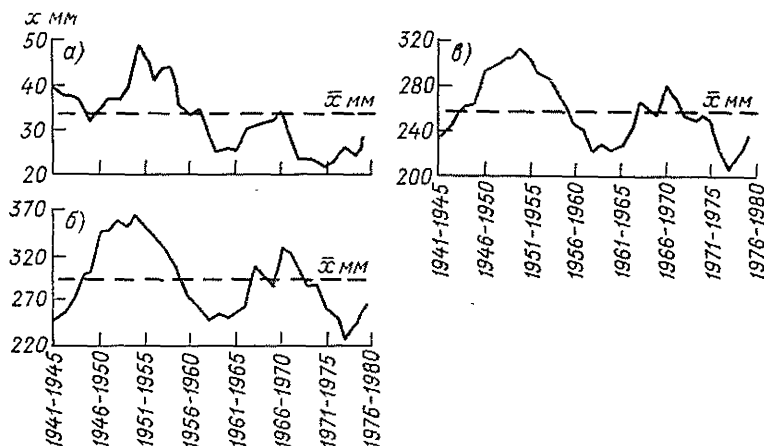


Рис. 29. Многолетние изменения сумм осадков.

а — холодный период; б — год; в — теплый период.

В многолетнем ходе сумм осадков (рис. 29) также проявляются периодические колебания. Выделяются периоды с недобором осадков и с повышенным увлажнением. Кривая хода средней суммы осадков теплого периода аналогична кривой хода годовых сумм, так как годовая сумма осадков в Абакане складывается в основном из осадков теплых месяцев. По годовым суммам осадков видны две волны с количеством осадков, превышающем среднее: в 1950—1954 и в 1969—1971 гг. В 1950—1954 гг. наблюдалось максимальное количество осадков ($363,3$ мм). Увеличение осадков в эти годы отмечалось как в теплое, так и в холодное полугодие. Весьма обильными осадками характеризуются 1969—1971 гг., в основном за счет летних дождей. В зимнее полугодие в эти годы осадки выпадали в пределах нормы.

Недобор осадков (на 40 мм меньше нормы) отмечался в 1961—1965 гг. Минимальная сумма осадков (227 мм) наблюдалась в пятилетие 1973—1977 гг., когда в теплый период выпадало всего

203 мм осадков. Меньше нормы отмечено в эти годы осадков и в холодный период.

Таким образом, при описании климата Абакана выявлены особенности метеорологического режима, формирующиеся под влиянием географических условий природной среды и хозяйственной деятельности человека. С ростом города, его развитием изменяется природный режим местности. Поэтому реконструкция города, улучшение его планировки и благоустройства требуют учета различных природно-климатических и метеорологических факторов. Необходимость использования климатических данных возрастает, так как климат, являясь одним из наиболее важных компонентов природной среды, оказывает существенное влияние на жизнь и деятельность людей, на их здоровье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алисов В. П. Климат СССР.—М.: Высшая школа, 1969.—104 с.
2. Анапольская Л. Е. и др. Режим больших скоростей ветра на территории СССР для учета ветровых нагрузок на сооружения.—В кн.: Вопросы прикладной климатологии. Л., Гидрометеониздат, 1960, с. 38—51.
3. Анапольская Л. Е., Мандель Д. Г. Методика оценки температурно-влажностного режима наружного воздуха.—Труды ГГО, 1969, вып. 250, с. 105—111.
4. Бартенева О. Д., Полякова Е. А., Русин Н. П.—Режим естественной освещенности на территории СССР.—Л.: Гидрометеониздат, 1971.—238 с.
5. Бахтин Н. П. Снежный покров Средней Сибири.—Сб. работ Красноярской ГМО, 1968, № 1, с. 69—104.
6. Березкина Г. Ю. Радиационные и температурно-ветровые условия в городских зеленых насаждениях.—Труды ГГО, вып. 385, с. 67—72.
7. Воробьева Т. Н., Шадрин А. И. Вопросы экономической географии Восточной Сибири.—Иркутск, 1975.
8. Заварина М. В. Строительная климатология.—Л.: Гидрометеониздат, 1976, с. 264—268.
9. Зализняк Е. Л. Расчет орографических вертикальных движений воздуха в центральных и южных районах Красноярского края.—Труды Гидрометцентра СССР, 1972, вып. 91, с. 110—115.
10. Захарова Н. М. Границы естественных синоптических сезонов в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке.—Труды Гидрометцентра СССР, 1978, вып. 202, с. 28—35.
11. Климат Новосибирска/Под ред. С. Д. Коштинского, К. Ш. Хайруллина, Ц. А. Швер.—Л.: Гидрометеониздат, 1979.—223 с.
12. Никольская Л. А. Хакасия.—Экономико-географический очерк.—Красноярск, 1968.
13. Никольский К. Н. О повторяемости циклонов над территорией Красноярского края.—Изв. Красноярского отдела ВГО, 1962, вып. 2, с. 169—179.
14. Опасные явления погоды на территории Сибири и Урала/Под ред. С. Д. Коштинского. Ч. 1.—Л.: Гидрометеониздат, 1979.—238 с.
15. Очерки истории Хакасии советского периода (1917—1961 гг.).—Абакан, 1963.
16. Пивоварова З. И. Характеристика радиационного режима на территории СССР применительно к запросам строительства.—Труды ГГО, 1976, вып. 321—128 с.
17. Пивоварова З. И. Прямая солнечная радиация, поступающая на стены зданий.—Труды ГГО, 1967, вып. 193, с. 73—118.
18. Погосян Х. П., Бачурина А. А. Метеорологический режим города и градостроительство.—Л.: Гидрометеониздат, 1977.—67 с.
19. Поляков М. А. Сегодня и завтра Хакасии.—Абакан, 1972.
20. Ремизов Н. А. Учебник медицинской метеорологии и климатологии.—М.—Л., 1934.—236 с.
21. Соколик В. В. Саянский пародно-хозяйственный комплекс.—М., 1974.
22. Сонькин Л. Р. Некоторые результаты синоптико-климатологического анализа загрязнения воздуха в городах.—Труды ГГО, 1968, вып. 207, с. 56—63.
23. Сонькин Л. Р. и др. О влиянии метеорологических условий на загрязнение воздуха в различных городах.—Труды ГГО, 1975, вып. 325, с. 52—60.
24. Справочник по климату СССР. Вып. 21, ч. 1—5.—Л.: Гидрометеониздат, 1967—1970.
25. Хайруллин К. Ш. Методика оценки зимних погодных условий, дискомфортных для человека.—Труды ГГО, 1973, вып. 303, с. 104—114.
26. Хайруллин К. Ш. Исследование влияния солнечной радиации на термический режим поверхности стен в холодное полугодие.—Труды НИИАК, 1967, № 48, с. 97—101.

27. Царев А. М. К вопросу о загрязнении воздуха при туманах.—Труды ГГО, 1975, вып. 352, с. 113—119.

28. Швер Ц. А. Атмосферные осадки на территории СССР.—Л.: Гидрометеиздат, 1976.—302 с.

29. Щербакова Е. Я. Климат СССР. Вып. 5. Восточная Сибирь.—Л.: Гидрометеиздат, 1961.—300 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ
ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ
РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ

Таблица 1

Азимут $A_{\odot}$ и высота $h_{\odot}^{\circ}$ солнца на 15-е число месяца

Время		Характеристика	I	II	III	IV	V	VI
ч	мин							
6	30	$A_{\odot}$			84,7	89,5	94,5	98,4
		$h_{\odot}^{\circ}$			1,6	12,4	19,9	22,9
9	30	$A_{\odot}$	35,1	38,0	42,3	49,1	55,7	55,8
		$h_{\odot}^{\circ}$	7,5	14,8	25,0	36,8	45,0	48,6
12	30	$A_{\odot}$	7,2	7,9	9,0	10,6	12,2	12,7
		$h_{\odot}^{\circ}$	14,8	23,2	33,8	45,4	54,2	58,9
15	30	$A_{\odot}$	—	51,9	57,5	63,7	68,4	69,8
		$h_{\odot}^{\circ}$	3,6	11,4	20,2	29,1	36,3	40,5
18	30	$A_{\odot}$		85,2	92,9	101,4	107,5	109,8
		$h_{\odot}^{\circ}$				3,4	10,2	14,2

