ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
им. В. А. БУГАЕВА

КЛИМАТ Нукуса

Под редакцией
д-ра геогр. наук, проф. Б. А. АЙЗЕНШТАТА,
канд. геогр. наук В. Н. БАБИЧЕНКО,
канд. геогр. наук Г. Н. ЛЕУХИНОЙ

ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ ЛЕНИНГРАД
1986

© 551.58
К 79

УДК 551.582.1 (575.172-20)

В книге рассматриваются основные метеорологические величины, их комплексные и вероятностные характеристики, метеорологические воздействия и нагрузки на жилые здания и промышленные сооружения.

Анализируется микроклимат города, дана оценка теплового режима человека, приводятся суточные и годовые изменения показателей биоклимата.

Книга рассчитана на климатологов, географов, специалистов различных отраслей городского хозяйства, работников медицины.

327378

Ленинградский
Гидрометеорологический ин-т
БИБЛИОТЕКА
Л-т К-196, Ма...

К $\frac{1903040000\text{-}159}{069(02)\text{-}86}$ 13-86(1)

© Среднеазиатский региональный научно-исследовательский институт им. В. А. Бугаева (САНИИ), 1986 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В последние годы уделяется большое внимание проблеме трансформации климата в крупных городах, в которых естественные процессы нагревания и увлажнения воздуха, а также ветровой режим могут заметно изменяться под влиянием деятельности человека и структуры самого города. Новые приемы застройки с тенденцией увеличения этажности зданий, рост городского населения, развитие промышленности и транспорта оказывают существенное влияние на мезо- и микроклимат городов. Большие урбанизированные площади приводят к формированию особого климата — городского. На территории города формируются различные искусственные ландшафты, существенно отличающиеся от естественной среды [1, 27].

При изучении климата в аридной зоне Средней Азии наиболее важной проблемой является разносторонняя оценка жаркого периода, когда создается обстановка теплового дискомфорта.

В климатическом описании Нукуса приведена подробная характеристика основных метеорологических величин, в том числе и радиационных потоков, поступающих на естественные поверхности и на стены зданий. Даются комплексные климатические показатели метеорологических нагрузок, описывается их воздействие на жилые здания и промышленные сооружения.

Подробно рассматриваются биоклимат города, суточные и годовые изменения показателей тепловой нагрузки на организм, оценивается тепловой режим человека при работе в первую и вторую рабочие смены на открытом воздухе, уделено внимание микроклиматическим особенностям городских ландшафтов.

Табличный материал, помещенный в книге, представлен средними и экстремальными значениями, приведены данные о повторяемости и обеспеченности метеорологических величин. Эти показатели дают возможность выявить редко наблюдаемые явления, имеющие тем не менее существенное значение для характеристики климата.

Новой информацией являются комплексные характеристики, представленные в виде таблиц повторяемости различных сочетаний метеорологических величин (например, температура и влажность, температура и ветер, ветер и осадки и т. д.). С их помощью можно получить показатели, необходимые для расчета систем отопления, вентиляции, теплоотдачи зданий и т. д.

Описание климата Нукуса подготовлено в лаборатории прикладной климатологии Среднеазиатского регионального научно-исследовательского института Б. А. Айзенштатом и Г. Н. Леухиной (предисловие), Г. Н. Леухиной (главы 1, 2, 5), А. Б. Однолько (главы 4, 6), Г. Н. Леухиной и О. Н. Суздальцевой (главы 3, 7), Б. А. Айзенштатом (глава 8), Б. А. Айзенштатом и Л. П. Лукиной (глава 9), Э. Х. Аминовым (глава 7, «Осадки и ветер»).

В подготовке табличного материала принимали участие О. П. Головлева, Л. Н. Коваленко, Т. В. Панарина, Т. Е. Солодкова.

Научно-методическое рецензирование проведено в УкрНИИ канд. геогр. наук В. Н. Бабиченко и С. Ф. Рудышиной.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Физико-географические условия местоположения города и его окрестностей

Нукус — столица Каракалпакской Автономной Советской Социалистической Республики. Город расположен в низовьях Амударьи, на ее правом берегу, на высоте 74 м над ур. м. (рис. 1).

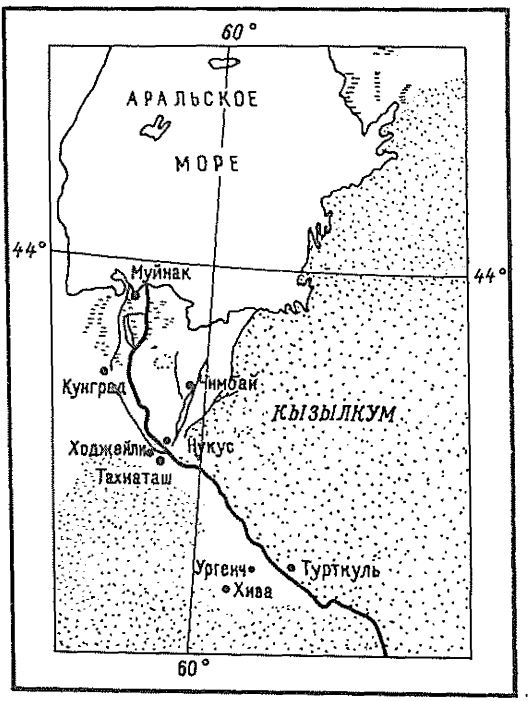

Рис. 1. Географическое положение Нукуса.

Рельеф города в целом равнинный, но прослеживается небольшой уклон к северу. Почвы суглинистые и песчаные, грунтовые воды залегают на глубине 4—5 м.

С востока к городу вплотную подступают пески Кызылкум. В 60 км к юго-востоку от города расположены горы Султануиздаг с наибольшей отметкой 473 м, они оживляют однообразность ландшафта пустыни. К югу и юго-западу от города простираются пески Заунгузских Каракумов, на западе — обширное плато Устюрт.

Пригородная территория Нукуса отведена под сельскохозяйственные угодья колхозов и совхозов, которые обеспечивают население города продуктами сельского хозяйства.

Нукус основан как город в 1932 г. на месте аула Нукус, возникшего в 60-х годах XIX в. В 1939 г. Нукус становится столицей автономной республики.

Город имеет удобные транспортные связи — водный путь по Амударье и каналу Кызкеткен, автомобильные дороги связывают его почти со всеми районами республики; с ближайшей железнодорожной станцией Ходжейли осуществляется паромная связь через Амударью.

Нукус — ведущий индустриальный центр республики. Его промышленность представлена заводами по ремонту сельскохозяйственных и дорожных машин, комбинатом крупнопанельного домостроения, предприятиями по производству строительных материалов, мебельной, швейной и макаронной фабриками, полиграфическим и комбикормовым комбинатами, мясокомбинатом и рядом других предприятий легкой и пищевой промышленности. Предприятия Нукуса дают свыше 15 % валовой продукции Каракалпакии. Дальнейшему индустриальному развитию будет способствовать ввод Тахиаташского гидроузла.

Строительство Нукуса велось по разработанным в 1936 и 1965 гг. генеральным планам, предусматривающим его территориальное и экономическое развитие. Город застроен в основном одноэтажными зданиями с прямоугольной планировкой улиц. Общественный центр Нукуса сложился по ул. К. Маркса. Здесь расположены административные и общественные здания, магазины.

В последние годы в южной и юго-восточной части города появились жилые массивы четырехэтажной застройки. В дальнейшем одноэтажные строения будут постепенно заменены многоэтажными зданиями. Группы жилых кварталов между магистральными улицами включат в себя небольшие парки со спортивными площадками и водоемами.

С начала строительства города большое внимание уделялось озеленению территории. Вокруг города создана полоса зеленых насаждений для защиты от песчаных бурь, разбит городской парк (рис. 2), сады и скверы. В видовом составе зеленых насаждений преобладает гледичия, листья которой очень интенсивно испаряют влагу и тем самым непрерывно выкачивают из-под земли грунтовые воды, а корневая система укрепляет почву. В настоящее время территория города озеленена еще недостаточно. Древесные посадки из-за высокого уровня грунтовых вод и значительной засоленности почвы не могут нормально развиваться. Видовой состав беден, это в основном тополя, тал, фруктовые деревья. В будущем предполагается, что парки, сады и скверы будут занимать площадь около 300 га.

Намечено также благоустройство и озеленение набережных протекающего в городе канала Кызкеткен, создание единой системы обводнения города, которая будет включать в себя устройство бассейнов и фонтанов на территории парков и микрорайонов.

Нукус является научным и культурным центром республики. В городе имеются Государственный университет им. Т. Г. Шевченко, педагогический институт, сельскохозяйственный и гидротехнический техникумы, медицинское училище, торговая школа и некоторые другие средние специальные учебные заведения.

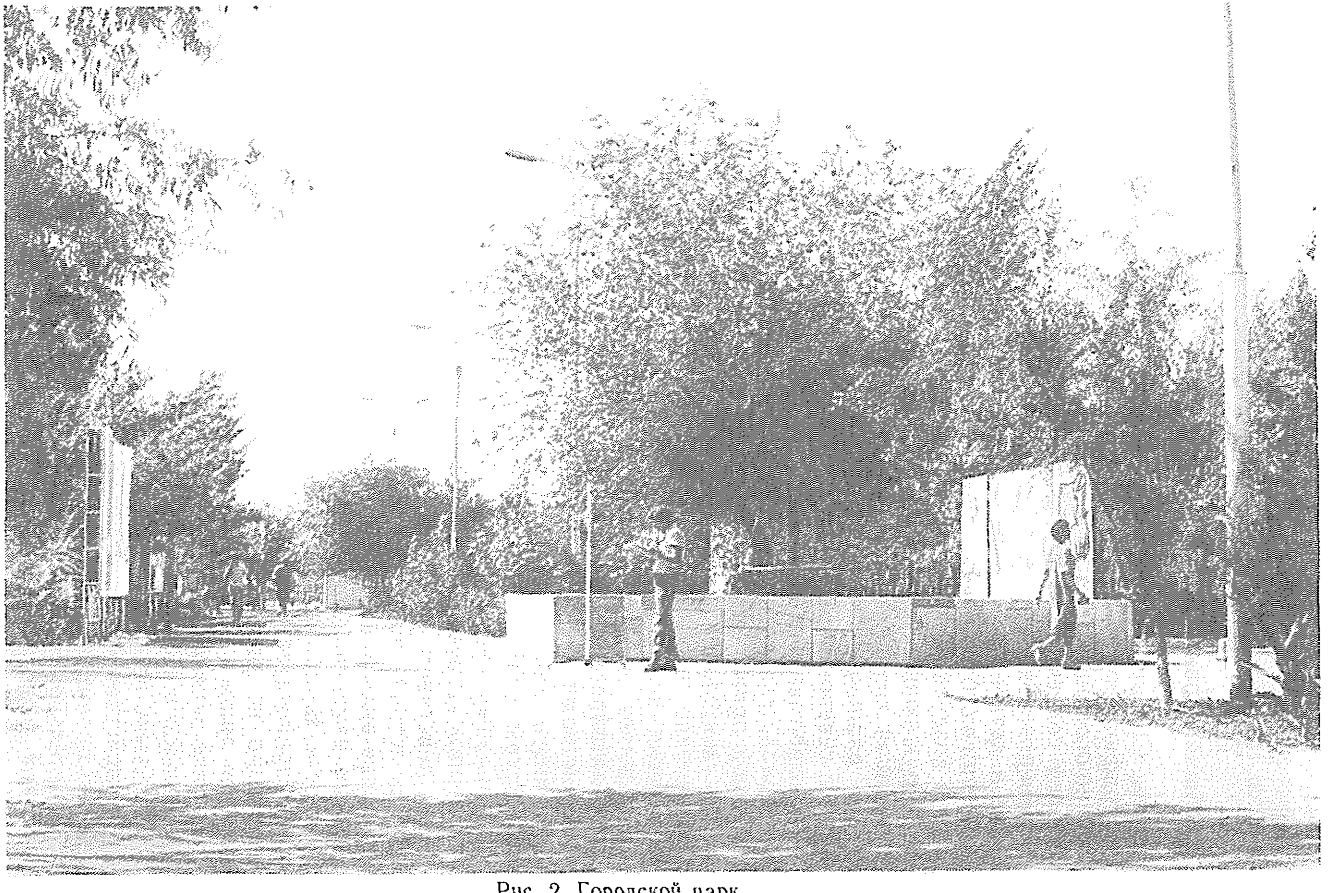

Рис. 2. Городской парк.

В Нукусе действуют музыкально-драматический театр им. К. С. Станиславского, филармония, Историко-краеведческий музей и Музей искусств Каракалпакской АССР.

1.2. Общая характеристика климата

Равнины Средней Азии представляют собой довольно однородную в орографическом и климатическом отношении территорию. Климатические особенности формируются под воздействием трех основных факторов: солнечной радиации, циркуляции атмосферы и подстилающей поверхности. Значительное количество солнечной энергии, получаемое в летнее время территорией Средней Азии в результате ее положения в субтропических широтах, вызывает сильное прогревание почвы и воздуха. Обширные безводные пустыни Каракум и Кызылкум, окружающие Хорезмский оазис, являются огромным очагом интенсивной трансформации воздушных масс, свободно поступающих на равнинную часть территории с запада, северо-запада и иногда с северо-востока [14, 42].

Трансформационные процессы наиболее активно протекают в теплый период, для которого характерно преобладание ясной погоды и большой приток к деятельной поверхности радиационного тепла. Сухость деятельной поверхности пустынь приводит к тому, что радиационное тепло не затрачивается на процессы испарения и практически полностью отдается приземному слою воздуха, что и определяет высокий термический уровень этой территории. В рассматриваемый период над сильно нагретыми пустынными пространствами Туранской низменности образуется область слабо пониженного давления (термическая депрессия). Экстремальные температуры воздуха в период развития термической депрессии в центральных пустынных районах достигают 45—49 °С. Поверхность почвы нагревается до 70 °С и выше.

Под действием интенсивной трансформации атмосферные процессы в летний период над равнинной частью рассматриваемой территории выражены слабо. Их действие проявляется лишь в малозаметных изменениях температуры и образовании незначительной облачности. Влажные воздушные массы, поступающие из умеренных широт, проносятся над сильно нагретой поверхностью пустынь, совершенно не давая дождя. Выпадение осадков в этот период возможно лишь в высокогорных районах Средней Азии.

В конце теплого периода поступление радиационного тепла заметно снижается. Охлажденная, а иногда покрытая снегом поверхность пустынь не может уже оказывать сильного трансформационного воздействия на приходящие холодные воздушные массы, и они свободно проникают в самые южные районы Средней Азии.

Значительная изменчивость температуры воздуха от зимы к лету, а в летний период в течение суток является одним из главных проявлений резкой континентальности климата.

Равнинная территория, бóльшую часть которой занимают пустыни и полупустыни, не обладает такими запасами воды, которые могли бы

обеспечить ее достаточным количеством осадков. Осадками ее снабжают влажные воздушные массы, формирующиеся над Атлантическим океаном. В общем воздушном потоке с запада на восток эти воздушные массы поступают прогретыми и высушенными на своем пути над континентом. Над равнинной частью осадков выпадает очень мало.

Отмеченные выше особенности климатического режима Средней Азии характерны в целом и для Нукуса. Однако орографические и почвенные условия низовьев Амударьи накладывают своеобразный отпечаток на метеорологический режим, свойственный равнинам Туранской низменности. Избыточно увлажненный поверхностными и подземными водами район дельты и поймы реки, а также густая ирригационная сеть в совокупности с особенностями залегания почвенных слоев Хорезмского оазиса и низовьев Амударьи сильно повышают уровень грунтовых вод. Высокие, местами выклинивающиеся на дневную поверхность подземные воды повышают влажность почвы и воздуха. Усиленное испарение с поверхности почвы в условиях непрерывного притока почвенной влаги сильно понижает температуру почвы и воздуха. Эти процессы способствуют смягчению явлений воздушной засухи. Но зимой при незначительной высоте снежного покрова или отсутствии его высокая влажность почвы усиливает охлаждение и вызывает глубокое промерзание почвы, что задерживает начало вегетации растений в весенний период.

1.3. Краткая история развития метеорологических наблюдений

В январе 1883 г. в селении Чатлы вблизи Нукуса была организована метеорологическая станция. После наводнения в январе 1941 г. станция была перенесена на 3 км к юго-востоку, в кишлак Кизкетау. В июне этого же года она была перенесена на 14—15 км к северо-востоку. В период с 1941 по 1980 г. несколько раз менялось местоположение метеоплощадки в радиусе примерно 1 км. В работе станции имеются длительные перерывы (с 1 января 1885 г. по 1 апреля 1913 г., с сентября по август 1932 г., с сентября 1933 г. по май 1936 г. и др.). С 1941 г. станция называется Нукус, АМСГ. Расположена она в нижней правобережной части р. Амударьи. Окружающая станцию местность представляет собой равнину, переходящую в восточной части в пустыню Кызылкум, в северо-восточной части преобладают заболоченные участки. В 2,5 км к западу от станции с юга на север проходит оросительный канал шириной 50—60 м. На севере, юге и западе от станции располагаются посевы хлопчатника, огородно-бахчевых культур, местами встречается дикорастущая растительность. В 6 км к западу протекает р. Амударья шириной 500—700 м. Местность между каналом и рекой занята болотами и озерами, образующимися в результате разливов р. Амударьи. К востоку от станции простирается песчаная пустыня, покрытая редкой растительностью. К северу находится соленое озеро (длина 1,5 км, ширина 500—600 м, площадь 1 км^2), за ним простирается пустыня, поросшая

редкой растительностью. Древесная растительность, представленная декоративными и фруктовыми деревьями, встречается очень редко. Почвы, окружающие станцию, суглинистые и песчаные с отдельными пятнами солончаков.