Время		Характеристика	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ч	мин							
6	30	$A_{\odot}$	98,2	88,2	84,9			
		$h_{\odot}^{\circ}$	20,7	15,2	7,6	0,2		
9	30	$A_{\odot}$	54,7	50,3	45,7	40,4	36,6	34,4
		$h_{\odot}^{\circ}$	46,4	40,3	31,2	21,6	12,4	6,8
12	30	$A_{\odot}$	12,6	11,5	9,6	8,4	7,5	7,1
		$h_{\odot}^{\circ}$	57,6	50,4	38,7	27,0	17,2	12,6
15	30	$A_{\odot}$	71,0	66,4	59,2	53,3	50,6	—
		$h_{\odot}^{\circ}$	39,4	33,8	23,0	11,9	3,4	0,7
18	30	$A_{\odot}$	107,5	103,0				
		$h_{\odot}^{\circ}$	13,9	7,7				

Таблица 2

Почасовая продолжительность (ч) солнечного сияния

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
3—4						0,1	0,0						0,1
4—5				0,0	3,2	7,8	5,8	0,6					17
5—6			0,0	4,2	11,7	14,3	14,6	9,2	0,5				54
6—7			2,7	11,1	14,7	16,8	17,2	15,5	6,8	0,3			85
7—8		0,9	9,5	14,6	17,0	18,1	19,1	17,8	13,0	3,8			114
8—9	0,6	4,8	15,3	16,5	18,6	19,1	20,9	19,1	15,7	8,8	2,1	0,3	142
9—10	3,9	10,0	18,2	18,0	19,0	19,8	22,0	20,2	17,2	12,4	5,9	2,5	169
10—11	8,5	13,4	20,2	18,7	18,9	20,2	22,2	20,5	18,3	14,0	9,9	5,7	190
11—12	11,8	15,2	20,5	18,2	18,7	20,8	22,5	21,0	18,3	14,4	12,0	8,6	202
12—13	13,0	15,8	20,8	17,5	18,6	20,3	22,0	21,2	18,4	14,2	12,8	10,2	205
13—14	12,6	15,4	20,2	17,4	18,8	19,3	21,5	20,9	17,8	14,2	12,5	9,9	200
14—15	9,3	13,8	19,5	16,9	18,2	19,0	20,3	21,0	17,3	13,6	10,6	5,3	185
15—16	2,4	10,5	17,6	16,0	17,7	17,9	19,2	20,2	16,0	12,2	5,4	0,7	156
16—17		2,9	14,2	14,8	17,2	17,6	18,1	18,4	14,6	7,6	0,5		126
17—18			4,6	12,4	15,1	16,2	17,1	16,0	9,4	0,8			92
18—19			0,0	4,2	11,8	14,6	14,2	10,4	0,9				56
19—20				0,0	2,9	8,8	6,4	0,7					19
20—21						0,1	0,0						0,1

Таблица 3

Суточный ход радиационного баланса B (кВт/м²)

Время		I	II	III	IV	V	VI
ч	мин						
0	30	—0,02	—0,03	—0,05	—0,05	—0,05	—0,05
6	30	—0,03	—0,03	—0,03	0,05	0,16	0,17
9	30	0,01	0,06	0,20	0,37	0,44	0,47
12	30	0,02	0,15	0,33	0,47	0,52	0,61
15	30	—0,02	0,03	0,14	0,25	0,29	0,35
18	30	—0,03	—0,04	—0,06	—0,06	—0,01	0,04

Время		VII	VIII	IX	X	XI	XII
ч	мин						
0	30	—0,04	—0,04	—0,04	—0,04	—0,04	—0,03
6	30	0,15	0,08	0,02	—0,04	—0,04	—0,03
9	30	0,46	0,39	0,31	0,17	0,04	—0,01
12	30	0,57	0,52	0,39	0,20	0,06	0,02
15	30	0,36	0,27	0,16	0,06	—0,03	—0,03
18	30	0,04	—0,02	—0,06	—0,05	—0,04	—0,03

Таблица 4

Суточный ход суммарной и рассеянной освещенности (клк)

Время		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ч	мин												
Суммарная освещенность													
6	30				10,6	21,0	24,4	20,2	14,0	6,0			
9	30	6,8	15,4	33,2	47,5	56,1	58,6	57,8	49,5	36,9	22,4	10,9	5,5
12	30	16,7	30,0	50,1	55,7	66,3	65,9	67,4	60,2	46,3	29,5	18,1	12,3
15	30		10,4	25,0	33,5	43,3	45,4	43,6	37,8	23,6	9,7		
18	30					7,4	12,0	10,4	5,0				
Рассеянная освещенность													
6	30				8,4	12,9	13,3	11,9	8,4	4,6			
9	30	6,1	12,3	18,8	25,6	26,9	26,8	24,1	21,0	16,8	14,4	8,8	5,2
12	30	12,6	19,2	24,0	30,7	29,6	28,4	27,4	23,7	20,8	18,0	13,0	9,8
15	30		8,0	15,0	20,1	22,3	21,9	20,7	16,7	12,4	6,8		
18	30					5,9	8,2	7,3	4,0				

ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Таблица 5

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

Месяц	С		СВ		В		ЮВ	
	$\bar{v}$	P	$\bar{v}$	P	$\bar{v}$	P	$\bar{v}$	P
I	3,2	18,2	2,1	1,1	2,0	1,7	2,3	7,0
II	3,1	26,2	3,3	2,0	3,8	1,5	2,1	6,1
III	3,4	27,5	2,9	3,6	2,5	3,4	2,7	7,4
IV	4,2	22,9	3,5	6,2	3,2	6,1	2,9	9,4
V	5,1	20,1	3,3	5,2	3,2	5,4	3,2	11,5
VI	4,2	26,6	2,8	7,2	2,8	6,4	3,0	8,7
VII	3,7	29,0	2,8	8,3	2,7	6,3	2,7	7,8
VIII	3,7	27,7	2,7	7,7	2,2	4,3	2,6	10,0
IX	3,8	20,4	2,4	5,9	2,5	4,9	2,6	10,8
X	4,4	12,7	2,6	2,4	2,5	3,3	3,1	8,5
XI	4,3	17,7	2,4	1,6	2,6	1,1	3,2	7,9
XII	2,9	15,5	1,9	1,3	2,5	1,8	3,0	6,4
Год	3,8	22,0	2,7	4,4	2,7	3,9	2,8	8,5

Месяц	Ю		ЮЗ		З		СЗ		Р % штилей
	$\bar{v}$	P	$\bar{v}$	P	$\bar{v}$	P	$\bar{v}$	P	
I	3,2	15,7	6,5	35,3	3,7	10,9	2,0	10,1	67
II	2,9	13,0	5,9	28,0	5,0	12,2	2,4	11,0	53
III	3,3	10,4	6,5	23,8	5,2	13,5	2,9	10,4	42
IV	3,4	11,2	7,7	23,0	6,7	15,5	4,5	5,6	28
V	3,5	13,3	6,0	21,9	6,3	16,0	4,5	6,6	24
VI	3,5	15,3	5,1	19,1	4,4	9,5	4,7	7,2	27
VII	2,9	15,4	4,2	16,6	3,7	10,1	4,5	6,5	35
VIII	3,0	14,9	4,4	16,5	3,7	10,8	3,8	8,1	38
IX	3,1	14,6	5,3	23,8	5,0	13,5	3,7	6,1	42
X	3,8	19,1	6,2	35,3	6,0	14,5	3,8	4,2	40
XI	4,3	15,6	6,6	38,0	5,7	13,7	2,4	4,4	44
XII	4,0	14,0	6,8	38,0	6,0	13,8	2,3	9,2	62
Год	3,4	14,4	5,9	26,6	5,1	12,8	3,5	7,4	502

Таблица 6
Средняя и максимальная скорость ветра (м/с)

Сезон	$\bar{v}$	$\pm \Delta \bar{v}_{\text{макс}}$	$+\Delta v_{\text{макс}}$	$-\Delta v_{\text{макс}}$	$v_{\text{макс}}$	$v^*_{\text{макс}}$
Зима	2,6	0,8	2,9	2,5	34	25
Весна	4,0	0,7	1,5	1,7	34	28
Лето	2,6	0,4	1,5	1,0	20	20
Осень	3,0	0,6	2,0	2,2	20	20
Год	2,9	0,3	0,7	0,8	34	32

* Расчетная, 5 %-ной обеспеченности.

Таблица 7
Вероятность (% общего числа случаев) скоростей ветра по градациям.
1936—1960 гг.

Месяц	Скорость ветра, м/с					
	0—1	2—3	4—5	6—7	8—9	10—11
I	69,3	12,5	5,7	3,8	3,1	1,6
II	61,9	16,9	7,4	4,6	3,1	2,2
III	49,2	21,5	12,6	6,6	4,2	1,9
IV	35,2	23,6	16,3	9,0	5,7	2,8
V	30,9	24,9	19,1	9,7	6,1	2,4
VI	36,1	29,0	19,2	7,1	4,1	1,5
VII	43,8	29,3	17,3	5,9	2,6	0,4
VIII	45,0	29,1	16,1	5,8	2,4	0,7
IX	49,2	22,4	14,5	6,0	4,1	1,6
X	44,1	18,6	14,1	8,7	5,4	2,8
XI	48,3	15,5	12,2	9,1	6,4	3,4
XII	61,4	13,8	8,2	5,2	4,0	2,8
Год	47,9	21,4	13,6	6,8	4,3	2,0

Месяц	Скорость ветра, м/с						
	12—13	14—15	16—17	18—20	21—24	25—28	29—34
I	2,0	0,8	1,0	0,2			
II	2,9	0,4	0,6	0,03	0,03		
III	2,2	0,6	1,0	0,2	0,03		
IV	3,9	1,1	1,9	0,4	0,1	0,03	
V	3,4	1,2	1,9	0,4			0,03
VI	1,6	0,5	0,8	0,1			
VII	0,4	0,1	0,2				0,03
VIII	0,6	0,1	0,2	0,03			
IX	1,4	0,3	0,3	0,2			
X	3,4	1,2	1,3	0,4			
XI	3,0	0,8	1,1	0,2	0,03		
XII	2,6	0,6	1,1	0,3		0,03	
Год	2,3	0,6	0,9	0,2	0,02	0,01	0,01

Таблица 8

Максимальная скорость ветра (м/с) различной вероятности

Месяц	Средняя из максимальных скоростей	Максимальная скорость	Вероятность, %						
			5	10	25	50	75	90	95
I	14	20	19	18	16	14	11	9	8
II	13	24	21	19	16	13	10	7	5
III	15	20	20	19	17	15	13	11	9
IV	18	34	28	26	22	18	14	9	7
V	18	34	28	26	22	18	14	11	8
VI	15	20	20	19	17	15	13	11	10
VII	11	20	18	16	13	11	8	6	4
VIII	12	20	18	17	15	12	10	7	6
IX	14	20	20	19	16	14	11	9	7
X	16	20	20	19	18	16	15	13	12
XI	17	24	22	20	18	17	15	14	13
XII	16	34	25	23	20	16	12	9	7
Год	22	34	32	30	26	22	18	15	13

Таблица 9

Средняя и наибольшая непрерывная продолжительность τ (ч) различных скоростей ветра

Скорость ветра, м/с	I		II		III		IV		V		VI	
	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$
0—1	5,2	98	5,9	104	2,7	33	2,0	13	2,0	11	2,5	25
↗2	13,1	185	11,9	117	5,8	56	4,1	52	3,7	38	5,1	64
↗3	25,9	310	31,0	287	15,5	177	7,8	103	6,7	64	9,3	106
↗4	30,9	336	37,5	354	24,9	286	12,1	104	9,6	90	13,9	145
↗5	5,7	46	6,6	60	5,9	47	5,5	47	4,4	37	3,2	21
↗8	3,2	40	3,2	18	3,2	12	3,7	27	3,3	17	2,1	11
↗12	0,9	10	1,3	9	1,5	7	2,2	8	2,4	10	1,0	3
↗16	0,4	2	0,3	2	0,1	1	0,4	1	0,7	4	0,3	1
↗20									0,3	1		

Скорость ветра, м/с	VII		VIII		IX		X		XI		XII	
	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$
0—1	2,4	25	2,2	22	2,3	19	2,4	24	3,5	41	5,9	75
↗2	5,7	108	5,9	82	5,4	65	7,2	82	9,3	145	14,7	234
↗3	13,1	164	12,7	101	10,7	95	14,4	142	14,6	256	27,1	303
↗4	22,7	169	19,7	190	16,9	150	18,8	169	15,7	259	30,7	303
↗5	2,7	18	2,9	21	3,4	31	5,1	43	6,6	42	4,9	34
↗8	1,5	7	2,0	5	2,6	11	2,7	11	3,1	19	2,4	18
↗12	0,2	1	0,2	2	0,6	3	1,7	6	1,4	5	0,5	3
↗16							0,2	2			0,1	1
↗20							0,1	1				

Таблица 10

Повторяемость (%) направлений ветра на разных высотах

Направление	Высота, км						Направление	Высота, км					
	над поверхностью земли				над уровнем моря			над поверхностью земли				над уровнем моря	
	флюгер	0,1	0,2	0,5	0,5	1,0		флюгер	0,1	0,2	0,5	0,5	1,0
Январь													
С	7	14	11	5	8	3	С	26	21	13	9	11	5
СВ	7	16	9	4	8	3	СВ	9	17	12	5	11	4
В	1	7	4	5	6	4	В	1	6	6	4	7	4
ЮВ	10	7	11	12	10	10	ЮВ	1	7	9	14	9	11
Ю	19	18	21	20	22	13	Ю	10	14	17	16	19	10
ЮЗ	46	24	31	34	33	33	ЮЗ	45	21	27	29	27	30
З	8	8	9	17	9	29	З	8	9	11	19	12	29
СЗ	2	6	4	3	4	5	СЗ		5	5	4	4	7
Февраль													
С	7	14	11	5	8	3	С	26	21	13	9	11	5
СВ	7	16	9	4	8	3	СВ	9	17	12	5	11	4
В	1	7	4	5	6	4	В	1	6	6	4	7	4
ЮВ	10	7	11	12	10	10	ЮВ	1	7	9	14	9	11
Ю	19	18	21	20	22	13	Ю	10	14	17	16	19	10
ЮЗ	46	24	31	34	33	33	ЮЗ	45	21	27	29	27	30
З	8	8	9	17	9	29	З	8	9	11	19	12	29
СЗ	2	6	4	3	4	5	СЗ		5	5	4	4	7

Направление	Высота, км						Направление	Высота, км																	
	над поверхностью земли				над уровнем моря			над поверхностью земли				над уровнем моря													
	флюгер	0,1	0,2	0,5	0,5	1,0		флюгер	0,1	0,2	0,5	0,5	1,0												
Март													Апрель												
С	25	22	17	13	14	8	С	22	17	16	14	15	10												
СВ	15	20	17	5	13	7	СВ	10	15	10	7	10	5												
В		7	7	8	6	6	В	2	16	8	7	8	6												
ЮВ	11	8	8	10	9	10	ЮВ	3	8	12	11	10	9												
Ю	11	9	11	13	11	10	Ю	7	11	9	9	10	9												
ЮЗ	34	17	21	22	23	24	ЮЗ	28	20	20	18	20	19												
З	11	11	14	22	18	26	З	19	14	19	25	21	31												
СЗ	4	6	5	7	6	9	СЗ	9	9	6	9	6	11												
Май													Июнь												
С	22	16	15	14	14	10	С	21	17	16	14	15	13												
СВ	9	14	11	8	11	6	СВ	13	18	17	11	16	8												
В		6	7	5	7	6	В	3	9	10	9	10	9												
ЮВ	4	9	10	10	10	8	ЮВ	4	7	10	13	10	10												
Ю	7	10	10	10	10	9	Ю	13	9	9	9	8	8												
ЮЗ	30	20	20	20	21	19	ЮЗ	24	18	16	14	18	16												
З	18	17	20	26	20	31	З	15	15	16	22	17	24												
СЗ	10	8	7	7	7	11	СЗ	7	7	6	8	6	12												
Июль													Август												
С	34	25	22	25	21	20	С	26	20	19	18	14	15												
СВ	22	21	22	16	23	14	СВ	14	18	17	12	17	9												
В	3	9	10	11	9	11	В	2	9	10	9	10	11												
ЮВ	4	9	9	10	10	10	ЮВ	3	11	11	12	13	10												
Ю	10	9	8	8	9	10	Ю	8	11	9	10	8	11												
ЮЗ	13	11	10	12	11	12	ЮЗ	25	13	13	13	16	13												
З	6	7	11	10	10	13	З	13	13	14	17	14	20												
СЗ	8	9	8	8	7	10	СЗ	9	5	7	9	8	11												
Сентябрь													Октябрь												
С	23	19	17	14	17	14	С	17	13	12	7	9	4												
СВ	10	13	12	8	11	6	СВ	5	8	6	5	7	4												
В	1	9	10	9	9	7	В	2	8	7	6	7	3												
ЮВ	8	10	11	11	11	9	ЮВ	4	10	10	11	10	9												
Ю	10	11	9	11	11	9	Ю	14	14	16	14	17	13												
ЮЗ	28	19	18	17	17	19	ЮЗ	40	29	29	28	29	28												
З	13	12	17	21	18	24	З	12	12	16	23	18	32												
СЗ	7	7	6	9	6	12	СЗ	6	6	4	6	3	7												
Ноябрь													Декабрь												
С	15	11	9	6	7	3	С	11	15	11	6	10	3												
СВ	1	10	7	4	6	1	СВ	4	15	10	4	8	3												
В	1	5	4	4	5	2	В	2	9	5	6	5	4												
ЮВ	2	9	11	6	10	9	ЮВ	2	7	12	13	10	12												
Ю	18	16	16	17	17	10	Ю	17	15	19	17	23	12												
ЮЗ	50	32	34	34	35	34	ЮЗ	35	24	29	30	28	26												
З	8	12	16	24	17	37	З	4	8	11	20	12	32												
СЗ	5	5	3	5	3	4	СЗ	5	7	3	4	4	8												

ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

Таблица 11

Суточный ход температуры воздуха (°C)

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

Таблица 12

Повторяемость (%) междусуточной изменчивости температуры воздуха в определенных пределах

Температура, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
-19,9	-18,0												0,1
-17,9	-16,0											0,1	0,1
-15,9	-14,0	0,5	0,3	0,1								0,3	0,9
-13,9	-12,0	0,7	1,0		0,1					0,1	0,3	1,0	1,2
-11,9	-10,0	2,3	1,7	0,4	0,5	0,4					0,3	1,1	1,9
-9,9	-8,0	4,8	3,4	2,1	0,8	1,0	0,5			0,3	1,4	3,3	3,1
-7,9	-6,0	6,3	5,0	5,8	1,6	2,6	1,5	0,6	0,6	0,5	1,5	5,4	6,0
-5,9	-4,0	8,5	7,6	6,7	5,6	6,0	5,7	3,1	3,4	4,7	7,6	9,9	8,7
-3,9	-2,0	13,5	15,1	13,4	11,6	11,9	11,9	11,2	12,7	12,7	17,2	14,7	12,9
-1,9	-0,1	16,8	16,7	19,1	22,7	20,6	23,9	31,4	36,0	35,9	24,4	19,2	19,4
0,0	1,9	13,5	16,1	18,6	29,7	27,7	32,1	40,4	36,2	31,0	23,5	17,6	13,6
2,0	3,9	12,4	12,0	15,3	17,9	18,9	19,3	12,8	10,1	11,9	14,7	11,5	10,4
4,0	5,9	7,9	7,2	7,6	7,1	7,2	4,8	0,5	1,0	2,4	6,6	7,1	7,3
6,0	7,9	5,1	5,8	6,4	1,8	2,8	0,3			0,4	1,7	3,8	5,4
8,0	9,9	3,5	3,7	2,6	0,5	0,6				0,1	0,5	2,4	4,0
10,0	11,9	1,9	2,0	1,2	0,1	0,3					0,3	1,4	2,3
12,0	13,9	1,3	1,3	0,6								0,4	1,8
14,0	15,9	0,9	0,7	0,1								0,7	0,7
16,0	17,9												0,1
18,0	19,9	0,1	0,1										
	≥20,0		0,3									0,1	0,1

Таблица 13

Ежедневная средняя и экстремальная температура воздуха (°C). 1959—1975 гг.

Дата	Средняя суточная					Минимальная					Максимальная				
	$t_{\text{макс}}$	год	$\bar{t}$	$t_{\text{мин}}$	год	$t_{\text{мин}}$	год	$\bar{t}$	$t_{\text{макс}}$	год	$t_{\text{макс}}$	год	$\bar{t}$	$t_{\text{мин}}$	год
Январь															
1	—0,1	1960	—16,8	—32,4	1969	—37,9	1969	—21,4	—4,1	1960	3,8	1960	—12,8	—28,1	1969
2	—3,6	1963	—18,0	—33,4	1969	—38,5	1969	—22,0	—5,6	1974	—0,4	1960	—13,7	—29,5	1969
3	—3,1	1974	—17,2	—32,9	1967	—36,7	1967	—22,8	—4,9	1968	—0,3	1971	—12,9	—27,6	1967
4	—4,0	1971	—16,8	—33,6	1967	—37,1	1967	—22,2	—8,3	1971	1,6	1966	—11,2	—29,4	1967
5	—5,3	1964	—16,7	—34,5	1967	—38,5	1959	—22,1	—8,1	1964	—1,8	1964	—12,4	—31,3	1967
6	—4,8	1975	—16,0	—33,1	1967	—35,8	1967	—20,9	—7,5	1975	—2,3	1975	—11,2	—30,4	1967
7	—3,7	1965	—16,4	—33,6	1967	—36,6	1967	—21,2	—7,2	1965	—1,9	1965	—11,4	—30,2	1967
8	—10,4	1974	—17,7	—33,7	1967	—38,3	1967	—24,3	—12,4	1974	—3,1	1973	—10,7	—28,6	1967
9	—6,0	1970	—17,4	—36,8	1961	—40,9	1961	—24,6	—12,7	1970	1,0	1975	—11,5	—31,2	1961
10	—0,3	1975	—14,0	—26,6	1961	—37,7	1961	—20,3	—2,2	1975	—0,3	1975	—12,0	—20,8	1969
11	—7,0	1962	—14,4	—26,9	1974	—32,2	1974	—20,7	—8,9	1962	—0,8	1975	—8,5	—15,6	1960
12	—5,3	1964	—14,2	—32,8	1974	—40,5	1974	—19,8	—10,2	1965	0,6	1964	—8,8	—26,3	1974

13	-3,3	1971	-16,9	-29,6	1960	-38,2	1974
14	-7,0	1975	-18,7	-34,3	1960	-38,2	1960
15	-9,2	1964	-18,0	-31,7	1966	-35,8	1966
16	-5,7	1964	-18,5	-32,6	1966	-35,8	1966
17	-3,8	1961	-17,9	-32,8	1966	-36,4	1966
18	-5,0	1961	-19,7	-31,2	1960	-37,7	1960
19	-8,1	1967	-21,1	-36,2	1960	-41,9	1960
20	-12,1	1971	-21,9	-36,5	1965	-42,2	1960
21	-6,6	1975	-21,5	-36,5	1960	-40,2	1960
22	-6,9	1970	-22,0	-33,3	1960	-38,6	1960
23	-11,5	1971	-21,1	-34,0	1969	-28,9	1960
24	-9,0	1970	-21,5	-33,6	1969	-37,4	1969
25	-6,1	1959	-19,5	-36,2	1966	-41,3	1966
26	-2,8	1959	-18,7	-36,5	1969	-40,8	1966
27	-10,8	1961	-20,1	-38,1	1969	-41,6	1966
28	-14,0	1971	-22,8	-38,3	1969	-37,0	1974
29	-6,3	1960	-21,4	-33,0	1968	-36,8	1968
30	-5,9	1960	-21,0	-34,9	1968	-40,9	1969
31	-8,2	1959	-19,6	-35,4	1969	-40,4	1972

-21,5	-7,7	1975	0,7	1971	-11,8	-26,0	1960
-23,4	-8,2	1975	-1,3	1971	-12,8	-31,3	1960
-23,4	-10,7	1975	-0,7	1971	-11,7	-23,8	1966
-23,7	-10,8	1964	-2,3	1964	-12,7	-30,3	1966
-23,3	-9,9	1970	-1,5	1961	-12,7	-28,0	1966
-25,4	-6,5	1961	-1,8	1961	-14,0	-24,1	1966
-27,2	-11,3	1974	-2,1	1967	-15,6	-33,4	1969
-27,6	-17,9	1970	-5,3	1975	-16,4	-35,4	1960
-27,0	-7,6	1975	-3,6	1967	-16,2	-31,3	1960
-26,9	-9,6	1970	-2,5	1959	-16,7	-29,6	1968
-26,4	-16,7	1964	-3,5	1961	-14,9	-26,2	1966
-27,1	-12,4	1970	-4,3	1970	-15,4	-30,4	1969
-25,8	-14,1	1961	0,1	1959	-14,4	-32,8	1966
-24,6	-7,7	1959	0,9	1959	-13,1	-32,9	1969
-25,3	-16,3	1961	-3,7	1959	-14,2	-35,1	1969
-27,6	-18,1	1971	-6,6	1961	-16,8	-29,0	1974
-27,2	-16,3	1966	-1,9	1966	-15,5	-29,0	1974
-27,1	-8,2	1960	-3,0	1960	-15,5	-31,7	1969
-25,2	-14,0	1965	0,1	1960	-13,3	-31,1	1969