Для сравнения различий между Нукусом и его пригородами были привлечены данные станций Чимбай и Тахиаташ, расположенные соответственно к северу и югу от города (см. рис. 1).

2. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ

Лучистая энергия солнца является одним из важнейших факторов климатообразования. Количество солнечной радиации, поступающей на земную поверхность, зависит от широты места, высоты солнца, облачности и прозрачности атмосферы [35].

В Нукусе наблюдения за солнечной радиацией не проводятся, поэтому для характеристики общего радиационного и светового режима в исследуемом районе были привлечены данные ст. Тахиаташ, расположенной к югу от города примерно на расстоянии 15—20 км.

Высота солнца в рассматриваемом районе в полдень в зимние месяцы достигает 23,7°, летом — 69° (склонение солнца δ представлено на рис. 3).

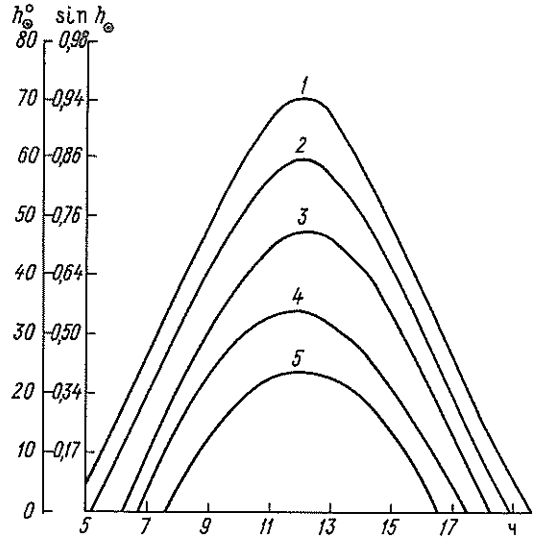

Рис. 3. Суточный ход высоты солнца.

1) δ = 23,4° (17—26 июня); *2*) δ = = 12,0° (22 апреля и 22 августа); *3*) δ = 0,1° (21 марта и 23 сентября); *4*) δ = —12,0° (17 февраля и 25 октября); *5*) δ = 23,4° (17—25 декабря).

От времени восхода и захода солнца зависит продолжительность дня. Самый ранний восход солнца наблюдается в 4 ч 23 мин, а самый поздний — в 19 ч 37 мин (рис. 4). Самая большая продолжительность дня (15 ч 14 мин) отмечается 22 июня. Наиболее поздний восход солнца приходится на 7 ч 26 мин, а наиболее ранний заход — на 16 ч 50 мин. Самый короткий день составляет 9 ч 26 мин.

Высота солнца над горизонтом определяет естественную освещенность. Продолжительность ее зависит не только от продолжительности дня, но и от периода утренних и вечерних сумерек при отрицательных высотах солнца (от 0 до —18°), когда солнце находится под горизонтом. Эти данные представляют практический интерес в связи с тем, что естественная освещенность во время сумерек

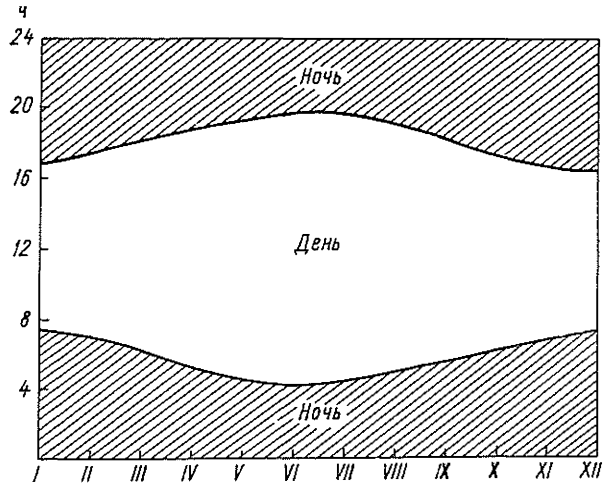

Рис. 4. Продолжительность дня и ночи.

достаточна для выполнения многих видов работ как на открытом воздухе, так и в помещении.

Проходя через толщу атмосферы, солнечные лучи претерпевают молекулярное рассеивание. Ряд составных частей атмосферы, прежде всего водяной пар и озон, обусловливает поглощение солнечной радиации. Факторы, влияющие на ослабление солнечной радиации в атмосфере, подробно рассматриваются в работе [35].

2.1. Продолжительность солнечного сияния

Продолжительность солнечного сияния определяется с помощью прибора гелиографа, на ленте которого солнечные лучи оставляют прожог (след). Продолжительность солнечного сияния зависит от облачности и закрытости горизонта. В Нукусе она изменяется в течение года от 109 ч в декабре до 384 ч в июле. Средняя годовая продолжительность составляет 2999 ч (табл. 1). Диапазон колебания между крайними значениями продолжительности солнечного сияния достигает в январе 119 ч, в июле — 89 ч.

Отношение действительной продолжительности солнечного сияния к возможной в большой степени зависит от облачности. В холодный период действительная продолжительность солнечного сияния составляет 40 % (январь) от возможной, в теплый — 86 % (август), в среднем за год это отношение равно 69 % (табл. 1).

В летний период и в начале осени дни без солнца отмечаются не ежегодно: в июле один раз в 10 лет, в сентябре три раза в 100 лет. В холодный период года дни без солнца отмечаются ежегодно (четыре—девять дней в среднем за месяц). Среднее годовое их число равно 29. В отдельные годы число дней без солнца может значительно возрастать, в декабре 1957 г. оно составило 16 (табл. 1).

Таблица 1

Месячная продолжительность τ (ч) солнечного сияния, ее отношение к возможной продолжительности τ/τ′ (%) и число дней *n* без солнца. 1952—1979 гг.

Месяц	τ	$\tau_{макс}$	Год	$\tau_{мин}$	Год	τ/τ′	*n*	$n_{макс}$	Год
I	131	168	1970	76	1965	40	7	13	1953
II	154	214	1958	83	1979	48	4	15	1964
III	188	237	1979	126	1967	52	3	7	1953
IV	230	325	1957	166	1964	62	2	5	1958
V	331	383	1957	252	1978	75	0,3	2	1972
VI	363	394	1966	324	1978	82	0	0	много лет
VII	384	427	1962	338	1970	85	0,1	2	1976
VIII	373	406	1952	328	1959	86	0	0	много лет
IX	314	338	1978	279	1963	88	0,03	1	1967
X	254	304	1955	168	1976	78	1	4	1963
XI	168	226	1954	75	1977	60	3	10	1977
XII	109	171	1954	52	1953	39	9	16	1957
Год	2999	3233	1966	2830	1959	69	29	40	1973

В табл. 1 приложения приводится суточный ход продолжительности солнечного сияния. Начало солнечного сияния в зимние месяцы (январь) отмечается в 7—8 ч, окончание — в 16—17 ч. В весенние месяцы (апрель) начало сдвигается на более ранние сроки (5—6 ч), а конец — на более поздние (18—19 ч). Летом (июль) запись начала солнечного сияния приходится на 4—5 ч, конца — на 19—20 ч. Осенью (октябрь) время начала записи приходится на 6—7 ч, конца — на 17—18 ч.

В течение суток наибольшая продолжительность солнечного сияния в зимние месяцы отмечается в период с 11 до 15 ч и составляет в среднем 17,0—17,9 ч в месяц. В весенний период ее значения возрастают до 20,1—21,9 ч и наблюдаются в период с 8—9 до 14—15 ч.

Летом наибольшая продолжительность солнечного сияния достигает 29,3—30,1 ч и отмечается в период с 8—9 до 13—14 ч.

Осенью продолжительность солнечного сияния уменьшается по сравнению с летом, но все же она несколько выше, чем весной. Эти различия объясняются повышенной облачностью в весенние месяцы по сравнению с осенью. Наибольшая продолжительность солнечного сияния в октябре составляет 26,4 ч и приходится на 11—12 ч. Наибольшая непрерывная продолжительность солнечного сияния в зимние месяцы (см. табл. 2 приложения) составляет 6—8 ч (23—31 %), летом — 12—14 ч (38—58 %).

2.2. Радиационный баланс и его составляющие

Солнечная радиация поступает на земную поверхность в виде двух потоков: прямой солнечной радиации S' и рассеянной радиации D. Сумма обоих видов радиации представляет собой суммарную радиацию Q. На метеорологических станциях прямая солнечная радиация измеряется на перпендикулярную солнечным лучам поверхность.

Количество солнечной радиации, приходящей на горизонтальную поверхность, рассчитывается по формуле

$$S' = S \sin h_{\odot},$$

где S — прямая солнечная радиация на перпендикулярную поверхность; $h_{\odot}$ — высота солнца.

Суточный ход прямой солнечной радиации и ее изменение в течение года определяются изменением высоты солнца, прозрачности атмосферы и облачности. Первым фактором определяется интенсивность прямой солнечной радиации до полудня и последующее ее уменьшение к вечеру.

Интенсивность прямой солнечной радиации в истинный полдень изменяется в течение года от 0,15 до 0,68 кВт/м^2 (табл. 2).

Таблица 2

Интенсивность солнечной радиации (кВт/м^2) в 12 ч 30 мин. 1954—1963 гг.

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
						Реальные условия						
S	0,40	0,47	0,44	0,53	0,67	0,72	0,71	0,76	0,76	0,70	0,47	0,36
S'	0,17	0,26	0,31	0,44	0,68	0,68	0,66	0,66	0,58	0,43	0,22	0,15
D	0,15	0,19	0,24	0,26	0,22	0,19	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15	0,13
Q	0,32	0,45	0,55	0,70	0,89	0,86	0,85	0,82	0,72	0,58	0,38	0,28
B	0,18	0,25	0,33	0,40	0,48	0,51	0,48	0,46	0,40	0,31	0,20	0,15
						Ясное небо						
S	0,90	0,91	0,92	0,90	0,89	0,89	0,86	0,86	0,89	0,89	0,89	0,88
S'	0,39	0,52	0,64	0,75	0,81	0,83	0,80	0,75	0,67	0,55	0,42	0,36
D	0,08	0,10	0,11	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,10	0,10	0,08	0,08
Q	0,47	0,62	0,75	0,88	0,94	0,95	0,92	0,87	0,77	0,65	0,51	0,43
B	0,26	0,36	0,47	0,50	0,56	0,56	0,54	0,49	0,44	0,36	0,28	0,24

Большая высота солнца в летние месяцы, безоблачное небо обеспечивают значительный приток солнечной радиации к земной поверхности. В холодный период облачность значительно снижает приток прямой солнечной радиации. В осенние месяцы (октябрь) интенсивность прямой солнечной радиации выше, чем весной (апрель), что объясняется небольшой повторяемостью облачности осенью по сравнению с весной.

Интенсивность рассеянной радиации, так же как и прямой, растет от утренних часов к полудню, затем следует ее спад. Наибольшая интенсивность рассеянной радиации в годовом ходе отмечается в весенние месяцы, когда в Нукусе наблюдается наибольшая облачность. В дневные часы в апреле интенсивность рассеянной радиации достигает 0,26 кВт/м^2 и по своим значениям близка к прямой солнечной радиации. Интенсивность суммарной радиации в дневные часы достигает 0,81—0,86 кВт/м^2.

В годовом ходе месячные суммы прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность в реальных условиях растут от 80 МДж/м^2 в декабре до 620 МДж/м^2 в июне. Годовая сумма прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность составляет

4150 МДж/м^2 (табл. 3). Средние месячные суммы прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность зимой на 105 МДж/м^2, а летом на 276 МДж/м^2 выше, чем на горизонтальную.

В зимний период средние месячные суммы рассеянной радиации имеют близкие значения с прямой солнечной радиацией S', а в декабре даже несколько выше.

Весной и летом различия возрастают и прямая солнечная радиация S' примерно в два-три раза превышает рассеянную.

Максимум рассеянной радиации в годовом ходе в Нукусе наблюдается в апреле: 251 МДж/м^2. К лету с уменьшением облачности ее значение уменьшается.

В холодный период вклад прямой и рассеянной радиации в суммарную одинаков, летом и осенью значительно бóльшая доля приходится на прямую солнечную радиацию.

В условиях ясного неба средние месячные суммы прямой радиации в зимние месяцы на 138 МДж/м^2, а в летние на 134 МДж/м^2 выше, чем в реальных условиях. Значения рассеянной радиации, наоборот, понижены.

Наибольшие средние месячные суммы прямой солнечной радиации при ясном небе в Нукусе отмечаются в период с мая по июль. Годовая сумма суммарной радиации при ясном небе составляет 7420 МДж/м^2 (см. табл. 3). Экстремальные значения прямой и суммарной радиации представлены в табл. 4.

Поток суммарной радиации, попадая на деятельную поверхность, частично отражается от нее обратно в атмосферу. Количество отраженной радиации зависит от свойств поверхности (цвета, увлажнения, структуры и т. д.).

Величина, характеризующая отражательную способность поверхности почвы, называется альбедо A и определяется отношением

$$A = \frac{R}{Q} \cdot 100,$$

где R — отраженная радиация.

Естественные поверхности обладают различной отражательной способностью. Темные поверхности имеют низкие значения альбедо 10—15 % (чернозем, болотно-луговые почвы и др.). Светлые поверхности обладают большим альбедо — 35—40 % (белый песок, солончаки). Альбедо поверхностей с травянистым покровом колеблется в пределах 15—25 %. Альбедо крон лиственного леса летом равно 14—17 %. Наибольшей отражательной способностью обладает свежевыпавший снег: его альбедо равно 85—90 % [35].

Приведенные ниже значения альбедо выражены в процентах и относятся к деятельной поверхности метеорологической площадки Тахиаташ:

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{A}$	28	25	21	21	21	19	19	18	19	21	21	24
$A_{макс}$	70	50	28	25	25	24	25	25	27	27	28	38
$A_{мин}$	19	19	16	17	16	14	11	13	12	13	15	18

Таблица 3

Месячные и годовые суммы солнечной радиации (МДж/м²). 1954—1963 гг.

Показатель	Условия	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
S	Реальные	310	335	423	561	804	872	884	863	771	628	377	247	7075
	Безоблачное небо	729	737	897	997	1127	1140	1098	1043	922	876	704	679	10949
S'	Реальные	105	142	226	356	553	620	608	570	448	297	147	80	4150
	Безоблачное небо	243	323	503	628	758	779	742	670	536	415	268	214	6079
D	Реальные	101	142	201	251	239	222	214	172	138	130	109	92	2011
	Безоблачное небо	54	92	105	138	163	163	163	138	105	92	71	59	1343
Q	Реальные	206	284	427	607	792	842	822	742	586	427	256	172	6163
	Безоблачное небо	297	415	608	767	922	943	905	809	641	507	339	272	7420
R	Реальные	59	71	88	126	168	159	155	134	113	88	54	42	1257

Таблица 4

Экстремальные суммы прямой и суммарной радиации (МДж/м²). 1954—1963 гг.

Радиация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$S'_{макс}$	159	239	327	494	662	704	725	691	524	356	210	122	4470
$S'_{мин}$	67	101	105	189	381	503	540	490	369	151	46	38	3620
$Q_{макс}$	256	381	524	691	880	930	922	872	641	494	319	214	6670
$Q_{мин}$	168	222	339	423	662	773	771	683	540	302	147	117	5450

Значение альбедо здесь изменяется в течение года от 18—21 до 25—28 %. Повышенные его значения наблюдаются в зимние месяцы. При выпадении снега может наблюдаться резкое изменение альбедо. Это отражается на средних месячных показателях, и поэтому колебания альбедо от года к году могут быть значительными. В отдельные снежные зимы оно может увеличиваться до 70 %.

На земной поверхности непрерывно осуществляется приход и расход лучистой энергии. Алгебраическая сумма всех лучистых потоков на уровне деятельной поверхности называется радиационным балансом (остаточная радиация).

Уравнение радиационного баланса B записывается в виде

$$B = Q - R - E_{эф},$$

где B — радиационный баланс; R — отраженная радиация; $E_{эф}$ — эффективное излучение.

Таблица 5

Месячные и годовые суммы радиационного баланса (МДж/м²). 1954—1963 гг.

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
B_+	88	130	214	306	411	444	436	377	289	210	109	71	3085
B_-	59	59	59	54	54	46	50	63	67	80	71	63	725
B	29	71	155	251	356	398	385	314	222	130	38	8	2352
$B_{макс}$	—59	105	214	331	411	440	452	398	302	138	75	34	2660
$B_{мин}$	—34	29	109	180	285	327	323	285	142	67	—4	—13	2010

В зависимости от соотношения приходных и расходных составляющих знак радиационного баланса может быть положительным или отрицательным. Если поверхность получает больше радиационного тепла, чем отдает, то поток направлен к земле и имеет положительный знак; в противном случае — отрицательный.

В рассматриваемом районе средние месячные суммы радиационного баланса имеют в течение всего года положительные значения; они изменяются от 8 МДж/м² в декабре до 398 МДж/м² в июне. Средняя годовая сумма радиационного баланса равна 2360 МДж/м². Диапазон колебаний радиационного баланса достаточно велик. В отдельные снежные зимы средние значения B могут быть отрицательными (табл. 5).

2.3. Радиационный режим вертикальных и наклонных поверхностей

В южных широтах, где поток тепла к земной поверхности велик, учет солнечной радиации при проектировании, строительстве и эксплуатации жилых зданий и сооружений приобретает особое значение. Это связано с тем, что в летний период обилие солнечного тепла приводит к перегреву зданий, что отрицательно сказывается на теплоощущении человека. Возникает необходимость принимать меры по снижению радиационного воздействия.

Зимой солнечная радиация играет положительную роль. Поступая на стены, она уменьшает теплопотери зданий, кроме того, проникая через светопроемы, служит дополнительным источником отопления. Приход солнечной радиации на вертикальные поверхности зависит от астрономических факторов, ориентации стен относительно стран света, от прозрачности атмосферы и облачности. Методы расчета солнечной радиации, поступающей на стены зданий, подробно изложены в [24].

В Нукусе в течение всего года солнечной радиацией облучаются стены южной, восточной и западной ориентации. Северные стены облучаются прямой солнечной радиацией только в период с апреля по сентябрь.

В зимний период начало и конец облучения южных стен совпадают с восходом и заходом солнца. Летом в утреннее время начало облучения южных стен совпадает с концом облучения северных стен, а вечером — наоборот.

Время начала облучения восточных стен совпадает с восходом солнца, конец облучения в полдень — с началом облучения западных стен [25]. Таким образом, зная время восхода и захода солнца, можно определить продолжительность облучения стен различной ориентации. Время начала и конца облучения прямой солнечной радиацией южных (северных) стен и время восхода и захода солнца на 15-е число каждого месяца в Нукусе приведено в табл. 6.

Таблица 6

Время восхода и захода солнца и начала и конца облучения южных стен (ч мин) на 15-е число каждого месяца

Месяц	Восход	Начало	Конец	Заход
I	7 26			16 52
II	6 56			17 32
III	6 13			18 05
IV	5 21	6 44	17 16	18 39
V	4 39	7 27	16 33	19 13
VI	4 23	7 58	16 02	19 37
VII	4 36	7 45	16 15	19 36
VIII	5 06	7 06	16 54	19 04
IX	5 39	6 14	17 46	18 11
X	6 12			17 20
XI	6 51			16 37
XII	7 21			16 29

Наибольшими значениями возможной продолжительности солнечного сияния в течение всего года характеризуются стены южной ориентации, при этом отмечается два максимума: первый приходится на март, второй — на октябрь. Минимум приходится на июнь (табл. 7).

Продолжительность солнечного сияния для стен северной, восточной и западной ориентации имеет правильный годовой ход с максимумом в июне.

Таблица 7

Возможная (ч мин) и действительная (ч) месячная продолжительность солнечного сияния для стен различной ориентации. 1952—1963 гг.

Ориентация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
						Возможная продолжительность						
Ю	291 10	295 32	367 56	316 14	278 18	241 24	262 54	303 26	346 25	345 15	293 53	282 09
С				84 04	170 37	217 04	202 06	129 12	30 28			
В, З	145 42	147 50	183 58	200 09	237 50	229 14	232 32	215 19	188 26	172 38	146 57	141 02
						Действительная продолжительность						
С				24	97	144	137	83	10			
В	61	74	95	121	174	188	199	192	162	131	83	51
Ю	131	154	187	206	234	219	248	290	304	254	168	109
З	70	80	92	109	157	175	186	181	152	123	85	58
						Отношение действительной к возможной, %						
С				29	57	66	68	64	33			
В	42	50	52	60	73	82	85	89	86	76	56	36
Ю	45	52	51	68	84	91	94	96	88	74	57	39
З	48	54	50	65	66	76	80	84	81	71	58	48

Облачность значительно снижает продолжительность солнечного сияния. В реальных условиях отношение действительной продолжительности солнечного сияния к возможной в холодный период имеет близкие значения для стен всех ориентаций и изменяется от 36—48 до 56—58 %. В летний период отношение действительной продолжительности солнечного сияния к возможной для стен южной ориентации составляет 91—96 %, для стен западных и восточных — 76—84 %, для северных — 64—68 % (табл. 7).

В табл. 8 приводятся месячные суммы прямой и суммарной радиации, поступающей на стены разной ориентации. Расчет поступления прямой солнечной радиации на различно ориентированные стены зданий выполнен для открыто стоящего здания при реальных условиях облачности [25]. Наибольшее значение прямой солнечной радиации на стены южной ориентации составляет 528 МДж/м^2 (октябрь), на стены северной ориентации 42 МДж/м^2 (июль). Высокое значение прихода солнечной радиации на южные стены в октябре обусловлено значительной продолжительностью облучения южной стены и относительно небольшой высотой солнца.

Интересно отметить, что в июне месячная сумма прямой солнечной

Таблица 8

Месячные суммы радиации (МДж/м^2) на вертикальную поверхность и склоны крутизной 20, 10, 5°. 1954—1963 гг.

Ориентация	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Прямая радиация, вертикальная поверхность												
С	0	0	0	8	29	59	42	17	0	0	0	0
СВ, СЗ	4	13	38	96	168	226	201	159	101	38	13	0
В	84	109	151	314	348	356	344	335	306	214	113	59
ЮВ, ЮЗ	218	243	243	289	318	310	310	373	457	415	297	193
Ю	344	318	302	272	239	189	197	327	402	528	432	276
Суммарная радиация, вертикальная поверхность												
С	96	151	193	268	297	331	293	230	176	147	109	84
СВ, СЗ	96	163	230	356	436	494	452	373	276	184	122	88
В	176	256	344	570	616	628	595	549	482	360	226	147
ЮВ, ЮЗ	314	394	436	545	587	561	561	591	633	557	394	276
Ю	436	469	494	528	507	461	448	545	582	675	540	360
Прямая радиация, склон 20°												
Ю	176	211	290	399	570	614	608	610	542	419	235	140
С	18	57	133	267	476	558	535	461	296	143	35	10
В	105	142	226	342	531	583	577	541	430	297	147	80
З	105	142	226	335	514	577	565	530	421	297	147	80
Прямая радиация, склон 10°												
Ю	141	179	260	385	570	626	620	598	498	363	192	111
С	63	102	183	317	525	595	577	524	381	226	92	45
В	105	142	226	356	548	620	601	564	444	297	147	80
З	105	142	226	349	542	608	595	558	435	297	147	80
Прямая радиация, склон 5°												
Ю	125	161	244	374	564	626	620	593	484	336	170	97
С	83	125	204	335	536	614	595	547	417	265	119	63
В, З	105	142	226	356	553	620	608	570	448	297	147	80

радиации на южную стену минимальна и равна 189 МДж/м^2. Это связано с малыми углами падения солнечных лучей на стену и сравнительно небольшой продолжительностью облучения.

В летние месяцы восточные и западные стены получают тепла от прямой солнечной радиации почти в 2,5 раза меньше, чем горизонтальная поверхность, а северные стены — в 10 раз.

Из табл. 8 видно, что суммарная радиация имеет повышенные значения по сравнению с прямой. Это свидетельствует о том, что рассеянная радиация вносит существенный вклад в суммарную радиацию. Особенности поступления рассеянной радиации на различно ориентированные поверхности в Средней Азии исследовались Б. А. Айзенштатом [4].

Определенный практический интерес для решения различного рода задач могут представить данные о месячных суммах прямой солнечной радиации, поступающей на наклонные поверхности (стены, крыши).

2.4. Естественная освещенность и фотосинтетически активная радиация

Исследование светового режима больших городов и влияния их на естественную освещенность представляет интерес для решения многих практических задач: проектирования естественного освещения в зданиях, гигиены труда, расчетов видимости объектов и т. д. Световой режим определяется тремя основными источниками освещения: солнцем, небесным сводом и подстилающей поверхностью, отражающей падающий на нее свет солнца и неба [15].

Естественная суммарная освещенность E_Q складывается из прямой освещенности E_S, создаваемой непосредственно лучами солнца, и рассеянной E_D, поступающей от небесного свода и от земной поверхности. За единицу освещенности принимается люкс (лк).

Естественная освещенность зависит от высоты солнца, облачности, прозрачности атмосферы и альбедо подстилающей поверхности. При изменении высоты солнца от 5 до 75° освещенность при безоблачном небе увеличивается от 5 до 100—110 тыс. лк.

В пасмурную погоду освещенность может уменьшиться в несколько раз в зависимости от форм и количества облаков. Минимальные значения освещенности наблюдаются, как правило, при сплошной облачности нижнего яруса, максимальные — при кучевых, высоко-кучевых и перисто-кучевых облаках и открытом диске солнца.

Средние месячные суммы суммарной E_Q и рассеянной E_D освещенности (клк) на горизонтальную поверхность для Нукуса имеют следующие значения:

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
E_Q	30	45	72	93	129	135	136	123	95	67	37	27
E_D	17	22	36	44	44	38	39	32	25	22	18	14

Из этих данных следует, что в годовом ходе суммарной освещенности выражен максимум в июле, минимум приходится на декабрь.

В годовом ходе рассеянной освещенности максимум приходится на апрель—май, минимум отмечается в декабре.

Естественная освещенность является определяющим фактором прохождения фотосинтеза и стимулятором роста и развития растений. Данные об освещенности находят широкое применение в ботанике, физиологии, агрономии и многих других отраслях сельского хозяйства, связанных с растениеводством. Роль солнечной радиации и освещенности в жизни растений подробно рассматривается в [15].

Установлено, что в процессе фотосинтеза растениями наиболее продуктивно используется фотосинтетически активная радиация (ФАР).

На актинометрической сети станции не ведутся наблюдения за фотосинтетически активной радиацией. Ее интенсивность и суммы определяются по следующему соотношению:

$$Q_F = 0{,}47S' + 0{,}53D,$$

где Q_F — интенсивность или сумма ФАР; S' — интенсивность прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность; D — интенсивность рассеянной радиации на горизонтальную поверхность.

Средние месячные и годовые суммы (МДж/м^2) ФАР в реальных условиях и при ясном небе следующие:

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Реальные условия	101	142	214	297	373	394	385	344	272	201	126	88	2940
Ясное небо	134	193	276	348	419	427	411	369	289	230	155	126	3380

3. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Атмосферная циркуляция является одним из основных климатообразующих факторов. Она представляет собой весьма сложный механизм, составленный из разнообразных взаимосвязанных воздушных течений (горизонтальных и вертикальных) у земной поверхности и в высоких слоях. В результате циркуляции атмосферы происходит тепло- и влагообмен между океанами и континентами и между соседними территориями [16].

Перемещение воздушных масс с различными физическими свойствами и длительность их нахождения в данном месте оказывают определенное влияние на формирование погодных и, в конечном итоге, климатических особенностей.

Синоптические процессы, развивающиеся над территорией Средней Азии (над Нукусом, в частности), в настоящее время принято делить на 16 типов.

Тип 1 (южно-каспийский циклон), тип 2 (мургабский циклон), тип 3 (верхнеамударьинский циклон) получили свои названия по районам их появления над югом Средней Азии. Эти циклоны движутся с юго-запада или западо-юго-запада на северо-восток (рис. 5). Проходя в течение двух-трех дней над Средней Азией, они сначала вызывают потепление, связанное с выносом теплых воздушных масс с юга, а в тыловой части циклона наступает похолодание, выпадают осадки (происходит заток холодного воздуха из средних широт).

Тип 4 (широкий вынос теплого воздуха) характеризуется натеканием с юга теплого воздуха на всю равнинную часть Средней Азии, фронтов нет, погода преимущественно ясная и теплая.

Тип 5 (северо-западное вторжение), тип 6 (северное вторжение), тип 6а (северо-восточное вторжение) — заток холодного воздуха за фронтом, обычно связанным с циклоном, находящимся севернее или северо-восточнее Средней Азии. Название вторжения соответствует направлению, откуда в нижних слоях атмосферы поступает холодный воздух. Прохождение фронтов часто сопровождается выпадением осадков, которые при северо-западном вторжении могут быть значительными, особенно в холодный период; летом осадки нередко отсутствуют.

Тип 7 (волновая деятельность) — малоподвижный холодный фронт, располагающийся чаще всего над западной частью горных массивов востока Средней Азии; по нему проходят волны, которые в циклоны не развиваются. Фронт вытянут с юго-запада на северо-восток, сопровождается преимущественно пасмурной погодой, осадками, иногда обильными; такая погода может сохраняться несколько суток.

Тип 8 (стационарный циклон над Средней Азией) — бесфронтальная малоподвижная область низкого давления, простирающаяся обычно от поверхности земли до больших высот (5—7 км и выше). Часто сопровождается холодной погодой с осадками на северо-востоке Средней Азии.

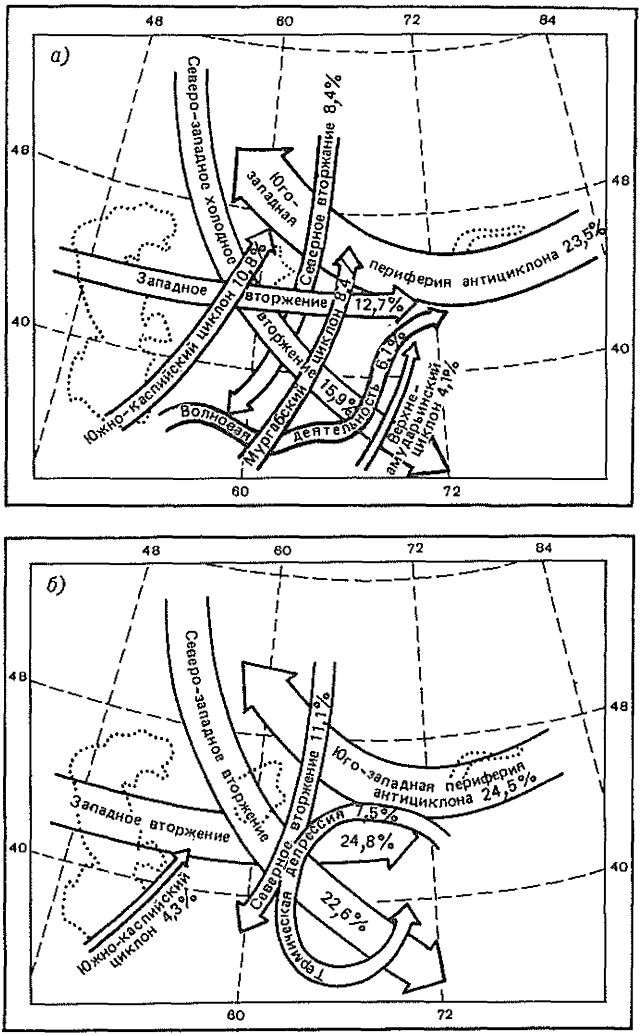

Рис. 5. Схема динамического формирования климата в холодное (*а*) и теплое (*б*) полугодие в Средней Азии.

Тип 9 (юго-западная периферия антициклона), тип 9а (восточная, юго-восточная периферия антициклона), тип 9б (южная периферия антициклона) — над всей Средней Азией или над ее северо-востоком располагается периферия антициклона, центр которого находится иногда северо-западнее Средней Азии. Тип 9 часто представляет собой располагающийся над Средней Азией отрог сибирского антициклона. Название типа определяется положением центра антициклона и преобладающим направлением воздушных течений в нижних слоях атмосферы. Эти типы характерны для зимнего периода,

погода преимущественно ясная, наиболее холодная при типах 9а и 9б и более теплая при типе 9. Нередко возникают туманы. Над крайним севером Средней Азии иногда дуют сильные восточные или юго-восточные ветры.

Тип 10 (западное вторжение) — холодный воздух поступает с запада за меридионально вытянутым фронтом, выпадают осадки, часто значительные, однако большого похолодания не происходит.

Тип 11 (летняя термическая депрессия) формируется летом. Происходит прогревание воздуха над пустынями Средней Азии до больших высот и отток его в стороны, наблюдается падение давления у земли. Погода безветренная, ясная, жаркая.

Тип 12 (малоградиентное поле повышенного давления) чаще всего устанавливается летом после холодных вторжений, сопровождается ясной, сухой, не очень жаркой погодой.

Тип 13 (малоградиентное поле пониженного давления) устанавливается летом перед развитием или при заполнении термической депрессии. Погода ясная и жаркая.

Особенности погоды при каждом типе синоптического процесса зависят от его интенсивности и продолжительности.

Режим циркуляции атмосферы имеет сезонные особенности, что проявляется в изменении числа дней с различными формами циркуляции и интенсивности синоптических процессов.

Зимой [14] чаще других синоптических процессов наблюдаются вторжения холодных воздушных масс, прорывы южных циклонов и влияние юго-западной периферии отрога сибирского зимнего антициклона (табл. 9). Циклонические прорывы с юга достигают наиболь-

Таблица 9

Повторяемость (%) основных синоптических процессов

Месяц	Прорывы циклона			Вторжение			Волновая деятельность	Юго-западная периферия	Термическая депрессия
	с юга Каспия	из бассейна Мургаба и Тедженa	из верховьев Амударьи	северо-западное	северное	западное			
				Зима					
XII	10	10	4	16	11	12	4	33	
I	12	7	4	16	6	10	7	27	
II	11	11	5	17	5	12	7	24	
				Весна					
III	10	10	3	17	9	18	10	23	
IV	11	6	6	13	9	20	9	26	
V	11	3	4	22	10	29	2	19	
				Лето					
VI	3	0	2	32	9	33	2	0	5
VII	0	0	0	23	15	31	2	0	22
VIII	1	0	0	19	16	22	2	0	17
				Осень					
IX	2	1	2	21	11	19	0	40	2
X	9	1	3	21	8	18	2	38	0
XI	12	7	2	16	8	12	7	35	0

шего развития в феврале. Прохождение теплого сектора циклона вызывает зимой значительное повышение температуры воздуха. Максимальная температура в тропическом воздухе теплого сектора может достигать 22—28 °С. Минимум редко опускается ниже 0 °С.

Прохождение холодного фронта циклона сопровождается увеличением облачности, осадками ливневого и обложного характера и изменением направления ветра на северо-западную четверть горизонта.