Дата	Средняя суточная					Минимальная					Максимальная				
	$t_{\text{макс}}$	год	$\bar{t}$	$t_{\text{мин}}$	год	$t_{\text{мин}}$	год	$\bar{t}$	$t_{\text{макс}}$	год	$t_{\text{макс}}$	год	$\bar{t}$	$t_{\text{мин}}$	год

Июль

1	25,6	1959	19,3	14,0	1962	8,8	1969	13,2	16,8	1959	34,1	1968	26,1	18,1	1962
2	23,7	1964	18,6	13,0	1963	9,3	1970	12,9	17,2	1968	31,4	1975	27,0	17,7	1963
3	24,7	1969	18,2	11,9	1972	6,1	1960	11,8	18,0	1967	33,7	1969	25,1	15,8	1972
4	25,2	1969	18,0	11,0	1972	7,2	1960	11,8	17,5	1968	32,6	1969	24,8	19,2	1973
5	24,2	1974	19,2	11,9	1972	4,0	1972	10,9	15,2	1968	32,7	1968	26,2	19,4	1972
6	24,2	1974	20,2	14,3	1973	7,4	1972	13,3	18,7	1974	30,7	1968	26,9	22,2	1970
7	22,9	1969	19,9	14,7	1973	9,8	1973	14,4	19,5	1959	31,2	1975	25,8	21,2	1973
8	24,2	1969	20,0	15,1	1970	7,2	1966	13,2	18,8	1959	32,7	1969	26,5	21,9	1973
9	25,4	1969	20,6	17,3	1972	8,6	1973	13,3	17,3	1964	34,9	1975	27,5	23,9	1966
10	26,1	1975	20,2	12,9	1968	6,8	1965	13,3	16,5	1961	36,1	1975	27,0	19,7	1972
11	27,6	1969	20,1	13,5	1968	6,2	1968	14,0	18,8	1969	36,3	1974	20,4	19,5	1972
12	27,0	1969	20,2	13,6	1972	9,8	1968	13,8	17,2	1973	38,1	1974	26,6	16,2	1972
13	26,3	1969	20,4	14,6	1962	9,4	1966	13,8	19,2	1974	35,1	1974	27,3	18,9	1962
14	25,7	1965	20,4	16,3	1962	10,3	1963	14,5	19,9	1969	34,8	1965	27,0	21,8	1962

15	25,8	1968	19,1	13,6	1975	10,0	1966
16	24,9	1968	18,8	12,4	1975	5,6	1975
17	23,3	1969	18,4	15,2	1961	9,1	1975
18	23,8	1962	18,3	14,2	1964	8,0	1974
19	25,2	1962	19,0	13,4	1964	8,9	1961
20	22,6	1968	19,4	14,7	1964	9,9	1975
21	21,8	1965	19,6	13,6	1964	9,4	1964
22	23,9	1965	20,0	15,4	1974	7,9	1964
23	25,6	1965	19,9	14,5	1972	9,5	1960
24	24,9	1969	19,7	13,0	1971	7,0	1972
25	24,7	1964	19,9	16,3	1971	8,9	1974
26	25,0	1964	20,0	15,7	1971	9,8	1959
27	24,8	1964	20,3	11,8	1971	9,7	1971
28	23,6	1964	19,5	10,0	1971	5,7	1971
29	25,0	1962	19,2	10,9	1971	1,7	1971
30	24,1	1962	19,2	12,6	1971	6,9	1971
31	25,6	1969	19,3	14,3	1968	8,0	1971

13,8	19,4	1964	33,5	1968	25,3	20,3	1961
12,6	18,2	1962	32,1	1968	24,8	18,4	1975
13,0	18,0	1959	31,6	1969	25,1	19,4	1961
12,4	16,4	1969	32,1	1968	24,8	17,5	1972
12,5	16,8	1962	32,2	1962	25,6	20,3	1964
13,8	17,9	1962	29,1	1962	25,4	19,7	1964
13,3	17,9	1971	30,3	1975	26,0	19,0	1964
13,7	17,8	1961	31,1	1965	26,7	21,0	1970
13,6	19,3	1969	32,8	1965	26,8	19,0	1972
13,2	19,8	1969	34,5	1964	26,4	15,5	1971
13,6	18,7	1969	32,8	1964	27,0	21,7	1971
13,2	19,1	1969	33,7	1964	24,2	20,8	1971
14,0	18,6	1964	31,4	1969	26,8	17,3	1971
13,9	17,9	1964	32,2	1975	26,3	15,0	1971
12,8	18,0	1969	35,1	1974	26,2	17,9	1971
13,4	18,4	1975	33,6	1975	25,8	19,5	1971
13,0	18,1	1969	32,6	1973	26,3	21,8	1971

Таблица 14

Продолжительность τ (дни) периода со средними суточными температурами воздуха выше определенных пределов различной обеспеченности

Температура, °C	τ	Обеспеченность указанной или большей продолжительности, %						
		95	90	75	50	25	10	5
0	195	180	184	191	196	202	207	209
5	162	152	155	159	164	169	173	177
10	121	109	113	116	121	127	132	137
15	77	55	60	68	77	88	95	98

Таблица 15

Число дней со средней суточной температурой воздуха в различных пределах

Температура, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
—44,9	—40,0	0,4	0,1										0,2
—39,9	—35,0	1,6	1,2	0,1								0,03	1,5
—34,9	—30,0	4,1	3,0	0,1								0,5	2,6
—29,9	—25,0	4,3	3,6	0,9								0,8	3,7
—24,9	—20,0	6,5	5,1	2,6								2,1	4,8
—19,9	—15,0	5,8	5,2	3,9	0,1						0,1	3,5	4,9
—14,9	—10,0	4,4	5,6	6,0	0,4						0,4	5,0	6,3
—9,9	—5,0	3,4	3,4	8,1	1,6						1,8	8,1	4,9
—4,9	0,0	0,5	1,0	7,0	5,7	0,5				0,2	7,4	7,1	1,8
0,1	5,0	0,1	0,1	2,2	11,7	3,4				2,5	12,8	2,3	0,2
5,1	10,0			0,1	8,0	10,3	1,1		1,1	12,6	7,6	0,5	
10,1	15,0				2,3	10,3	7,5	1,5	7,9	12,2	0,9		
15,1	20,0				0,1	5,9	12,9	15,4	15,6	2,6			
20,1	25,0					0,5	8,0	13,0	6,1				
25,1	30,0						0,4	1,2	0,2				

Таблица 16

Число дней с минимальной температурой воздуха в различных пределах

Температура, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
-54,9	-50,0	•											•
-49,9	-45,0		0,2	•									0,1
-44,9	-40,0	2,0	1,5	0,1									1,1
-39,9	-35,0	3,8	3,3	0,3									2,8
-34,9	-30,0	5,8	4,1	1,8									4,4
-29,9	-25,0	5,9	4,9	3,0	•						•	0,4	4,9
-24,9	-20,0	5,7	5,3	4,5	0,1						•	2,7	5,2
-19,9	-15,0	4,0	4,6	5,5	0,6						0,03	3,6	5,0
-14,9	-10,0	2,5	2,9	6,8	2,1	•					0,5	4,6	4,7
-9,9	-5,0	0,9	1,2	6,1	7,3	0,03				0,03	2,2	6,5	2,2
-4,9	0,0	0,1	0,2	2,8	12,7	1,1				0,5	7,2	6,9	0,5
0,1	5,0			0,1	6,0	6,3	0,1		0,2	4,1	12,2	3,8	
5,1	10,0				1,1	12,4	3,0	•	2,1	12,0	7,8	0,5	
10,1	15,0				0,1	8,3	11,0	4,2	10,5	10,7	1,1	0,1	
15,1	20,0					2,7	12,9	17,7	14,5	2,6			
20,1	25,0					0,03	3,0	9,0	3,7	0,03			
25,1	30,0							0,1					
								0,03					

Примечание. Точка (•) означает, что абсолютный минимум ниже, чем минимальные температуры за рассматриваемый период.

Таблица 17

Число дней с максимальной температурой воздуха в различных пределах

Температура, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
-44,9	-40,0	0,04	0,1										0,04
-39,9	-35,0	0,3	0,1										0,3
-34,9	-30,0	1,0	0,8										1,5
-29,9	-25,0	2,6	1,9	0,1								0,03	2,3
-24,9	-20,0	4,9	3,5	0,5								0,5	2,8
-19,9	-15,0	6,7	4,8	1,5								0,8	4,3
-14,9	-10,0	6,5	5,8	3,2								1,9	6,7
-9,9	-5,0	5,4	5,8	5,0	0,4						0,1	3,8	7,0
-4,9	0,0	3,2	3,9	8,9	1,6						0,3	5,6	5,2
0,1	5,0	0,3	1,4	8,5	5,0	0,5					1,6	8,7	1,0
5,1	10,0		0,1	2,7	8,6	3,2	0,1			0,2	6,8	6,5	0,2
10,1	15,0			0,3	8,1	7,6	0,9			2,1	10,2	1,9	
15,1	20,0			0,2	4,6	8,8	5,4	1,9	5,7	8,8	7,8	0,3	
20,1	25,0			0,03	1,6	6,8	10,2	10,8	11,8	11,4	3,5		
25,1	30,0				0,1	3,7	9,8	13,5	9,6	6,1	0,6		
30,1	35,0					0,3	3,4	4,6	2,6	1,3	0,03		
35,1	40,0						0,2	0,2	0,2	0,1			

Таблица 18

Число дней n с температурой почвы 0°C и менее на различной глубине z
(под естественным покровом)

Месяц	$z = 40 \text{ см}$			$z = 80 \text{ см}$			$z = 160 \text{ см}$		
	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$	$\bar{n}$	$n_{\text{макс}}$	$n_{\text{мин}}$
X	0,03	1	0	0	0	0	0	0	0
XI	20	28	4	3	18	0	0	0	0
XII	31	31	31	28	31	13	1	18	0
I	31	31	31	31	31	31	17	31	0
II	28	29	28	28	29	28	28	29	10
III	31	31	29	31	31	31	31	31	31
IV	11	24	0	21	30	2	30	30	20
V	0,03	1	0	0,7	13	0	12	29	0
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сумма за зиму	152	160	138	144	162	117	118	143	61

Таблица 19

Средние даты наступления различного состояния почвы весной
и продолжительность τ периода от схода устойчивого снежного покрова
до наступления мягкопластичного состояния почвы на глубине 10—12 см

Состояние почвы	Дата			τ , дни		
	средняя	наиболее ранняя	наиболее поздняя	$\bar{\tau}$	$\tau_{\text{макс}}$	$\tau_{\text{мин}}$
Липкая	7 IV	—	22 IV 1950 г.			
Мягкопластичная	10 IV	19 III 1968 г.	8 V 1950 г.	24	43	8
Твердопластичная	13 V	28 III 1972 г.	22 VI 1966 г.			

РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ

Таблица 20

Характеристики средней месячной влажности воздуха в различные часы суток

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

Абсолютная влажность (гПа)

1	1,1	1,3	2,3	4,6	7,1	11,9	15,2	13,5	8,8	5,0	2,5	1,6	6,2
7	1,0	1,2	2,1	4,6	7,3	12,3	15,6	13,5	8,7	4,9	2,5	1,5	6,3
13	1,4	1,8	2,8	4,4	6,7	11,6	15,1	13,3	9,2	5,1	2,7	1,8	6,3
19	1,2	1,5	2,8	4,7	7,2	12,3	16,0	14,1	9,7	5,3	2,5	1,5	6,6

Относительная влажность (%)

1	80	80	80	75	71	81	85	87	86	82	77	79	80
7	80	81	81	74	66	72	80	83	86	84	80	79	79
13	76	71	61	43	39	47	52	52	54	53	68	75	60
19	79	78	72	54	47	54	61	64	71	70	77	78	67

Дефицит насыщения (гПа)

1	0,3	0,3	0,6	1,6	2,9	3,1	2,8	2,2	1,5	1,3	0,8	0,4	1,5
7	0,3	0,3	0,6	1,7	4,0	4,9	4,3	2,8	1,4	1,1	0,7	0,4	1,9
13	0,5	0,8	2,1	7,0	12,0	15,0	15,3	13,3	8,5	5,0	1,5	0,7	6,8
19	0,3	0,5	1,3	4,6	9,4	12,0	11,3	9,0	4,3	2,6	0,9	0,5	4,7

Таблица 21

Повторяемость (%) различных значений относительной влажности воздуха в 13 ч

Относи- тельная влажность		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
0	9			0,2									
10	19			0,2	4,5	8,4	1,2						
20	29			1,7	15,4	25,9	11,9	4,3	3,0	1,5	3,5	0,2	0,4
30	39		0,2	1,6	6,4	29,5	24,7	17,2	19,0	11,6	16,3	5,3	0,7
40	49	1,2	2,4	12,2	21,2	17,2	24,4	26,3	26,8	29,1	26,5	10,6	2,2
50	59	5,9	14,2	23,7	14,2	9,5	15,4	25,4	23,9	28,8	24,7	16,8	6,9
60	69	21,4	27,7	28,4	6,8	7,0	8,0	13,1	13,8	17,3	14,0	20,0	17,2
70	79	37,6	31,4	20,0	4,8	4,5	6,1	7,7	6,6	6,1	6,9	20,1	37,8
80	89	28,3	17,7	5,9	2,4	2,0	5,3	4,4	3,9	3,6	4,5	16,2	24,3
90	100	5,6	4,8	1,3	1,2	0,8	2,3	1,6	3,0	1,7	3,1	10,8	10,5

Таблица 22

Число дней с осадками 0,1 мм и более. 1950—1978 гг.

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Среднее	7,0	6,1	4,5	5,4	9,6	12,3	13,0	13,2	10,2	7,8	6,6	7,6	103,3
Максимальное	13	15	9	10	20	21	20	21	16	16	13	15	155
Год	1977	1957	1957	1950	1950	1967	1952	1951	1974	1950	1967	1966	1950
Минимальное	2	1	и др.	1	1	6	6	6	и др.	и др.	и др.	и др.	и др.
Год	1952	1964	и др.	1972	1953	1963	1960	1969	1968	1978	1959	1958	1970
													85
													1959

Таблица 23

Повторяемость осадков различной продолжительности. 1936—1960 гг.

Продолжительность, ч	Обложные		Ливневые	
	число случаев	%	число случаев	%
< 6	1209	68,58	602	88,14
6—12	347	19,68	74	10,83
12,1—18	122	6,92	4	0,59
18,1—24	41	2,33	3	0,44
24,1—30	18	1,02		
30,1—36	11	0,62		
36,1—42	8	0,45		
42,1—48	5	0,28		
48,1—54	1	0,06		
54,1—60	1	0,06		
Сумма	1763	100	683	100

Таблица 24

Характеристика числа полусуток n с различным количеством осадков за год. 1959—1965 гг.

Количество осадков, мм	$n_{\text{наиб}}$	Год	$\bar{n}$	σ	$n_{\text{наим}}$	Год
------------------------	-------------------	-----	-----------	----------	-------------------	-----

Жидкие осадки

≤ 2,9	26	1964	19,6	5,0	14	1959
3,0—8,0	11	1959	8,4	2,3	6	1965

Количество осадков, мм	$n_{\text{наиб}}$	Год	$\bar{h}$	σ	$n_{\text{наим}}$	Год
---------------------------	-------------------	-----	-----------	----------	-------------------	-----

Твердые осадки

< 4,9	27	1960	17,6	4,4	12	1962
≥ 5,0	1	1959	1,0	0,0	1	1965

Смешанные осадки

5,0	4	1960	2,0	1,1	1	1962
-----	---	------	-----	-----	---	------

РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Таблица 25

Повторяемость (%) туманов в различное время суток

Месяц	Время, ч							
	0—3	3—6	6—9	9—12	12—15	15—18	18—21	21—24
I	7,2	9,3	46,4	9,3	2,1	5,1	6,2	14,4
II	1,3	23,1	43,6	7,7		1,3	12,8	10,2
III	17,1	37,1	34,3				2,9	8,6
IV		50,0	50,0					
V	33,3	33,3	33,4					
VI	30,0	60,0	10,0					
VII	13,6	77,3	9,1					
VIII	6,1	66,6	21,2					6,1
IX	28,3	45,6	26,1					
X	10,3	34,5	37,9	3,5	3,5			10,3
XI	15,1	16,7	28,8	7,6	1,5	7,6	10,6	12,1
XII	11,0	11,0	39,0	9,0	2,0	5,0	13,0	10,0
Год	11,6	26,9	35,3	5,7	1,1	3,1	7,1	9,2
X—III	9,4	17,8	39,5	7,4	1,5	3,9	9,1	11,4
IV—IX	19,3	58,0	21,0					1,7

КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛИМАТА

Таблица 26

Повторяемость (%) различных сочетаний температуры воздуха и направления ветра

Температура, °С		Направление ветра								
от	до	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
Январь										
-49,9	-45,0									0,0
-44,9	-40,0	0,0	0,0				0,1			1,2
-39,9	-35,0	0,3		0,0	0,2	0,5	0,6	0,1	0,1	5,5
-34,9	-30,0	1,0	0,1	0,1	0,2	0,9	0,8	0,4	0,5	8,6
-29,9	-25,0	1,4	1,0	0,1	0,3	0,7	0,8	0,6	1,1	10,7
-24,9	-20,0	2,0	0,2	0,0	0,4	0,7	1,0	0,6	1,0	12,4
-19,9	-15,0	1,9	0,1	0,3	1,0	0,9	1,8	0,9	1,2	9,0
-14,9	-10,0	1,6	0,2	0,2	0,7	1,4	4,2	1,4	0,6	5,3
-9,9	-5,0	0,4	0,0	0,1	0,2	1,4	4,5	0,8	0,1	1,4
-4,9	-0,0	0,1		0,0	0,1	0,5	1,4	0,3	0,0	0,2
-0,0	4,9				0,0	0,2	0,2	0,0		
Сумма		8,7	0,7	0,8	3,1	7,2	15,4	5,2	4,6	54,3
Июль										
-0,0	4,9						0,0			
5,0	9,9	0,1				0,0			0,1	0,3
10,0	14,9	2,1	0,4	0,2	0,7	1,6	1,6	1,3	0,5	7,2
15,0	19,9	7,0	1,1	1,1	1,8	4,8	5,2	3,0	2,5	14,0
20,0	24,9	6,6	2,6	2,1	1,9	2,9	3,5	2,0	1,4	4,4
25,0	29,9	4,3	2,0	1,2	1,1	1,5	1,2	0,8	0,5	2,0
30,0	34,9	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,0		0,3
35,0	39,9							0,0		
Сумма		20,4	6,3	4,7	5,7	10,9	11,7	7,1	5,0	28,2

Таблица 27

Повторяемость (%) различных сочетаний температуры воздуха и скорости ветра

Температура, °С		Скорость ветра						
от	до	0-1	2-3	4-6	7-10	11-15	16-19	≥20
Январь								
-45,9	-44,0	0,1						
-43,9	-42,0	0,3						
-41,9	-40,0	0,8						
-39,9	-38,0	1,6	0,1					
-37,9	-36,0	3,3	0,2					

Температура, °С		Скорость ветра						
от	до	0—1	2—3	4—6	7—10	11—15	16—19	≥20
—35,9	—34,0	3,4	0,3	0,03				
—33,9	—32,0	4,7	0,5					
—31,9	—30,0	5,2	0,6	0,1				
—29,9	—28,0	5,2	0,5	0,1	0,1			
—27,9	—26,0	5,1	0,7	0,1	0,03			
—25,9	—24,0	6,0	0,6	0,3	0,1	0,03		
—23,9	—22,0	6,3	0,7	0,3	0,03			
—21,9	—20,0	6,2	1,2	0,4	0,1			
—19,9	—18,0	5,2	1,0	0,4	0,5	0,1		
—17,9	—16,0	4,9	1,1	0,8	0,3	0,1	0,03	0,03
—15,9	—14,0	3,2	1,5	0,7	0,4	0,2	0,1	
—13,9	—12,0	3,4	0,9	0,6	0,8	0,4	0,03	
—11,9	—10,0	2,3	0,9	0,8	1,4	0,5	0,1	
—9,9	—8,0	1,2	0,8	0,7	0,8	0,4	0,1	
—7,9	—6,0	0,4	0,5	0,7	1,2	0,3	0,1	
—5,9	—4,0	0,4	0,1	0,5	0,9	0,5	0,3	
—3,9	—2,0	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1	0,1	
—1,9	—0,1			0,1	0,1	0,03	0,1	0,03
0,0	1,9			0,1	0,1	0,1	0,1	
2,0	3,9				0,1			0,03
Сумма		69,3	12,4	6,9	7,4	2,8	1,1	0,1

Июль

2,0	3,9	0,03						
4,0	5,9							
6,0	7,9							
8,0	9,9	0,4	0,1			0,03		
10,0	11,9	1,5	0,6	0,1				
12,0	13,9	4,4	1,6	0,8	0,2	0,03	0,03	
14,0	15,9	7,8	2,9	2,5	0,9		0,03	
16,0	17,9	9,0	4,5	2,9	0,7	0,1	0,03	
18,0	19,9	7,0	4,7	2,7	0,9	0,1	0,1	0,03
20,0	21,9	4,2	4,1	3,1	1,0	0,1	0,03	0,03
22,0	23,9	3,3	3,2	2,9	0,8	0,1	0,03	
24,0	25,9	3,0	3,2	2,5	0,8			
26,0	27,9	1,8	2,3	1,7	0,5	0,03		
28,0	29,9	0,8	1,3	0,8	0,3			
30,0	31,9	0,4	0,5	0,1	0,03	•		
32,0	33,9	0,1	0,3					
34,0	35,9		0,03					
Сумма		43,7	29,3	20,1	6,1	0,5	0,2	0,1

Таблица 28

Повторяемость (%) различных сочетаний температуры воздуха, скорости ветра по градациям при разных условиях облачности в 13 ч

Температура, °С		Скорость ветра, м/с															
от	до	0—1		2—3		4—6		7—10		11—15		16—20					
		Нижняя облачность, баллы															
		0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	

Январь

—39,9	—38,0	0,3															
—37,9	—36,0	1,0			0,1												
—35,9	—34,0	1,4															
—33,9	—32,0	2,3			0,4												
—31,9	—30,0	3,6			0,3												
—29,9	—28,0	4,5		0,3	0,2		0,2			0,1							
—27,9	—26,0	4,9			0,8												
—25,9	—24,0	5,4		0,4	0,4		0,2			0,4							
—23,9	—22,0	6,1	0,1	0,2	0,6		0,1			0,2							
—21,9	—20,0	6,4		0,5	1,6		0,3			0,2							
—19,9	—18,0	4,9	0,1	0,9	1,4		0,1			0,3							
—17,9	—16,0	5,4	0,2	1,0	1,2		0,2		0,2	0,4							
—15,9	—14,0	4,4	0,1	0,5	1,4	0,1	0,5		0,1	0,1		0,3					
—13,9	—12,0	3,2	0,3	1,2	0,6		0,8	0,2		0,5		0,4			0,1		
—11,9	—10,0	4,0	0,3	0,4	0,5		0,8		0,2	0,7		0,4			0,2		
—9,9	—8,0	1,3		0,4	0,8		0,1		0,5	0,6		0,3			0,3		
—7,9	—6,0	0,7	0,1		0,5					1,0	0,3	0,4		0,1	0,1	0,3	0,1
—5,9	—4,0	0,8	0,1				0,2	0,9		0,9	0,1	0,1		0,4		0,4	

10*

Температура, °C		Скорость ветра, м/с																	
от	до	0—1			2—3			4—6			7—10			11—15			16—20		
		Нижняя облачность, баллы																	
		0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10
—3,9	—2,0	0,3			0,4			0,4			0,5			0,4			0,1		0,1
—1,9	—0,1							0,1	0,2		0,3			0,1		0,2	0,1		
0,0	1,9							0,2			0,1						0,1	0,2	
2,0	3,9												0,1				0,1	0,1	
Сумма		60,9	1,3	5,8	11,2	0,1	0,6	6,1	0,4	1,0	6,3	0,4	1,3	2,6	0,1	0,4	0,9	0,5	0,1

Июль

147

12,0	13,9							0,1		0,1									0,1
14,0	15,9		0,3	0,1		0,2	0,3			0,4			0,3						0,2
16,0	17,9	0,1	0,1	0,5	0,3	0,4	0,9		0,7	1,7	0,1	0,1	0,5		0,1				0,1
18,0	19,9	0,3	1,0	0,4	0,4	2,2	1,2	0,1	1,3	0,6		0,4	0,9						
20,0	21,9	0,1	1,0	1,2	1,7	3,0	0,9	1,1	2,4	0,9	0,2	1,2	0,7		0,3	0,1			
22,0	23,9	1,4	2,7	0,5	1,6	3,0	1,4	1,9	3,6	0,9		1,1	0,7		0,4		0,2		
24,0	25,9	2,3	2,8	0,4	3,7	3,2	0,4	2,6	2,5	0,5	0,8	1,3	0,2						
26,0	27,9	2,1	1,3		3,0	2,5	0,1	2,3	2,0	0,2	0,4	0,4	0,5						
28,0	29,9	1,7	0,3		2,8	0,6		2,2	0,5	0,1	0,4	0,4							
30,0	31,9	0,7	0,4		1,5			0,4			0,1								
32,0	33,9	0,5			0,9	0,2													
34,0	35,9				0,1														
Сумма		9,2	9,9	3,1	16,0	15,3	5,2	10,7	13,0	5,4	2,0	4,9	3,8		0,8	0,1		0,2	0,4