Эффект холодного вторжения особенно значителен, когда за воздухом умеренных широт, поступающим в тыл циклона, наступает второй (основной) фронт с арктическим воздухом за ним. Прохождение фронта сопровождается штормовыми ветрами северо-западной четверти горизонта, появлением конвективной облачности и ливневыми осадками преимущественно в виде снега. Атмосферное давление резко повышается, падает температура воздуха, значительно возрастает относительная влажность. За фронтом по мере поступления свежих арктических масс и усиления антициклона растет давление и продолжается падение температуры иногда до очень низких значений. Абсолютный минимум может опускаться до —25 °С и ниже. Повторяемость этих холодных вторжений зимой составляет около 24 % за месяц. При этом северо-западные вторжения имеют значительно больший удельный вес, чем северные.

Меридиональные типы циркуляции — прорывы южных циклонов, сменяющиеся вторжениями умеренных или арктических воздушных масс, — обычно переходят в юго-западную периферию антициклона.

Зимой юго-западная периферия — наиболее часто наблюдающееся синоптическое положение, повторяемость которого составляет около 25—30 %. Когда юго-западная периферия антициклона удерживается долго (более недели), в Среднюю Азию поступает с северо-востока умеренный, сибирский воздух, сформированный обычно из прежнего арктического. Тогда стоит ясная, со слабыми северо-восточными ветрами погода. Ночные и утренние температуры воздуха довольно низки благодаря процессам излучения. Средняя температура в утренние часы колеблется от 0 до —15...—18 °С, днем — от 2 до 8 °С. В отдельных случаях в начале процесса температура воздуха может опускаться до —20 °С и ниже.

Юго-западная периферия антициклона обычно завершается новым прорывом южного циклона. Западные вторжения зимой наблюдаются сравнительно редко (11—12 % случаев).

В числе зимних процессов следует отметить волновую деятельность, возникающую в предгорьях после вторжения холодной воздушной массы малой вертикальной мощности. На задержавшемся у хребтов холодном фронте образуются волны, обычно не достигающие стадии циклона, которые перемещаются к северо-востоку. Погода при этом синоптическом процессе изменчива. Повышения температуры следуют за понижениями. Перемежающиеся осадки могут продолжаться несколько дней подряд (до семи). Прохождение волн сопровождается усилением ветра. Волновая деятельность обычно заканчивается холодным вторжением, порывом циклона

или же переходит в юго-западную периферию антициклона.

На рис. 6 приводятся все наиболее типичные для зимы синоптические положения. Значительная часть территории занята юго-западной периферией отрога антициклона. На юго-западе наблюдается прорыв южного циклона. С северо-запада в тыл циклона надвигается холодное вторжение.

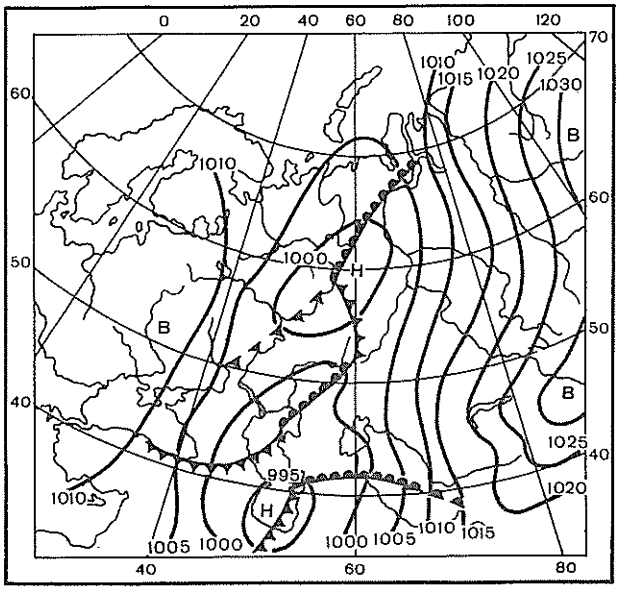

Рис. 6. Карта погоды за 15 ч 6 февраля 1949 г. Характерные для зимы синоптические процессы.

Весной наблюдаются те же синоптические процессы, изменяется лишь их повторяемость (см. табл. 9). Число дней с прорывами южных циклонов очень велико. Их повторяемость составляет за весенние месяцы в среднем около 20 %. Более всего циклоничность развита в марте—апреле, к маю резко убывает. Повторяемость северных и западных вторжений, наоборот, возрастает к летним месяцам. Число дней с устойчивой юго-западной периферией антициклона еще велико в марте, но к маю, так же и циклоническая деятельность, резко уменьшается.

В марте—апреле циклоническая деятельность также вызывает резкое потепление при прорыве тропического воздуха из Ирана. Дневные температуры равняются 20—27 °С, в апреле температуры достигают 35—40 °С.

В мае контрасты температуры тропического иранского воздуха и местного туранского сглаживаются.

Холодные вторжения с северо-запада, севера и запада, как и зимой, происходят в тылу южных циклонов, иногда в виде медленной адвекции. Погодные условия, особенно в первой половине весны,

мало отличаются от зимних. Несколько выше температура воздуха. Абсолютный же минимум может достигать —15°... —17 °С.

В мае, как правило, положителен даже абсолютный минимум в воздухе, хотя холодные вторжения в это время вызывают значительное понижение температуры (до 3 °С).

В весенние месяцы увеличивается повторяемость западных вторжений. В мае они составляют 27 % общего числа всех синоптических процессов. Западные вторжения наблюдаются в тылу южных циклонов или за фронтами циклонов, пересекающих ЕЧС и Сибирь в более северных широтах. Температурные контрасты обычно невелики, но осадки, особенно в начале весны, довольно значительны.

В весенний период волновая деятельность возникает несколько чаще, чем зимой, особенно в марте и апреле. Погода при волновой деятельности неустойчива, с быстрыми сменами и значительными колебаниями в ходе метеорологических характеристик; наблюдаются продолжительные, хотя и перемежающиеся, обильные осадки.

Устойчивая юго-западная периферия антициклона, хорошо развитая еще в марте, в мае встречается редко. Тихая ясная погода весной способствует быстрой трансформации воздушных масс, а в поздние весенние месяцы — образованию термической депрессии.

Летом повторяемость различных синоптических процессов уже кардинально отличается от зимы (см. табл. 9). Изменяется и их характер.

Устойчивая юго-западная периферия антициклона заменяется юго-западной или юго-восточной периферией быстро перемещающихся антициклонов. Совершенно незначительна повторяемость южных циклонов, в июле они совсем отсутствуют, так как местные и иранские тропические воздушные массы почти идентичны. Практически исчезает волновая деятельность, но очень велика повторяемость холодных меридиональных вторжений и широтных западных. Возникает летом и особенно усиливается в июле термическая депрессия.

Холодные северо-западные, северные и влажные западные вторжения летом носят уже иной характер. Обычно они протекают при безоблачном небе, сопровождаются лишь усилением ветра и пыльными бурями. За фронтом в утренние сроки температура воздуха в среднем понижается на 5—10 °С, максимальная температура — на 10—15 °С. Летом облачность и осадки, часто с грозами, наблюдаются, как правило, в горных районах.

Летняя термическая депрессия возникает после холодного вторжения при трансформации воздушных масс и удерживается неделями. Термическая депрессия является одним из важнейших климатообразующих факторов. Для такого синоптического положения характерно безоблачное небо, пыльная мгла, очень высокие температуры воздуха (до 30 °С и выше утром и до 40—45 °С днем) и чрезвычайно низкая относительная влажность, которая часто не превышает 10 %. Характерно и низкое атмосферное давление в приземных слоях тропосферы.

Северные, северо-западные или западные вторжения в летний

период приводят лишь к временному исчезновению депрессии. В. А. Бугаев отмечал, что термическая депрессия над Средней Азией, вовлекая в свою циркуляцию массы воздуха более северных широт, действует как вентилятор, прогоняющий через Среднюю Азию холодный воздух, который периодически прерывает нарастание летней жары.

На рис. 7 приведены характерные для лета синоптические процессы. На юго-востоке — термическая депрессия, к северу от нее проходит ядро высокого давления. Намечается новое вторжение с запада.

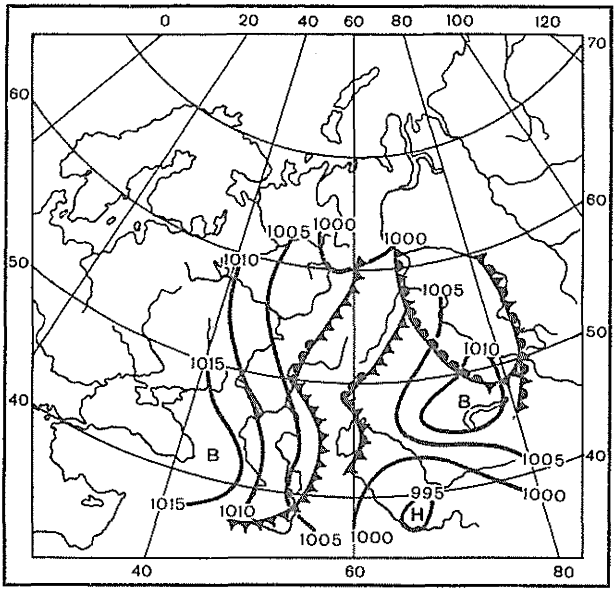

Рис. 7. Карта погоды за 15 ч 21 июля 1948 г. Характерные для лета синоптические процессы.

Осенью циклонические прорывы появляются вновь, но их повторяемость вдвое меньше, чем весной (см. табл. 9). Холодные вторжения развиты не меньше, чем весной, но уступают по повторяемости летнему сезону. Волновая деятельность появляется лишь в октябре—ноябре. Исчезает термическая депрессия. Юго-западная периферия антициклона начинает принимать устойчивый характер. Ее вероятность достигает 35—40 %.

Довольно часто осенью отмечаются и западные вторжения, особенно в сентябре, но к зиме их повторяемость резко уменьшается.

В ноябре циклоническая деятельность развита уже хорошо. Приближение к горам сектора циклона вызывает сильные фёновые ветры. Прохождение холодного фронта сопровождается штормовыми ветрами западной половины горизонта, облачностью нижнего яруса и осадками.

Холодные вторжения из северных широт в первую половину осени обычно еще малоэффективны благодаря быстрой трансформации холодных воздушных масс над перегретыми пустынями. Следствием этого процесса является ослабление антициклона в тылу вторжения. В октябре средняя утренняя температура колеблется от 3 до 7 °С. Днем температура воздуха еще высока, она всегда положительна и может достигать 20 °С. Абсолютный минимум отрицателен. Нередко он достигает —5 . . . —7 °С.

В ноябре даже средняя температура по утрам отрицательна, а абсолютный минимум может опускаться до —20 °С. Прохождение холодного фронта сопровождается, как и весной, штормовыми ветрами и осадками в виде дождя, нередко переходящего в снег.

Западные вторжения в сентябре наблюдаются очень часто, но малоэффективны в смысле осадков. В более поздние осенние месяцы они сопровождаются уже значительной облачностью, осадками и некоторым понижением температуры за фронтом (после выпадения осадков), особенно если вторгается прежний арктический воздух.

За влажным западным, северо-западным или северным вторжением возникает юго-западная периферия антициклона. Повторяемость этого синоптического положения осенью уже значительна. Это и обусловливает обычную для Средней Азии теплую сухую и почти безветренную погоду в осенние месяцы. Температура утром составляет в октябре 5—10 °С, а в 13 ч достигает 24 °С. Ветры слабые, северо-восточные. Могут наблюдаться слабые радиационные заморозки на почве. Заморозки в воздухе бывают лишь после холодного вторжения. В ноябре в утренние часы нередко отмечаются отрицательные температуры.

3.1. Атмосферное давление

Среднее годовое давление в Нукусе на уровне станции составляет 1009,0 гПа; давление, приведенное к уровню моря, равно 1018,2 гПа. Минимум наблюдается летом. С наступлением холодного периода давление растет, максимум его приходится на конец осени—начало зимы (табл. 10).

Изменение давления от месяца к месяцу значительно в августе—сентябре (5,7 гПа), в остальное время оно колеблется в пределах 0—4 гПа. В отдельные годы атмосферное давление может существенно отличаться от средних многолетних значений. Летом эти отклонения незначительны (±2 . . . ±4 гПа), зимой они могут достигать ±6 . . . ±8 гПа.

В значительных пределах отклоняются от средних абсолютные значения давления воздуха. Для абсолютных максимальных значений этот предел составляет 12—28,5 гПа, для абсолютных минимальных значений этот предел еще больше: 10—31,1 гПа.

Абсолютное максимальное давление 28 ноября 1954 г. достигало 1044 гПа; абсолютное минимальное давление — 979,3 гПа — зафиксировано 19 апреля 1970 г.

В суточном ходе атмосферного давления отчетливо выражены

Таблица 10

Годовой ход атмосферного давления (гПа), 1936—1979 гг.

Месяц	$\bar{p}$	$\bar{p}_{макс}$	$\bar{p}_{мин}$	Экстремумы				$\bar{p}^*$	$\bar{p}^*_{макс}$	$\bar{p}^*_{мин}$
				$p_{макс}$	Год	$p_{мин}$	Год			
I	1015,2	1021,4	1007,8	1039,9	1949	984,1	1951	1025,0	1031,7	1017,4
II	1013,5	1022,1	1006,8	1039,6	1969	984,3	1949	1023,2	1023,2	1016,2
III	1011,5	1017,9	1007,3	1036,8	1954	981,8	1966	1020,9	1027,6	1016,7
IV	1007,7	1013,1	1002,9	1035,0	1960	979,3	1970	1016,8	1022,2	1011,9
V	1005,2	1009,1	1001,4	1028,3	1942	989,4	1946	1014,0	1018,0	1010,2
VI	1001,6	1005,2	997,9	1017,9	1979	986,6	1972	1010,1	1013,9	1006,4
VII	999,0	1001,2	996,9	1011,8	1947	988,3	1958	1007,6	1009,8	1005,4
VIII	1002,0	1005,2	998,8	1016,8	1972	987,0	1977	1010,7	1013,9	1007,4
IX	1007,7	1010,6	1004,1	1028,2	1973	990,2	1947	1016,6	1019,6	1013,4
X	1012,8	1017,1	1010,1	1037,5	1953	989,8	1946	1022,0	1026,4	1019,3
XI	1016,5	1023,2	1011,5	1044,0	1954	988,2	1964	1026,0	1032,8	1020,9
XII	1016,4	1023,0	1010,2	1040,6	1950	979,9	1947	1026,1	1032,9	1019,7
Год	1009,0	1010,5	1007,6	1044,0	1954	979,3	1970	1018,2	1019,7	1016,7

Примечание. Здесь: p — давление на уровне станции, p^* — давление на уровне моря.

Таблица 11

Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с). 1936—1979 гг.

Месяц	$\bar{v}$	$v_{макс}$	Год	$v_{мин}$	Год
I	3,8	5,2	1964	2,9	1975
II	3,9	4,8	1974	3,2	1972
III	4,2	5,3	1963	3,3	1979
IV	4,5	6,0	1963	3,1	1964
V	4,2	5,2	1961	3,0	1962
VI	4,1	5,4	1961	3,2	1972
VII	3,9	4,9	1977	3,0	1970
VIII	3,8	5,1	1976	3,0	1964
IX	3,3	4,0	1968	2,2	1979
X	3,1	3,8	1976	2,2	1979
XI	3,1	3,8	1970	2,5	1966
XII	3,3	4,0	1978	2,4	1979
Год	3,8	4,2	1963	3,3	1979

Таблица 12

Повторяемость (%) скорости ветра по градациям. 1936—1979 гг.

Месяц	Скорость ветра, м/с									
	0—1	2—3	4—5	6—7	8—9	10—11	12—13	14—15	16—17	18—20
I	24,0	29,8	25,2	12,5	5,1	1,4	1,3	0,4	0,3	
II	22,1	28,6	23,7	13,6	6,6	1,9	1,6	1,1	0,7	0,09
III	19,5	27,5	23,9	14,7	7,3	2,2	2,1	1,4	1,2	0,19
IV	19,5	25,5	23,0	15,0	8,1	2,3	2,9	1,8	1,4	0,5
V	20,4	26,4	24,4	14,5	7,7	2,2	2,1	1,5	0,6	0,20
VI	21,8	28,1	24,8	13,8	6,5	2,3	1,5	0,8	0,4	0,06
VII	26,0	28,9	22,8	13,0	5,9	1,7	1,0	0,5	0,2	0,05
VIII	28,5	29,8	23,1	10,6	5,1	1,7	0,7	0,4	0,1	
IX	36,6	29,7	20,1	8,2	3,8	0,7	0,5	0,3	0,08	0,03
X	39,4	29,6	18,2	7,5	3,0	0,8	0,9	0,3	0,2	0,06
XI	33,5	28,1	19,9	10,9	4,0	1,3	1,2	0,5	0,4	0,17
XII	27,6	29,9	24,1	11,1	4,6	1,3	1,0	0,3	0,1	0,03
Год	26,6	28,4	22,8	12,1	5,6	1,6	1,4	0,8	0,5	0,15

Таблица 13

Число дней n с сильным ветром (15 м/с и более)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{n}$	0,2	0,5	1,1	1,1	1,1	0,9	0,4	0,8	0,3	0,3	0,2	0,3	7
$n_{макс}$	3	6	11	14	14	10	6	9	7	3	5	3	59
Год	1968	1955	1958	1955	1959	1959	1955	1957	1957	1959	1955	1958	1959

Повышенные скорости (10 м/с и более) могут наблюдаться при всех направлениях ветра. Максимальные скорости, достигающие 20 м/с, отмечались при ветрах всех направлений, за исключением южной четверти горизонта (табл. 14).

Таблица 14

Максимальные скорости ветра (м/с). 1936—1965 гг.

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
I	14	15	15	15	10	17	17	17
II	20	17	17	15	17	20	17	17
III	17	20	20	17	16	17	20	17
IV	18	20	20	20	14	17	20	17
V	17	20	20	20	17	20	14	20
VI	18	17	14	12	10	17	17	17
VII	18	20	16	10	10	20	17	16
VIII	17	20	12	12	8	15	17	17
IX	18	17	12	14	12	13	14	17
X	15	12	12	12	14	20	20	17
XI	17	20	10	17	10	14	17	17
XII	12	17	14	17	16	12	20	17
Год	20	20	20	20	17	20	20	20

Распределение повторяемости сильных ветров по направлениям весьма неравномерное: наибольшую повторяемость (35,3 %) имеют ветры северо-восточного направления, наименьшую (2,2 %) — южного (табл. 15).

Таблица 15

Повторяемость (%) сильных ветров (15 м/с и более) по направлениям. 1936—1955 гг.

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
I		7,1	14,3	14,3		28,6	21,4	14,3
II	10,7	21,7	7,1	3,6	10,7	28,7	10,7	7,1
III	18,3	21,8	13,3	10,0	3,3	8,3	20,0	5,0
IV	9,6	39,9	21,7	12,0		4,8	8,4	3,6
V	13,6	52,3	18,2	9,1	2,3			4,5
VI	58,8	11,8				5,9	17,7	5,9
VII	45,5	18,2	9,1			9,1	9,1	9,0
VIII	18,2	45,5				18,2	9,1	9,0
IX	22,2	50,0				5,6		22,2
X	12,5						50,0	37,5
XI	4,3	69,9		4,3		8,6	4,3	8,6
XII		66,8		8,3	8,3		8,3	8,3
Год	15,3	35,2	12,2	7,8	2,2	8,8	11,3	7,2

При проектировании зданий и сооружений для учета ветровых нагрузок используются значения скорости ветра заданной вероятности [11, 19].

Расчетные скорости ветра в Нукусе представлены в табл. 16.

Таблица 16

Наибольшая скорость ветра (м/с) различной вероятности

Скорость ветра, возможная один раз в				
год	5 лет	10 лет	15 лет	20 лет
21	24	25	26	27

В суточном ходе скорости ветра выражены максимум и минимум в течение всего года (см. табл. 5 приложения).

Штили отмечаются редко, их повторяемость за год составляет 13 % (см. табл. 4 приложения). Наибольшая повторяемость штилей отмечена в октябре (21 %), наименьшая — в марте (8 %).

Повторяемость различных направлений ветра вычислена для каждого из восьми румбов в процентах к общему числу случаев, когда отмечался ветер. Повторяемость штилей выражена в процентах от общего числа наблюдений.

4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

4.1. Температура воздуха

Температура воздуха — один из основных метеорологических показателей, который используется в различных отраслях народного хозяйства. Измеряется она термометрами, установленными в жалюзийной будке на высоте 2 м.

Средняя годовая температура воздуха в Нукусе составляет 11,4 °С (табл. 17). Средняя месячная температура зимой отрицательна, минимум (—5,3 °С) приходится на январь. Январь в 42 % лет был самым холодным месяцем в году. В 28 % лет самым холодным оказался февраль, в 30 % лет — декабрь. Средняя месячная температура воздуха характеризуется большой изменчивостью ($\sigma = 3{,}7$—4,5 °С). В январе, например, крайние значения составляют 0,3 ... —15,5 °С.

Таблица 17

Средняя месячная и годовая температура воздуха t (°С). 1936—1979 гг.

Месяц	t	σ	$t_{макс}$	Год	$t_{мин}$	Год
I	—5,3	3,7	0,3	1958	—15,5	1977
II	—3,3	4,5	3,9	1953	—12,7	1945
III	3,8	3,0	10,9	1944	—1,6	1960
IV	13,3	1,6	17,5	1977	9,9	1937
V	21,0	1,6	25,2	1961	17,0	1940
VI	25,7	1,4	29,4	1977	23,1	1941
VII	27,7	1,2	30,4	1975	24,7	1938
VIII	25,2	1,0	27,8	1976	23,4	1951
IX	19,2	1,3	22,1	1978	16,6	1958
X	10,7	1,6	14,4	1979	7,0	1976
XI	2,7	2,9	7,5	1971	—3,4	1950
XII	—3,5	3,7	3,2	1971	—11,5	1944
Год	11,4	1,9	12,9	1941	9,5	1949

Весной приток тепла от солнца начинает заметно преобладать над потерей тепла на излучение. В связи с заметной трансформацией воздушных масс ослабевает эффект холодных вторжений. Происходит резкое увеличение температуры. Апрель теплее марта на 9,5 °С, средняя месячная температура в мае выше, чем в апреле, на 7,7 °С. Летом различия средних месячных температур невелики (2,0—2,2 °С). Наибольшая средняя месячная температура (27,7 °С) приходится на июль, который почти всегда (87 % лет) бывает самым жарким месяцем в году. В 12 % лет самым жарким оказывается июнь, один раз (1938 г.) самым жарким был август. С сентября начинается понижение температуры воздуха на 8,0—8,5 °С от месяца к месяцу.

В теплый период изменчивость температуры колеблется от 1,0 до 1,6 °С. Летом аномалии температуры преимущественно слабые,

в пределах ±1 °С (табл. 18). Зимой преобладают очень сильные аномалии. Более чем в 30 % случаев температура ниже нормы на 3 °С.

Для учета обеспеченности теплом в период вегетации различных растений необходимо знать даты перехода средних суточных температур воздуха через определенные пределы.

Таблица 18

Повторяемость (%) отклонений температуры воздуха от нормы по градациям

Месяц	Отклонения, °С								
	<−3	−2,1... −3	−1,1... −2,0	−0,6... −1,0	±0,5	0,6—1,0	1,1—2,0	2,1—3,0	>3
I	32,6	9,3	11,6	4,7	11,6	2,3	9,3	9,3	9,3
II	34,9	2,3	11,6	0,0	9,3	2,3	9,3	9,4	10,9
III	16,3	13,9	11,6	7,0	25,6	2,3	4,7	7,0	11,6
IV	4,7	18,6	11,6	11,6	20,9	13,9	13,9	4,8	0,0
V	2,3	11,6	20,9	13,9	25,8	11,6	9,3	2,3	2,3
VI	4,5	6,8	25,0	9,1	36,4	6,8	11,4	0,0	0,0
VII	2,3	6,8	25,0	18,2	34,1	2,3	9,0	2,3	0,0
VIII	2,3	6,8	22,8	15,9	38,6	13,6	0,0	0,0	0,0
IX	2,4	13,6	15,9	20,4	29,5	9,1	9,1	0,0	0,0
X	7,0	9,3	20,9	20,9	20,9	4,7	9,3	4,7	2,3
XI	26,2	9,5	11,9	4,8	7,1	4,8	23,8	4,8	7,1
XII	30,2	4,7	7,0	11,6	13,8	7,0	4,7	4,7	16,3
Год	2,4	29,3	24,4	34,1	4,9	4,9	0,0	0,0	0,0

Переход через 0 °С в сторону понижения характеризует условия, соответствующие зимнему покою растительности, переход через 5 °С — начало и конец вегетационного периода нетеплолюбивой травянистой растительности, переход через 10 °С — период активной вегетации большинства сельскохозяйственных культур, переход через 25 °С — высокий уровень летних температур [14]. Средние многолетние даты перехода средней суточной температуры через определенные пределы приведены в табл. 19.

Таблица 19

Даты наступления средних суточных температур воздуха выше определенных пределов и число дней с температурой, превышающей эти пределы. 1936—1960 гг.

Температура, °С	Дата начала	Дата конца	Продолжительность, дни
−5	9 II	24 XII	317
0	6 III	23 XI	261
5	21 III	5 XI	228
10	8 IV	17 X	191
15	23 IV	28 IX	157
20	13 V	10 IX	119
25	14 VI	13 VIII	59

В суточном ходе температуры воздуха в холодный период максимум наблюдается в 15 ч, минимум — в 6 ч (см. табл. 6 приложения).

Основной характеристикой суточного хода температуры является

ее суточная амплитуда A. Для ее характеристики были использованы данные, полученные по средним месячным значениям максимальной и минимальной температуры, которые отличаются от амплитуд, вычисленных по ежедневным данным, не более чем на 0,5 °С:

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Амплитуда, °С	9,0	10,4	11,7	14,1	15,4	16,2	15,9	16,3	16,4	14,7	11,5	8,7	15,3

В годовом ходе суточная амплитуда температуры изменяется от 8,7 °С в декабре до 16,4 °С в сентябре. В весенние месяцы значения средних суточных амплитуд ниже, чем осенью. Эти различия связаны с менее значительной облачностью в осенние месяцы по сравнению с соответствующим весенним, вследствие чего ночное выхолаживание деятельной поверхности за счет эффективного излучения осенью выше, чем весной. Также в сухой осенний период дневные затраты тепла на испарение с деятельной поверхности значительно меньше, что обусловливает высокий нагрев почвы, а следовательно и воздуха, в дневные часы.

Наиболее теплую часть суток характеризуют средние максимальные температуры, которые в Нукусе отрицательны только в январе (—0,4 °С) и зимой характеризуются большой изменчивостью: значение среднего квадратического отклонения достигает 4,7 °С (табл. 20). Летом максимальная температура выше 33 °С

Таблица 20

Средняя максимальная температура воздуха t (°С). 1936—1979 гг.

Месяц	t	σ	$t_{макс}$	Год	$t_{мин}$	Год
I	—0,4	3,6	5,0	1948	—9,9	1977
II	2,4	4,7	10,5	1958	—5,6	1969
III	10,5	3,4	20,0	1944	3,5	1954
IV	20,7	2,0	25,7	1977	17,6	1937
V	28,6	2,0	33,8	1961	23,7	1940
VI	33,3	1,5	36,7	1977	31,1	1947, 1954
VII	35,2	1,4	38,1	1975	31,8	1938
VIII	33,2	1,1	35,6	1976	31,1	1949
IX	27,4	1,4	30,6	1957	24,1	1973
X	18,6	1,9	22,4	1974	13,3	1976
XI	9,2	2,8	15,0	1947	3,1	1959
XII	1,6	3,2	6,7	1940	—5,3	1952
Год	18,4	0,9	19,9	1955	16,6	1949, 1969

и достаточно устойчива ($\sigma = 1{,}1 \ldots 1{,}5$). Абсолютный максимум, зарегистрированный в городе, составил 44,6 °С в июле 1975 г. (табл. 21).

Рисунок 9 показывает вероятность различного числа дней с максимальной температурой выше 25 °С в отдельные месяцы. В июле и августе таких дней может быть 30 (вероятность около 80 %). С вероятностью 10—20 % в марте наблюдается два—четыре жарких дня, а в октябре — 14—18.

Таблица 21

Абсолютный максимум температуры воздуха T (°С). 1936—1979 гг.

Месяц	T	σ	$T_{макс}$	Год	$T_{мин}$	Год
I	9,6	4,7	17,6	1950	—3,7	1927
II	13,8	5,1	25,1	1963	—5,7	1943, 1945
III	22,8	3,9	32,2	1946	16,2	1976
IV	31,1	1,7	36,7	1972	25,7	1953
V	36,3	2,0	40,8	1974	32,7	1958, 1979
VI	40,2	1,7	43,6	1956	36,7	1954
VII	40,9	2,4	44,6	1975	37,1	1936
VIII	39,8	1,7	43,2	1964	36,3	1938
IX	35,5	2,1	39,4	1947	30,4	1949
X	28,8	2,5	34,3	1970	23,2	1951
XI	19,9	3,8	26,2	1938, 1947	11,6	1959
XII	11,3	3,8	17,0	1967	2,5	1944
Год	41,5	2,0	44,6	1975	38,1	1954

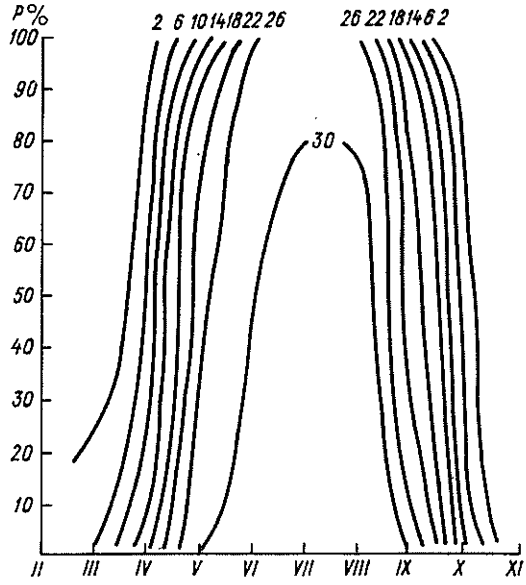

Рис. 9. Изоплеты числа дней n с высокой температурой воздуха (25 °С и более) различной обеспеченности P (%) выше указанных пределов в отдельные месяцы.

Суммарную за месяц и непрерывную длительность жарких периодов с температурой выше 35 и 40 °С и их повторяемость можно определить по табл. 22 и 23.

Жара крайне редко длится более пяти дней подряд. Число дней с температурой 40 °С и более за рассматриваемый период не превышало 5.

О температуре воздуха в наиболее холодную часть суток дают представление средние минимальные температуры (табл. 24). Их значение изменяется от —9,5 °С в январе до 19,3 °С в июле. Изменчивость средней минимальной температуры зимой ($\sigma = 4{,}0\ldots4{,}8$ °С) почти в четыре раза больше, чем летом ($\sigma = 1{,}3\ldots1{,}4$ °С).

Таблица 22

Среднее и максимальное число жарких дней n с температурой выше указанных пределов. 1936—1979 гг.

Месяц	Непрерывное						Суммарное за месяц					
	⩾35 °С			⩾40 °С			⩾35 °С			⩾40 °С		
	$\bar{n}$	$n_{макс}$	Год	$\bar{n}$	$n_{макс}$	Год	$\bar{n}$	$n_{макс}$	Год	$\bar{n}$	$n_{макс}$	Год
V	1,8	9	1948	1,2	2	1952	3,2	12	1961	1,7	2	1952
VI	2,3	10	1949	1,4	5	1966	9,8	18	1939	2,0	5	1966
VII	2,9	14	1940	1,6	4	1949	14,6	26	1966	3,4	11	1975
VIII	2,4	10	1974	1,8	11	1955	8,8	15	1953	2,1	12	1955
IX	1,7	4	1971	0	0		2,1	6	1971	0	0	

Таблица 23

Повторяемость (%) непрерывной α и суммарной δ продолжительности жарких дней с температурой выше указанных пределов. 1936—1979 гг.

Месяц	Число дней					
	⩽5	6—10	11—15	16—20	21—25	26—30
			⩾35 °С (α)			
V	97	3				
VI	92	8				
VII	88	11	1			
VIII	91	9				
IX	100					
			⩾35 °С (δ)			
V	85	12	3			
VI	9	56	21	14		
VII		18	42	34	4	2
VIII	20	43	37			
IX	96	4				
			⩾40 °С (δ)			
V	100					
VI	100					
VII	83	13	4			
VIII	91	9				

Таблица 24

Средняя минимальная температура воздуха t (°С). 1936—1979 гг.

Месяц	t	σ	$t_{макс}$	Год	$t_{мин}$	Год
I	—9,5	4,0	—3,0	1958	—20,6	1977
II	—8,0	4,8	—0,6	1953	—19,0	1945
III	—1,2	2,5	3,2	1944	—6,9	1960
IV	6,6	1,7	9,8	1977	2,7	1937
V	13,2	1,4	16,9	1961	10,1	1940
VI	17,1	1,4	19,5	1973	14,4	1947
VII	19,3	1,3	21,9	1975, 1979	16,6	1938
VIII	16,9	1,3	19,5	1945	14,7	1951
IX	11,0	1,5	14,7	1979	8,4	1943
X	3,9	1,8	9,2	1979	—0,7	1949
XI	—2,3	3,1	2,9	1977	—9,5	1950
XII	—7,1	4,1	0,8	1971	—16,9	1944
Год	5,0	1,0	6,6	1941	2,6	1950

Температура воздуха —10 °С и ниже относится к опасным явлениям погоды, существенно осложняющим работу газопроводов и транспорта [21, 22].

Рисунок 10 дает возможность определить, с какой вероятностью следует ожидать то или иное количество дней в месяце с температурой —10 °С и ниже. Например, с вероятностью 70 % таких дней в декабре возможно семь, в январе — 11, в феврале — пять.

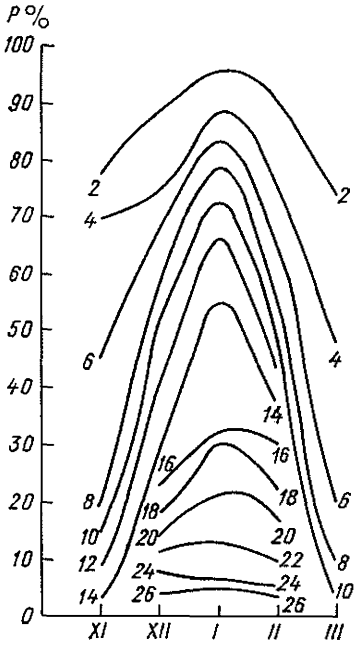

Рис. 10. Изоплеты числа дней с низкой температурой воздуха (—10 °С и ниже) различной обеспеченности P (%) ниже указанных пределов в отдельные месяцы.

Насколько низко может опускаться температура, показывает табл. 25. Абсолютный минимум (—34,2 °С) отмечен в январе 1973 г.