Таблица 29

Повторяемость (%) различных сочетаний температуры и относительной влажности воздуха

Относительная влажность, %		Температура воздуха, °С												Повто- ряемость, %	Обеспе- ченность, %
от	до	—49,9 . . . —45,0	—44,9 . . . —40,0	—39,9 . . . —35,0	—34,9 . . . —30,0	—29,9 . . . —25,0	—24,9 . . . —20,0	—19,9 . . . —15,0	—14,9 . . . —10,0	—0,9 . . . —5,0	—4,9 . . . —0,0	0,0 . . . 4,9	5,0 . . . 9,9		

Январь

100	90				0,0	0,6	1,9	2,7	2,7	0,4	0,1	0,1		8,5	8,5
89	80		0,0	1,7	3,7	8,5	11,1	7,9	4,1	1,2	0,4	0,0		38,6	47,1
79	70	0,0	1,1	5,1	7,7	5,9	4,4	4,2	4,4	2,4	0,8	0,2		36,2	83,3
69	60			0,6	0,7	0,9	1,0	1,7	3,3	3,5	1,0	0,1		12,8	96,1
59	50					0,1	0,0	0,6	1,1	1,0	0,7	0,0		3,5	99,6
49	40								0,1	0,1	0,1	0,1		0,4	100
39	30														
≤20															
Повторяемость, %		0,0	1,1	7,4	12,1	16,0	18,4	17,1	15,7	8,6	3,1	0,5		100	
Обеспеченность, %		0,0	1,1	8,5	20,6	36,6	55,0	72,1	87,8	96,4	99,5	100			

Относительная влажность, %		Температура воздуха, °С								Повторяемость, %	Обеспеченность, %
от	до	0,0—4,9	5,0—9,9	10,0—14,9	15,0—19,9	20,0—24,9	25,0—29,9	30,0—34,9	35,0—39,9		

Июль

100	90		0,2	6,2	9,0	0,2				15,6	15,6
89	80		0,2	5,9	12,8	1,9				20,8	36,4
79	70		0,1	2,4	10,4	4,7	0,1			17,7	54,1
69	60	0,03		1,0	4,9	6,2	1,8			13,9	68,0
59	50			0,2	2,4	7,2	3,9	0,0		13,7	81,7
49	40			0,0	0,9	4,7	5,0	0,4		11,0	92,7
39	30				0,1	2,0	3,2	0,7		6,0	98,7
≤29						0,3	0,7	0,3	0,03	1,3	100
Повторяемость, %		0,03	0,5	15,7	40,5	27,2	14,7	1,4	0,03	100	
Обеспеченность, %		0,0	0,5	16,2	56,7	83,9	98,6	100	100		

ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОГО КЛИМАТА

Таблица 30

Описание точек микроклиматических наблюдений

Номер пункта, станции	Характеристика местоположения
1	Центральная часть города, Первомайская площадь, озеленение слабое
2	Центр города с хорошим озеленением и смешанным типом застройки. Пост расположен в сквере
3	Западный район города. Открытая местность. Подстилающая поверхность — галька, песок
4	Юго-западная часть города старой застройки. Место открытое, деревья редкие, трава
5	Южная окраинная часть города с домами частного сектора. Хорошо освещается солнцем. Деревья одиночные
6	Юго-восточная часть города с деревянными одноэтажными домами, озеленена
7	Юго-восточная окраина города старой застройки с обильной зеленью
8	Восточная часть старой застройки с хорошим озеленением и тенью
9	Северная часть города. Пост расположен на пустыре без растительности
10	Северная окраинная часть города современной жилой застройки (4-й микрорайон). Зелени нет
11	Центр города с кирпичными многоэтажными домами, хорошо озелененный
I	Абакан (Калипино), расположен на ровном степном участке к северо-западу от г. Абакана
II	Хакасская, расположена севернее г. Абакана и находится в 7 км от метеорологической площадки Абакана

Таблица 31

Микроклиматические сведения на точках

Н, м	Температура, °С				Влажность, %				Скорость ветра, м/с			
	число			средняя	число			средняя	число			средняя
	16	17	18		16	17	18		16	17	18	
Точка 1												
1,5	23,0	21,8	23,6	23,8	50	50	44	48	1,0	1,4	1,2	1,2
0,5	23,4	22,2	23,9	23,2	48	56	45	50				
Точка 2												
1,5	23,6	22,1	24,3	23,3	49	53	42	46	1,1	1,7	1,7	1,5
0,5	24,9	23,0	25,2	24,4	48	64	53	55				
Точка 3												
1,5	23,8	22,0	24,3	23,4	47	57	49	51	0,9	1,2	1,2	1,1
0,5	24,3	22,2	24,5	23,7	52	63	52	56				
Точка 4												
1,5	24,1	22,0	24,6	23,8	63	68	64	65	1,2	1,4	1,4	1,3
0,5	24,6	22,7	25,3	24,2	46	59	56	54				
Точка 5												
1,5	23,9	22,6	24,6	23,7	52	68	67	62	0,9	1,2	1,2	1,1
0,5	24,2	23,0	25,1	24,1	71	71	76	73				
Точка 6												
1,5	23,7	22,4	24,7	23,6	53	60	51	55	0,9	1,2	0,8	1,0
0,5	24,9	23,0	25,2	24,4	51	64	56	57				
Точка 7												
1,5	23,1	21,8	24,5	23,1	44	49	44	46	0,6	1,0	1,1	0,9
0,5	23,9	22,6	24,9	23,8	48	50	50	49				
Точка 8												
1,5	24,0	22,3	24,0	23,4	47	50	43	47	0,4	0,8	1,0	0,7
0,5	24,6	22,8	24,6	24,0	42	54	41	46				
Точка 9												
1,5	22,9	21,6	22,4	22,3	58	64	48	57	0,4	0,4	0,2	0,3
0,5	22,6	21,3	23,2	22,4	60	59	49	56				
Точка 10												
1,5	23,7	22,0	24,1	23,3	40	48	41	43	0,7	1,0	1,2	0,9
0,5	24,1	22,6	24,4	23,7	53	56	48	52				
Точка 11												
1,5	23,0	21,6	24,1	22,9	58	66	59	61	0,3	0,3	0,6	0,4
0,5	23,6	22,2	24,9	23,6	64	71	57	64				
Точка 12												
1,5	23,4	21,8	23,5	22,9	70	74	72	72	0,6	0,4	0,5	0,5
0,5	23,6	22,2	23,9	23,2	67	72	69	69				
Точка 13												
1,5	22,8	21,8	23,3	22,6	42	50	46	46	1,3	1,2	1,8	1,4
0,5	23,7	22,1	24,6	23,5	43	57	48	49				
Точка 14												
1,5	23,2	21,5	22,8	22,5	56	68	63	62	1,7	1,9	2,2	1,9
0,5	23,5	21,8	23,2	22,8	54	66	58	59				

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ВВЕДЕНИЕ	4
1.1. Историческая справка и физико-географические условия	—
1.2. Краткая история развития метеорологических наблюдений	7
2. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ	9
2.1. Продолжительность солнечного сияния	—
2.2. Радиационный баланс и его составляющие	12
2.3. Радиационный режим вертикальных поверхностей	17
2.4. Естественная освещенность	21
3. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ	23
3.1. Атмосферное давление	29
3.2. Ветер	30
3.3. Режим скоростей ветра в пограничном слое атмосферы	35
4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ	38
4.1. Температура воздуха	—
4.2. Температура почвы	43
5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ	47
5.1. Влажность воздуха	—
5.2. Атмосферные осадки	49
5.3. Снежный покров	57
6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ	61
6.1. Облачность	—
6.2. Атмосферные явления	66
7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ ГОДА	82
7.1. Зима	—
7.2. Весна	88
7.3. Лето	90
7.4. Осень	93
8. КОМПЛЕКСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛИМАТА	97
9. ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОГО КЛИМАТА	100
9.1. Мезо- и микроклиматические особенности города и его окрестностей	—
9.2. Микроклиматические особенности различных типов застройки	104
9.3. Краткая характеристика оценки условий произрастания растительности в городской и пригородной зонах	109
10. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДА	113
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	120
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	123
ПРИЛОЖЕНИЕ. ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ	125