Таблица 25

Абсолютный минимум температуры воздуха T (°С). 1936—1979 гг.

Месяц	T	σ	$T_{макс}$	Год	$T_{мин}$	Год
I	—21,3	6,0	—9,7	1976	—34,2	1973
II	—19,1	6,3	—5,6	1952	—30,8	1967
III	—11,2	5,0	—2,3	1947	—25,3	1945
IV	—1,9	2,7	2,6	1941	—7,3	1955
V	6,7	2,3	11,0	1962, 1976	1,4	1937, 1952
VI	10,6	2,8	15,3	1974	6,0	1949
VII	13,9	2,2	18,1	1974	9,2	1949
VIII	10,7	1,8	14,9	1976	7,1	1947, 1950
IX	3,7	2,6	9,1	1979	—2,5	1973
X	—4,1	2,8	2,2	1971	—8,6	1976
XI	—11,5	5,7	—2,6	1973	—24,3	1950
XII	—17,9	5,4	—6,7	1969	—26,3	1966
Год	—24,4	4,1	—16,2	1961	—34,2	1973

Вероятность абсолютных минимумов ниже определенных пределов показана на рис. 11.

Одной из существенных характеристик зимы являются устойчивые морозы. За период с устойчивыми морозами принят период продолжительностью не менее месяца, когда максимальная температура не превышает 0 °С; возможны три дня с оттепелью ($t_{макс} > 0$ °С), но не в первые и не в последние десять дней периода.

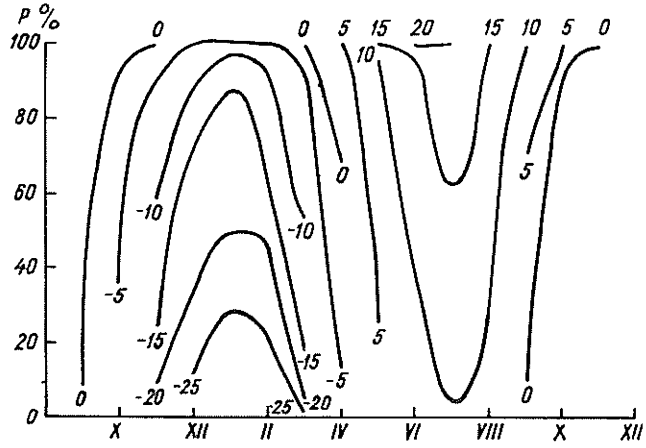

Рис. 11. Изоплеты абсолютного минимума температуры воздуха (°С) различной обеспеченности P (%) ниже указанных пределов в отдельные месяцы.

Устойчивые морозы не характерны для Нукуса. Они отмечены лишь в 18 % зим. Особенно продолжительными были морозные периоды зимой 1944-45 г. (53 дня), 1968-69 г. (36 дней), 1976-77 г. (48 дней).

Для холодного периода рассмотрены случаи, когда минимальная температура не превышала 0 °С (морозные дни) и была выше 0 °С (потепления). Средняя непрерывная продолжительность периодов с морозами изменяется от 4,7 дня в ноябре и марте до 13,8 дня в январе (табл. 26). Число морозных дней за месяц колеблется от 18 до 29.

Периоды потепления бывают ежегодно. Непрерывная продолжительность потеплений в основном менее 5 дней, а в отдельные годы 10—16 дней (табл. 27).

Для оценки морозоопасности территории необходимы сведения о заморозках — понижениях температуры до 0 °С и ниже на фоне положительных средних суточных температур. Различают заморозки осенние и весенние, в воздухе и на почве. Таблица 28 показывает, что основная доля заморозков — слабые (до —2 °С). Осенью 36 % и весной 30 % заморозков — сильные (при температуре ниже —2 °С).

Самая ранняя дата осеннего заморозка отмечалась 26 сентября,

Таблица 26

Повторяемость (%) непрерывной и суммарной продолжительности τ (дни) морозных периодов. 1936—1979 гг.

Месяц	Продолжительность, дни							τ	$\tau_{макс}$	Год
	≤5	6—10	11—15	16—20	21—25	26—30	≥31			
					Непрерывная продолжительность					
XI	71,2	16,0	6,7	3,7	1,2	1,2		4,7	30	1959, 1966
XII	50,4	13,8	9,2	4,6	5,5	6,4	10,1	10,4	31	1938 и др.
I	37,6	10,6	11,8	7,1	9,4	3,5	20,0	13,8	31	1969 и др.
II	50,8	18,2	6,4	6,4	8,2	10,0		9,0	29	1972 и др.
III	72,1	15,5	6,8	3,8	0,6	1,2		4,7	28	1949
					Суммарная продолжительность					
XI		9,5	21,4	28,6	28,6	11,9		18,3	30	1959
XII			2,3	14,0	18,6	39,5	25,6	26,4	31	1938 и др.
I			2,4		7,3	48,8	41,5	28,8	31	1940 и др.
II			7,3	9,8	31,7	51,2		24,3	29	1972 и др.
III		9,5	26,2	32,0	19,0	13,3		18,2	30	1949

Таблица 27

Повторяемость (%) непрерывной и суммарной продолжительности τ (дни) периодов потепления. 1936—1979 гг.

Месяц	Продолжительность, дни					τ	$\tau_{макс}$	Год
	≤5	6—10	11—15	16—20	21—25			
				Непрерывная продолжительность				
XI	86,7	11,3	2,0			3,2	12	1956, 1971
XII	91,5	7,3		1,2		2,4	16	1971
I	98,1	1,9				1,7	10	1946
II	91,1	8,9				2,0	10	1941
III	83,4	12,8	3,8			2,8	15	1971
				Суммарная продолжительность				
XI	12,5	32,5	22,5	22,5	10,0	11,7	27	1977 и др.
XII	53,1	25,0	18,8	3,1		4,6	18	1971
I	83,3	12,5		4,2		2,2	20	1946
II	66,7	18,2	15,1			4,0	14	1941, 1958
III	14,3	19,0	31,0	26,2	9,5	12,8	25	1947

Таблица 28

Повторяемость (%) весенних и осенних заморозков различной интенсивности. 1936—1973 гг.

Заморозок	Температура, °С							Наибольшая интенсивность	
	0	—0,1... —1,0	—1,1... —2,0	—2,1... —3,0	—3,1... —4,0	—4,1... —5,0	<—5,0	°С	дата
				Весенний заморозок					
В воздухе	3	32	30	22	8	5	0	—4,8	26 III 1959
На почве	28	28	24	15	0	0	5	—6,2	22 IV 1942
				Осенний заморозок					
В воздухе	3	33	36	16	6	6	0	—4,5	15 X 1939
На почве	16	32	16	28	4	0	4	—6,0	27 IX 1973

самый поздний весенний заморозок был 18 марта (табл. 29). На почве заморозки начинаются раньше и кончаются позже на одну-две недели.

Таблица 29

Даты первых осенних, последних весенних заморозков и вероятность (%) их наступления (прекращения) по декадам

Заморозок	Дата			Сентябрь			Октябрь			Ноябрь		
	средняя	ранняя	поздняя	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Осенний заморозок												
В воздухе	14 X	26 IX 1958	10 XI 1974		0	6	36	72	96	100		
На почве	3 X	14 IX 1963	29 X 1954	0	8	44	72	88	100			

Заморозок	Дата			Март			Апрель		
	средняя	ранняя	поздняя	1	2	3	1	2	3
Весенний заморозок									
В воздухе	9 IV	18 III 1947	26 IV 1968	0	3	24	54	84	100
На почве	14 IV	25 III 1973	28 IV 1966		0	8	37	71	100

В табл. 30 приведены расчетные характеристики температуры воздуха, используемые для проектирования зданий и сооружений.

Для полной оценки температурного режима при строительных работах следует учитывать комплексное воздействие температур и ветра. На рис. 12 показана температура воздуха при различных направлениях ветра (термические розы) и для сравнения пунктирной линией проведена средняя месячная температура независимо от направления ветра.

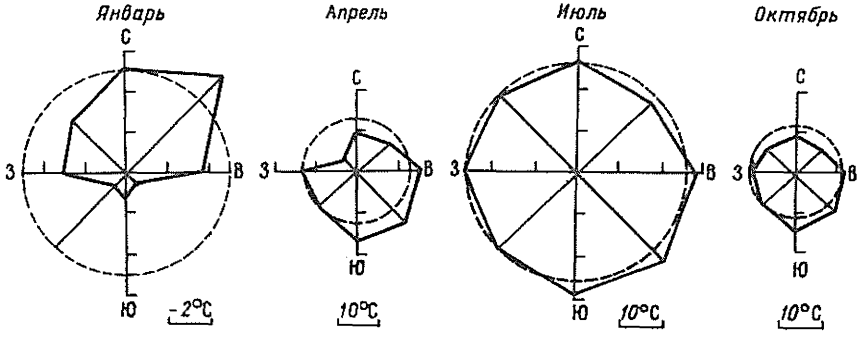

Рис. 12. Зависимость температуры воздуха от направления ветра.

Зимой самые низкие температуры связаны с северными и северо-западными ветрами. Весной потеплениям способствуют ветры юго-западной четверти горизонта. Летом и осенью распределение температур по румбам сглаженное.

Таблица 30

Расчетные характеристики температуры воздуха (°С)

Показатель	°С, дни	Объект проектирования	Способ вычисления
Отопительный период		Системы отопления, нормы топлива	Период со средней суточной температурой 8 °С определяется по кривым годового хода средней суточной температуры
средняя температура	—1,4		
продолжительность	158		
Наиболее холодная пятидневка	—20,6	Массивные ограждающие конструкции зданий, системы отопления в них	Среднее из наиболее холодных пятидневок (16 % лет из периода наблюдений)
Наиболее холодные сутки	—24,8	Легкие ограждающие конструкции зданий, системы отопления в них	Среднее из наиболее низких суточных температур (16 % лет из периода наблюдений)
Вентиляционная температура	—10,2	Вентиляция	Средняя температура наиболее холодной части отопительного периода, составляющей 15 % его продолжительности. Она вычислена по уравнению линейной связи со средней суточной температурой
Наиболее жаркие сутки	35,2	Ограждающие конструкции	Среднее из наиболее высоких суточных температур (16 % лет из периода наблюдений)

Таблица 31

Различия средних суточных температур воздуха (°С) Нукуса и близлежащих станций

Станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	Годы осреднения
Нукус—Чимбай	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,2	1,4	1,1	0,6	0,2	1,0	1936—1979
Нукус—Тахиаташ	—0,4	—0,4	—0,1	—0,1	—0,2	—0,2	—0,1	0,0	0,0	—0,4	—0,3	—0,4	0,0	1966—1979
Нукус—Ходжейли	—0,3	—0,4	—0,1	0,3	0,5	1,0	1,2	0,7	0,4	0,2	—0,3	—0,4	0,3	1941—1945

Для сравнения термического режима в Нукусе и его окрестностях в табл. 31, 32 приведены разности температур на станции Нукус

Таблица 32

Разности средних экстремальных Δt и абсолютных экстремальных ΔT температур воздуха (°С) между станциями Нукус и Чимбай. 1936—1979 гг.

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII
$\Delta t_{макс}$	0,1	0,4	0,9	1,0	0,8	1,1	1,3
$\Delta t_{мин}$	0,5	0,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,5
$\Delta T_{макс}$	0,6	0,7	—0,4	—0,4	—0,3	1,7	0,8
$\Delta T_{мин}$	—0,5	—1,2	—2,7	1,5	1,0	0,1	0,8

Характеристика	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\Delta t_{макс}$	1,3	1,0	0,9	0,4	0,5	1,5
$\Delta t_{мин}$	1,2	1,2	1,2	0,5	0,0	1,2
$\Delta T_{макс}$	—0,7	2,6	0,8	0,0	—0,3	0,7
$\Delta T_{мин}$	—0,3	1,1	1,4	1,2	3,4	—0,5

и станциях Чимбай, Тахиаташ и Ходжейли, расположенных соответственно на севере, юге и западе от Нукуса. Отмеченные различия объясняются преимущественно особенностями географического положения рассмотренных пунктов.

4.2. Температура почвы

Наблюдения за температурой почвы в Нукусе проводятся на открытой площадке без растительного покрова, зимой — на поверхности снега. На станции до глубины 10—20 см почва песчаная, глубже — суглинок, грунтовые воды залегают на глубине 1,5—2,5 м.

В табл. 33 приведены средние, средние максимальные и минимальные температуры, осредненные за 1950, 1954—1979 гг. Экстремальные температуры приведены с 1959 по 1979 г.

Таблица 33

Температура почвы (°С). 1936—1979 гг.

Месяц	t	$t_{макс}$	$T_{макс}$	Год	$t_{мин}$	$T_{мин}$	Год
I	—6	3	23	1963	—13	—38	1973
II	—3	9	32	1963	—10	—34	1967
III	5	20	45	1970	—2	—21	1971
IV	16	35	58	1977	5	—10	1960
V	25	48	68	1966	11	—1	1966
VI	32	56	70	1973	15	5	1971
VII	34	58	70	1977	17	9	1967
VIII	30	54	68	1975	15	5	1965
IX	22	45	58	1977	9	—6	1973
X	12	31	54	1972	2	—13	1964
XI	3	16	34	1967	—4	—21	1962
XII	—3	5	24	1967	—8	—29	1976
Год	14	32	70	1973	3	—38	1973

Средняя годовая температура поверхности почвы составляет 14 °С, годовая амплитуда равна 38 °С. Средняя месячная температура меняется от —6 °С в январе до 34 °С в июле. Крайние значения температуры достигают —38 °С в январе и 70 °С в июле.

Летом почва нагревается быстрее, чем воздух. Самая высокая температура отмечается около 12 ч (см. табл. 7 приложения). Наибольшая суточная амплитуда температуры почвы летом составляет 36 °С, что почти в три раза больше, чем в воздухе. Зимой суточная амплитуда уменьшается до 10 °С.

5. РЕЖИМ АТМОСФЕРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

5.1. Влажность воздуха

Влажность воздуха, являясь одним из важных факторов климата, приобретает особый интерес в условиях засушливого климата. Данные о влажности используются в сельском хозяйстве, строительстве, медицине и т. д.

Основными характеристиками влажности воздуха являются парциальное давление водяного пара, относительная влажность и дефицит насыщения.

Парциальное давление водяного пара измеряется в гектопаскалях (гПа). Парциальное давление водяного пара в Нукусе имеет хорошо выраженный годовой ход с максимумом в июле (15,4 гПа) и минимумом в январе (3,6 гПа). Среднее годовое парциальное давление водяного пара составляет 8,3 гПа, а годовая амплитуда 11,8 гПа (табл. 34). Парциальное давление водяного пара подвержено незначительным колебаниям из года в год. Так, в январе отклонения составляют 1,7—2,0 гПа, в июле 1,7—2,8 гПа.

Суточный ход парциального давления водяного пара в зимние месяцы выражен слабо (см. табл. 8 приложения). Теплый период характеризуется двухвершинным ходом парциального давления водяного пара с максимумом в 6 и 18 ч, причем утренний максимум более выражен, чем вечерний. Дневной минимум приходится на 12—15 ч, когда сильно развит турбулентный обмен между приземными и более высокими слоями атмосферы.

Относительная влажность выражается в процентах. Средняя годовая относительная влажность в Нукусе составляет 58 %. В годовом ходе наибольшая средняя месячная относительная влажность приходится на декабрь и февраль (79 и 74 %), весной и в начале лета ее значения несколько уменьшаются и в мае и июне достигают минимума (44 и 41 %). В первой половине осени относительная влажность имеет более низкие значения, чем весной (см. табл. 34).

Относительная влажность характеризуется выраженным суточным ходом (см. табл. 9 приложения) с максимумом в 3—6 ч и минимумом в 12—15 ч. Данные о минимальных значениях относительной влажности представляют особый интерес. Повторяемость ее различных градаций приводится в табл. 10 приложения, а ее средние и экстремальные значения — в табл. 35. Максимальная относительная влажность была отмечена в феврале 1950 г. и составила 67 %. Минимальная относительная влажность наблюдалась в мае 1959 г. и была равна лишь 3 %.

Среднее число дней с относительной влажностью 30 % и менее в среднем за год примерно равно 157. Наибольшее число дней приходится на июнь (табл. 36). С точки зрения теплового режима человека такую влажность в жаркие дни следует расценивать как положительный фактор, снижающий напряженность терморегулятор-

Таблица 34

Относительная влажность r (%), парциальное давление водяного пара e (гПа) и дефицит насыщения d (гПа). 1937—1979 гг.

Месяц	$\bar{r}$	$r_{макс}$	Год	$r_{мин}$	Год	$\bar{e}$	$e_{макс}$	Год	$e_{мин}$	Год	$\bar{d}$	$d_{макс}$	Год	$d_{мин}$	Год
I	79	86	1965	71	1969	3,6	5,9	1966	1,6	1969	0,9	2,3	1966	0,4	1949
II	74	86	1937	65	1955	3,9	6,2	1953	1,6	1945	1,5	3,8	1958	0,4	1950
III	66	77	1954	49	1944	5,3	6,4	1968	3,3	1960	3,6	8,9	1944	1,3	1949
IV	52	68	1969	40	1957	7,7	10,2	1967	5,2	1957	8,9	13,4	1977	6,0	1964
V	44	60	1978	32	1944	10,2	13,0	1968	7,2	1959	16,3	24,3	1961	10,5	1978
VI	41	49	1957	32	1941	12,7	16,0	1976	10,4	1944	22,4	29,5	1941	18,4	1950
VII	45	54	1970	39	1979	15,4	18,2	1970	13,7	1941	23,3	29,4	1975	16,9	1938
VIII	47	54	1956	41	1979	14,2	17,6	1945	12,3	1978	19,4	22,9	1973	12,5	1949
IX	51	57	1937	45	1971	10,4	12,6	1978	8,5	1972	12,9	16,8	1971	10,5	1945
X	57	66	1979	47	1972	6,9	10,8	1979	5,2	1964	7,1	9,4	1974	4,2	1949
XI	68	82	1969	61	1961	5,3	7,2	1969	3,8	1959	3,0	4,9	1961	1,6	1959
XII	79	90	1979	66	1944	4,2	6,6	1971	1,8	1944	1,1	2,0	1965	0,7	1970
Год	58	63	1967	53	1944	8,3	9,2	1979	7,5	1972	10,0	11,7	1977	7,9	1949

Таблица 35

Минимальная относительная влажность *r* (%). 1936—1979 гг.

Месяц	$\bar{r}$	$r_{макс}$	Год	$r_{мин}$	Год
I	40	58	1949	19	1966
II	32	67	1950	4	1942
III	18	38	1967	4	1946
IV	14	25	1949	4	1957
V	11	20	1978	3	1959
VI	12	22	1950	6	1944
VII	14	22	1970	7	1962
VIII	13	21	1949	5	1962
IX	12	19	1979	8	1941
X	14	27	1979	7	1956
XI	23	41	1969	12	1956
XII	35	55	1969	16	1956
Год	9	15	1979	13	1958

Таблица 36

Число дней *n* с относительной влажностью 30 % и менее в один из сроков наблюдений и 80 % и более в 13 ч. 1936—1979 гг.

Месяц	⩽30 %					⩾80 %			
	$\bar{n}$	$n_{макс}$	Год	$n_{мин}$	Год	$\bar{n}$	$n_{макс}$	Год	$n_{мин}$
I	0,3	5	1966	0	1940	8,9	20	1968	1
II	2,0	15	1942	0	1940	6,2	22	1940	0
III	7,6	21	1944	0	1967	2,9	13	1969	0
IV	15,2	26	1957	3	1979	1,2	7	1969	0
V	22,5	30	1957	9	1978	0,8	2	1940	0
VI	24,2	29	1966	18	1963	0,0	1	1967	0
VII	22,7	29	1966	15	1940	0,1	1	1938	0
VIII	23,4	30	1963	14	1943	0,0	1	1958	0
IX	19,8	28	1971	0	1967	0,0	1	1940	0
X	14,5	27	1974	2	1979	0,6	4	1968	0
XI	4,6	14	1967	0	1959	2,8	15	1969	0
XII	1,0	7	1967	0	1944	10,4	21	1966	2
Год	156,8	197	1944	108	1967	33,9	84	1969	11

ной системы организма («сухая жара»). Из табл. 37 видно, что в летний период практически ежегодно в один из сроков наблюдений относительная влажность 50 % и менее. Дни с относительной влажностью 80 % и более в 13 ч в летний период и в начале осени наблюдаются один раз в 10 лет и реже. Наибольшая их повторяемость приходится на зимние месяцы и составляет в среднем шесть—десять дней в месяц (табл. 36). В те летние дни, когда в 13 ч относительная влажность достигает или же превышает 80 %, тепловое самочувствие человека обычно бывает весьма тяжелым (условия духоты), при котором напряженность терморегуляторной системы организма приближается к своему верхнему пределу.

Дефицит насыщения в зимние месяцы в Нукусе невелик. Среднее месячное значение в январе равно 0,9 гПа (см. табл. 34). С повыше-

Таблица 37

Число дней n с относительной влажностью менее 50 % в один из сроков наблюдения

Месяц	$\bar{n}$	$n_{макс}$	$n_{мин}$
I	3,6	12	0
II	8,3	28	0
III	17,3	29	7
IV	26,8	30	22
V	29,5	31	24
VI	29,4	30	27
VII	30,6	31	30
VIII	29,2	31	24
IX	29,1	30	25
X	26,3	31	14
XI	18,0	25	8
XII	6,3	19	0
Год	254,4	289	219

нием температуры воздуха в годовом ходе значения дефицита насыщения возрастают и в июле достигают 23,3 гПа. В суточном ходе дефицит насыщения наибольших значений достигает в послеполуденное время, наименьших — ночью (см. табл. 11 приложения). Суточный ход дефицита насыщения особенно хорошо выражен с апреля по октябрь.

5.2. Атмосферные осадки и снежный покров

Атмосферные осадки представляют собой приходную часть водного баланса, они могут выпадать в жидком, твердом и смешанном виде. В зависимости от характера выпадения осадков их делят на четыре основных вида: 1 — обложные, выпадающие из фронтальных слоисто-дождевых облаков; 2 — ливневые, выпадающие из кучево-дождевых облаков; 3 — обложные, переходящие в ливневые и наоборот, выпадающие из слоисто-дождевых и высоко-слоистых облаков с маскированными кучево-дождевыми облаками; при прохождении такой облачной системы отмечается непрерывный переход обложных осадков в ливневые и наоборот; 4 — обложные и ливневые, выпадающие раздельно из слоисто-дождевых, высоко-слоистых и кучево-дождевых облаков, связанных с различными синоптическими образованиями [16, 21, 22].

В Нукусе с октября по март преобладают обложные осадки:

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Обложные, %	93	87	75	56	40	25	31	38	55	69	80	94
Ливневые, %	7	13	25	44	60	75	69	62	45	31	20	6

Наибольшая их повторяемость приходится на декабрь и январь (94 и 93 %). В летний период преобладают осадки ливневого характера (62—75 %).

В суточном ходе обложных осадков отмечается некоторое их преобладание в ночные часы, тогда как ливневые осадки чаще наблюдаются в дневные часы (табл. 38).

Таблица 38

Повторяемость (%) осадков по их видам ночью (19—7 ч) и днем (7—19 ч). 1936—1979 гг.

Месяц	Обложные		Ливневые		Обложные с ливневыми	
	ночь	день	ночь	день	ночь	день
I	95	92	2	4	3	4
II	93	85	3	8	4	7
III	87	66	9	22	4	12
IV	65	44	30	48	5	8
V	35	40	59	55	6	5
VI	22	23	88	76	0	I
VII	25	24	69	70	6	6
VIII	34	36	62	54	4	10
IX	49	47	46	47	5	6
X	75	66	23	26	2	8
XI	90	78	7	13	3	9
XII	99	92	0,3	3	1	5
Год	73	65	24	28	3	7

Обложные осадки характеризуются преимущественно небольшой продолжительностью (6 ч и менее):

Продолжительность, ч	⩽6	6,1—12,0	12,1—18,0	18,1—24,0
Обложные, %	76,6	16,2	5,1	1,0
Ливневые, %	92,6	7,4		

Продолжительность, ч	24,1—30,0	30,1—36,0	36,1—42,0
Обложные, %	0,68	0,4	0,1
Ливневые, %			

Однако в отдельных случаях обложные осадки могут наблюдаться более 36 ч. За рассматриваемый период продолжительность ливневых осадков не превосходила 12 ч.

Суммарная продолжительность осадков (независимо от их вида) составляет в Нукусе 170 ч в среднем за год. Наибольшая их продолжительность отмечается в зимние и весенние месяцы, максимум приходится на февраль (36 ч). В отдельные годы продолжительность τ (ч) осадков может значительно возрастать по сравнению с многолетней нормой (1936—1960 гг.):

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
τ	26	36	28	16	9	4	2	2	3	8	12	24	170
$\tau_{макс}$	84	116	64	42	43	14	8	15	12	31	44	78	256

Осадки в Нукусе характеризуются небольшой интенсивностью (i мм/мин):

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
i	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
$i_{макс}$	0,11	0,02	0,03	0,30	0,18	0,07	0,31	0,08	0,05	0,07	0,03	0,10
Число	17	25	23	26	11	11	25	6	29	29	30	28
Год	1972	1975	1970	1967	1972	1974	1967	1974	1969	1969	1971	1971

В отдельные годы интенсивность осадков может значительно возрастать. В весенние месяцы и летом, когда чаще наблюдаются осадки ливневого характера, их интенсивность достигает 0,18—0,31 мм/мин.

Повторяемость (в процентах) осадков различных видов по месяцам следующая:

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Твердые	41	18	16	0	0	0	0	0	0	1	41	23	13
Жидкие	25	37	69	99	100	100	100	100	100	96	48	46	72
Смешанные	34	45	15	1	0	0	0	0	0	3	11	37	15

В Нукусе в течение всего года (за исключением января) преобладают жидкие осадки. В среднем за год их выпадает 72 %.

В зимний период жидкие осадки составляют 25—46 % от всех остальных видов. В январе чаще всего отмечаются твердые осадки (41 %).

Ниже приводится повторяемость в процентах по градациям различных видов осадков в ночные (19—7) и дневные (7—19) часы:

Время, ч	Жидкие, мм			Твердые, мм		Смешанные, мм	
	⩽2,9	3,0—8,0	⩾8,0	⩽4,9	⩽5,0	⩽4,9	⩾5,0
19—7	43,0	10,6	4,6	32,4	1,9	7,1	0,4
7—19	47,1	12,1	3,4	28,7	1,3	7,2	0,2

Годовой ход осадков в Нукусе характеризуется небольшим их преобладанием в холодный период. Максимум приходится на март (13 мм), минимум — на август—сентябрь (1—2 мм).

Годовые и месячные количества осадков значительно колеблются из года в год. В 1969 г. за год выпало 225 мм при норме 83 мм (табл. 39). Суточный максимум осадков зафиксирован в июле 1938 г. и достиг 48 мм (норма осадков этого месяца выпала в одни сутки).

Таблица 39

Количество осадков x (мм). 1936—1979 гг.

Месяц, период	$\bar{x}$	$x_{макс}$	Год	$x_{мин}$	Год
I	8	23	1966	0	1957
II	10	34	1940	0	1942
III	13	48	1942	0,4	1951
IV	12	73	1969	0	1956
V	10	47	1963	0	1977
VI	5	28	1936	0	1970
VII	4	48	1938	0	1979
VIII	1	22	1961	0	1979
IX	2	19	1979	0	1978
X	5	32	1951	0	1972
XI	5	48	1969	0	1956
XII	8	30	1966	0	1949
Холодный (XI—III)	44	86	1940	16	1944
Теплый (VI—X)	39	116	1969	7	1975
Год	83	225	1969	32	1944

Отдельные годы характеризуются большой засушливостью. Так, в 1944 г. за год выпало только 32 мм осадков. Диапазон колебаний между наибольшими и наименьшими средними значениями осадков в зимние месяцы достигает 23—34 мм. Обеспеченность месячных и годовых сумм осадков приводится в табл. 12 приложения.

В табл. 40 сведены статистические характеристики числа полусуток с жидкими, твердыми и смешанными осадками по градациям. В среднем за год наибольшее число полусуток с жидкими осадками приходится на градацию 2,9 мм и менее (14,3), с твердыми и смешанными — на градацию 4,9 мм и менее (10,4 и 3,6 соответственно).

Таблица 40

Число полусуток с жидкими, твердыми и смешанными осадками

Показатель	Жидкие, мм			Твердые, мм		Смешанные, мм	
	⩽2,9	3,0—8,0	⩾8,0	⩽4,9	⩾5,0	⩽4,9	⩾5,0
$\bar{n}$	14,3	3,9	1,9	10,4	1,2	3,6	1,0
σ	9,3	2,1	0,9	6,4	0,7	2,6	0,0
$n_{макс}$	43	9	4	29	3	10	1
Год	1956	1952	1952	1950	1964	1940	1950
$n_{мин}$	4	1	1	2	1	1	1
Год	1940	1948	1954	1958	1937	1943	1959

В течение года чаще отмечаются осадки менее 1 мм. По мере увеличения градаций число дней с осадками уменьшается. Осадки более 30 мм могут отмечаться в теплый период (табл. 41).

Таблица 41

Число дней n с различным количеством осадков. 1912—1964 гг.

Месяц	Осадки, мм						
	⩾0,1	⩾0,5	⩾1,0	⩾5,0	⩾10,0	⩾20,0	⩾30,0
I	5,1	3,3	2,1	0,3	0,04	0,0	0,0
II	4,3	3,0	2,3	0,7	0,2	0,03	0,0
III	5,5	4,1	3,3	0,8	0,3	0,0	0,0
IV	3,5	2,8	2,0	0,9	0,2	0,1	0,0
V	3,1	2,3	1,8	0,7	0,2	0,1	0,1
VI	2,0	1,4	1,2	0,3	0,1	0,03	0,0
VII	1,2	0,7	0,5	0,2	0,1	0,1	0,03
VIII	0,9	0,6	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0
IX	1,2	0,7	0,5	0,3	0,03	0,0	0,0
X	2,8	1,8	1,4	0,3	0,1	0,0	0,0
XI	2,8	2,1	1,6	0,1	0,04	0,0	0,0
XII	4,4	2,7	2,0	0,6	0,1	0,0	0,0
Год	36,8	25,5	19,1	5,3	1,5	0,4	0,1

Осадки в Нукусе в течение года выпадают неравномерно. Периоды с осадками чередуются с длительными периодами без дождя. Особенности атмосферной циркуляции в Средней Азии таковы, что летний период и начало осени характеризуются длительным бездождьем. Средняя продолжительность периода без дождя составляет 81 день. Наибольшая продолжительность равняется 232 дням (с 3 апреля по 21 ноября 1954 г.).

Снежный покров в Нукусе может наблюдаться в период с ноября по март (табл. 42). Средняя дата его появления приходится на 13 декабря, средняя дата схода — на 7 марта. Среднее число дней со снежным покровом равно 26. Самая ранняя дата появления

Таблица 42

Даты появления и схода снежного покрова

Дата	Появление	Сход
Средняя	13 XII	7 III
Ранняя	8 XI	18 I
Поздняя	4 III	30 III

снежного покрова — 8 ноября 1958 г., а самая поздняя дата схода — 30 марта 1957 г. Обычно снежный покров устанавливается на короткое время и сходит после наступления первых оттепелей. Устойчивый снежный покров в Нукусе отмечается менее чем в 50 % зим. Однако в отдельные годы устойчивый снежный покров держится более месяца; так, в зиму 1976-77 г. устойчивый снежный покров сохранялся в течение 57 дней (с 19 декабря по 14 февраля).

Средняя высота снежного покрова достигает 5 см, максимальная 28 см.

6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

6.1. Облачность

Степень покрытия неба облаками (облачность), их высота и мощность — существенные факторы радиационного баланса; это одна из основных характеристик атмосферных процессов. При наблюдении за облачностью визуально определяют количество облаков по десятибалльной шкале, форму — по международной классификации. По высоте нижней границы облака делятся на три яруса: облака верхнего яруса (более 6 км), среднего (от 2 до 6 км) и нижнего (до 2 км). К последнему относятся и облака вертикального развития, нижняя граница которых лежит в нижнем ярусе. По происхождению облака бывают фронтальные, конвективные, орографические и подынверсионные.

В Нукусе средняя годовая общая облачность составляет 4,2 балла и изменяется от 1,6 балла в августе до 6,0 балла в декабре (табл. 43).

Таблица 43

Средняя месячная и годовая общая и нижняя облачность (баллы). 1944—1979 гг.

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

Облака нижнего яруса наблюдаются летом редко, средняя облачность в июле—сентябре 0,3—0,9 балла, зимой 3—4 балла.

Различают ясное состояние неба (0—2 балла), полуясное (3—7 баллов) и пасмурное (8—10 баллов). На рис. 13 представлена вероятность различного состояния неба в процентах от общего числа наблюдений за месяц. Самые безоблачные месяцы — август, сентябрь, самые пасмурные — январь, февраль.

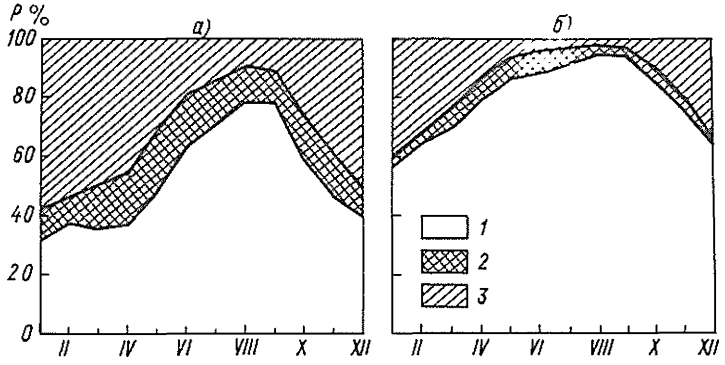

Рис. 13. Вероятность P (%) ясного (*1*), полуясного (*2*) и пасмурного (*3*) состояния неба по общей (*а*) и нижней (*б*) облачности.

Суточное количество облачности характеризует день в целом. Ясным называется день, когда в каждый срок наблюдения небо

ясное, пасмурным — день, когда в каждый срок наблюдения небо пасмурное. В табл. 44 представлено многолетнее среднее число ясных и пасмурных дней и крайние значения. В годовом ходе число ясных дней по нижней облачности изменяется примерно от 12—14 зимой до 25—29 летом. Пасмурных дней по общей облачности ежегодно бывает не менее 42 и не менее 13 по нижней.

Таблица 44

Число ясных и пасмурных дней n по общей и нижней облачности. 1944—1964 гг.

Месяц	Облачность											
	общая						нижняя					
	ясные			пасмурные			ясные			пасмурные		
	n	$n_{макс}$	$n_{мин}$	n	$n_{макс}$	$n_{мин}$	n	$n_{макс}$	$n_{мин}$	n	$n_{макс}$	$n_{мин}$
I	4,6	11	0	10,7	16	6	11,7	19	2	6,2	11	3
II	5,3	13	0	9,1	17	3	13,7	21	5	4,7	13	0
III	5,7	19	1	8,5	15	3	15,8	26	8	2,9	10	0
IV	5,5	17	1	7,1	18	1	18,9	29	9	0,8	3	0
V	8,5	17	1	3,8	10	1	23,7	30	13	0,2	2	0
VI	14,6	21	8	1,5	4	0	24,7	28	19	0,1	1	0
VII	18,1	31	10	0,9	4	0	27,3	31	22	0,0	0	0
VIII	21,4	30	10	0,4	1	0	28,9	31	23	0,0	1	0
IX	19,7	25	14	0,6	3	0	26,8	30	23	0,0	0	0
X	11,8	23	2	2,6	10	0	22,6	31	9	0,5	3	0
XI	8,6	18	4	5,4	12	1	17,8	26	12	1,7	5	0
XII	7,4	20	0	10,0	20	3	14,5	24	3	5,4	17	0
Год	131	156	93	61	80	42	246	273	207	23	33	13

Устойчивость ясной и пасмурной погоды характеризуется значениями коэффициентов $K_я$ и $K_п$, определенными следующими соотношениями:

$$K_я = \frac{\text{число ясных дней (\%)}}{\text{повторяемость отметок (0—2 балла)}},$$

$$K_п = \frac{\text{число пасмурных дней (\%)}}{\text{повторяемость отметок (8—10 баллов)}}.$$

Из табл. 45 видно, что наиболее устойчива (более 80 %) ясная погода с июля по сентябрь. Коэффициент устойчивости пасмурной погоды по нижней облачности не превосходит 52 % зимой, а летом

Таблица 45

Коэффициент устойчивости (%) ясной $K_я$ и пасмурной $K_п$ погоды по общей и нижней облачности

Облачность	Коэффициент	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Общая	$K_я$	46	51	53	49	57	77	82	88	84	65	61	60
	$K_п$	59	60	55	52	39	26	21	13	18	31	46	63
Нижняя	$K_я$	66	75	74	80	89	94	97	99	95	86	78	73
	$K_п$	50	52	39	19	9	8	0	10	0	16	28	51

снижается до нуля. Коэффициент устойчивости пасмурной погоды по общей облачности зимой достигает 60 %, а летом равен 13—26 %.

Данные табл. 13 приложения дают представление о суточном ходе того или иного состояния неба. Повторяемость приведена в процентах от числа наблюдений. Суточный ход облачности с минимумом в ночные часы отмечается в течение всего года. Осенью и зимой суточный ход менее выражен, чем весной и летом. Суточная амплитуда по нижней облачности меньше, чем по общей, амплитуда повторяемости пасмурного неба меньше, чем ясного. Суточный ход общей и нижней облачности в баллах по восьми срокам наблюдений приведен в табл. 14 приложения. Холодный период характеризуется увеличением облачности в утренние и дневные часы, в летние месяцы облачность увеличивается в дневные и вечерние часы. Амплитуда по нижней облачности в среднем менее 1 балла, а по общей облачности — более 2 баллов.

Годовой ход форм облачности выражен слабо. В табл. 46 представлена повторяемость основных форм облачности по месяцам в процентах от числа наблюдений. Повторяемость облаков среднего и нижнего яруса подсчитана от числа наблюдений, когда облачность более высокого яруса не была сплошной. Повторяемость всех форм облаков не равна 100 %, так как возможны случаи полностью ясного неба или наличия нескольких форм облачности одновременно. В конце весны, начале лета повторяемость конвективной облачности увеличивается, а подынверсионной уменьшается. В холодное полугодие в связи с циклонической деятельностью над территорией Средней Азии чаще отмечаются облака фронтального происхождения.

Кучевые облака характеризуются ярко выраженным суточным ходом (см. табл. 15 приложения), от 38 до 60 % их наблюдается в полуденные часы (процент вычислен от числа наблюдений данной формы за месяц). Подынверсионная облачность, согласно повторяемости инверсий, чаще отмечается в ночные и утренние часы.

Образование облачности на высоте 400 м и ниже относится к опасным явлениям погоды, затрудняющим работу авиации. По исследованию Р. Б. Билялова [33] за 1963—1967 гг. низкая облачность не наблюдалась с июля по август, в июне зарегистрирован всего один случай. С сентября по май повторяемость различной высоты нижней границы облаков, вычисленная в процентах от числа всех ежечасных наблюдений за 5 лет, следующая:

Высота облаков, м	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
⩽300	0,1	1,4	3,3	20,7	21,2	19,3	7,0	2,8	0,2
⩽200	0,1	0,9	2,0	13,5	13,6	12,4	3,3	1,5	
⩽100			1,2	3,5	6,9	7,0	0,8	0,8	
⩽50		0,6	1,2	2,7	5,3	5,1	0,6	0,7	

Низкая облачность наиболее вероятна утром (6—8 ч), повторяемость ее значительно уменьшается к 14—15 ч.

Таблица 46

Повторяемость (%) основных форм облаков. 1937—1960 гг.

Форма облаков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Конвективные:													
кучевые (Cu)	0,4	1	4	5	9	11	8	6	5	3	2	1	5
кучево-дождевые (Cb)	0,1	1	1	2	4	5	3	2	1	1	0,4	0,1	2
высоко-кучевые (Ac)	21	25	27	30	27	26	28	21	20	25	24	26	25
Фронтальные:													
высоко-слоистые (As)	9	9	12	11	6	3	3	2	2	5	7	8	6
слоисто-дождевые (Ns)	7	8	7	3	1	0,2	0,3	0,1	0,5	2	4	7	3
перистые (Ci)	18	25	29	37	34	21	12	10	10	19	21	22	22
перисто-кучевые (Cc)	0,3	0,3	0,1	1	1	1	1	0,3	0,3	1	1	1	1
перисто-слоистые (Cs)	7	12	8	6	5	2	1	1	1	3	3	5	4
подынверсионные:													
слоисто-кучевые (Sc)	15	14	13	8	4	3	2	1	2	7	11	15	8
слоистые (St)	13	2	3	1	1	0,03	0,1	0,1	0,2	1	2	8	3

Низкая облачность преимущественно связана с прохождением фронтов (70 %), ее повторяемость при различных синоптических процессах зимой, вычисленная в процентах от числа сроков наблюдений с данным синоптическим процессом, равна:

Тип синоптического процесса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9б	10	12	13
Повторяемость, %	36	43	32	10	15	4	16	17	5	19	32	8	24

Продолжительность низкой фронтальной облачности зависит от скорости прохождения фронтов. Более половины случаев низкой облачности имеет непрерывную продолжительность менее 3 ч (табл. 47).

Таблица 47

Повторяемость (%) непрерывной продолжительности τ (ч) низкой облачности (на высоте 300 м и ниже)

Облачность	Продолжительность, ч					τ	$\tau_{макс}$
	⩽3	4—6	7—12	13—24	>24		
Низкая	52	21,4	14,3	12,0	1,5	5,5	31
Низкая в сочетании с туманом	44,3	16,5	17,4	12,2	8,6	8,6	127

Очень редко (1,5 %) ее продолжительность достигает 25—36 ч. Низкая облачность временами опускается до поверхности земли и ее непрерывность нарушается, хотя физически явление не прерывается. Если пренебречь этим нарушением, то длительность существования низкой облачности возрастает.

Повторяемость различных градаций температуры воздуха при низкой облачности следующая:

Температура, °С	⩽—9	—8...—7	—6...—5	—4...—3	—2...—1	1—2	3—4	5—6
Повторяемость, %	7	5	10	14	39	20	4	1

Чаще всего (59 %) низкая облачность отмечается при температуре от —2 до 2 °С.

6.2. Атмосферные явления

Атмосферные явления оказывают существенное влияние на работу различных отраслей городского хозяйства. Данные о явлениях, ухудшающих видимость в районе Нукуса, приведены в табл. 48.

Пыльная буря — перенос большого количества пыли или песка сильным ветром, представляет собой опасное явление погоды.

Нукус расположен в одном из очагов пыльных бурь Средней Азии [33]. Среднее многолетнее число дней с пыльными бурями за год равно 28.

В годовом ходе максимальное число дней с пыльными бурями приходится на весну и начало лета, при этом происходит быстрое просыхание почвы. Во все месяцы это явление наблюдается не ежегодно. Средняя непрерывная продолжительность пыльной бури

Таблица 48

Число дней n и суммарная продолжительность τ (ч) атмосферных явлений, ухудшающих видимость

Месяц	Пыльная буря. 1936—1979 гг.					Туман. 1936—1979 гг.				
	n	σ	$n_{макс}$	τ	$\tau_{макс}$	n	σ	$n_{макс}$	τ	$\tau_{макс}$
I	0,5	0,9	4	2	19	5	2,7	11	28	107
II	1	1,8	6	5	37	3	2,2	9	14	102
III	3	2,7	11	12	108	1	1,8	8	6	54
IV	5	3,2	12	22	73	1	1,0	4	2	10
V	4	3,3	12	11	40	0,1	0,3	2	1	1
VI	4	3,1	13	6	26	0,02	0,1	1	0	0
VII	3	2,8	11	8	40	0,02	0,1	1	0,05	2
VIII	3	2,7	10	8	34	0,02	0,1	1	0,02	1
IX	2	2,0	9	4	27	1	1,3	4	3	15
X	1	1,5	6	4	23	1	1,4	5	4	14
XI	0,7	1,3	4	5	42	3	1,9	7	10	29
XII	0,3	0,8	4	1	13	6	3,3	13	33	95
Год	28	15,3	72	88	348	21	5,3	33	99	181

Месяц	Мгла, 1950—1979 гг.						Дымка, 1950—1979 гг.					
	$\bar{n}$	σ	$n_{макс}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{макс}$	$\tau_{мин}$	$\bar{n}$	σ	$n_{макс}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{макс}$	$\tau_{мин}$
I	3	3,1	14	17	86	0	15	5,7	29	114	328	10
II	6	5,1	18	31	107	0	12	5,3	22	87	286	9
III	10	4,9	21	56	165	2	10	5,0	23	58	176	2
IV	15	5,4	23	77	131	0,1	5	2,8	11	21	76	3
V	14	6,2	28	64	166	11	1	1,8	6	4	20	0
VI	13	6,1	25	46	114	1	0	0,5	2	0,3	2	0
VII	13	5,7	25	52	146	5	1	0,9	3	1	6	0
VIII	12	5,4	25	50	152	7	1	1,3	4	2	21	0
IX	10	4,5	17	36	130	2	3	2,5	8	7	35	0
X	8	4,6	19	29	74	0	6	2,8	12	19	58	2
XI	6	3,3	13	23	64	1	10	4,0	19	51	210	6
XII	2	2,4	7	12	37	0	16	6,8	29	128	342	7
Год	111	39,8	154	493	927	149	85	20,1	129	492	1241	108

составляет 1,9 ч [23]. Три раза в 100 лет в феврале, марте возможны бури продолжительностью 12—18 ч, а в ноябре — более 48 ч (табл. 49). Средняя суммарная продолжительность за год составляет 88 ч.

Таблица 49

Повторяемость (%) пыльных бурь различной продолжительности. 1936—1979 гг.

Интервал времени, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\leqslant$3,0	54	61	57	49	70	85	66	67	76	74	56	54	66
3,1—6,1	23	19	22	28	19	14	27	22	15	18	26	23	21
6,1—12,0	23	15	16	21	9	1	7	10	8	6	9	23	11
12,1—18,0		3	3	1	2				1				1
18,1—24,0			1	1						2	3		0,4
24,1—48,0		2		0,4							3		0,2
>48,0			1								3		0,2

Согласно [33], основная доля случаев приходится на пыльные бури умеренной интенсивности (с видимостью 1000—2000 м). Среднее годовое число сильных бурь (с видимостью до 1000 м) не превышает 5. Длительные и сравнительно устойчивые пыльные бури возникают при холодных вторжениях [33]. Наиболее опасны бури западных и северных вторжений.

Пыльные бури начинаются в основном в послеполуденное время (благоприятное для развития конвекции), наименьшая повторяемость их отмечена с 3 до 6 ч.

Скорость ветра 6—9 м/с достаточна для возникновения пыльной бури. По данным пятилетнего обобщения (1951—1955 гг.) ветер при пыльных бурях преимущественно бывает северного и северо-восточного направления.

Туман — скопление продуктов конденсации (капель воды или кристалликов льда), взвешенных в приземном слое и ухудшающих горизонтальную видимость до 1 км и менее. Среднее годовое число дней с туманом в Нукусе составляет 21. Более половины дней с туманом приходится на зиму, летом они бывают крайне редко. Только в декабре туманообразование отмечено ежегодно.

В суточном ходе наибольшая повторяемость туманов приходится на утреннее время (5—11 ч), для 15—18 ч характерна минимальная повторяемость.

На продолжительность туманов менее 3 ч за год приходится 52 %. Туманы продолжительностью более 48 ч в Нукусе не наблюдались (табл. 50).

Таблица 50

Повторяемость (%) туманов различной продолжительности. 1936—1979 гг.

Интервал времени, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
⩽3,0	52	54	57	82	100		100	100	40	57	60	45	52
3,1—6,0	22	21	24	12					42	29	21	25	24
6,1—12,0	18	16	18	6					18	14	17	20	18
12,1—18,0	5	6	1								2	7	4
18,1—24,0	1	1										2	1
24,1—48,0	2	2										1	1

Для туманообразования благоприятны юго-западная периферия антициклона (ночные радиационные туманы холодного периода), северные и медленные северо-западные холодные вторжения (радиационные туманы после выпадения осадков и при слабом ветре), тыл или центр циклона после выпадения осадков.

Рисунок 14 показывает, что образованию туманов сопутствуют зимой ветры восточной четверти горизонта, а весной и осенью — северной. Ветер при туманах в основном слабый (до 5 м/с). С ноября по март незначительный процент туманов наблюдается при скоростях ветра 8—13 м/с (рис. 15). Ухудшение видимости до 1 км более чем в 90 % случаев происходит из-за тумана. В ухудшении видимости до 2—4 км определенную роль играет мгла и дымка.

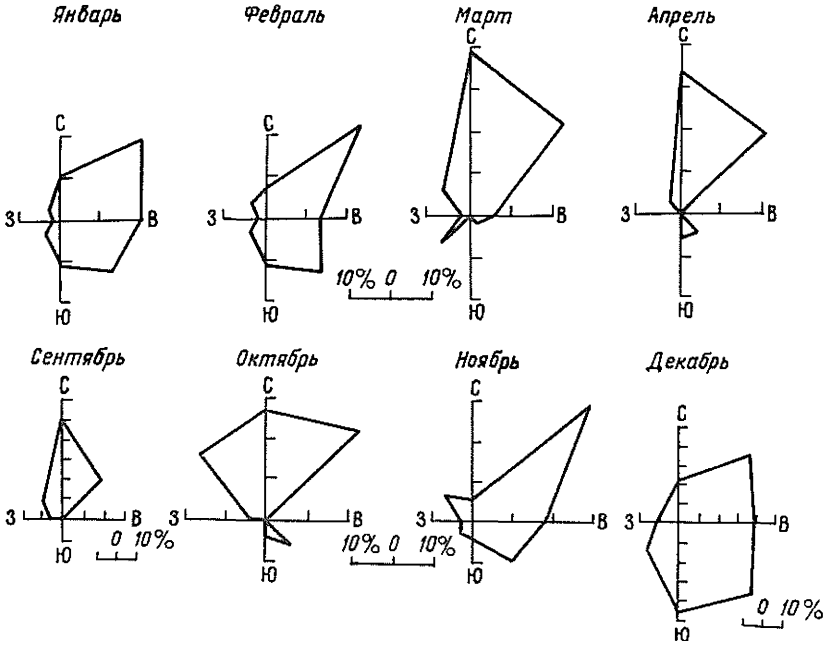

Рис. 14. Повторяемость (%) туманов при ветре различного направления.

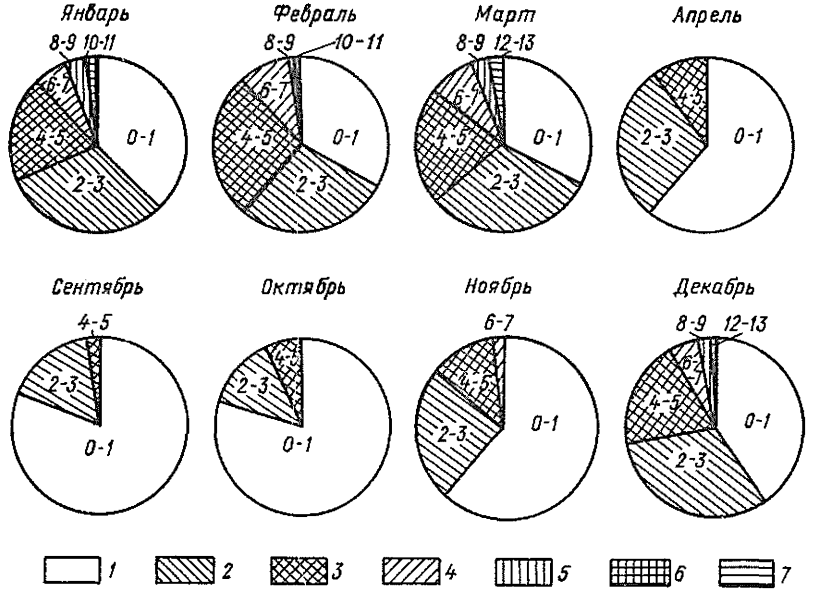

Рис. 15. Диаграмма повторяемости (%) туманов при ветре с различной скоростью.

Скорость ветра (м/с): *1*) 0—1; *2*) 2—3; *3*) 4—5; *4*) 6—7; *5*) 8—9; *6*) 10—11; *7*) 12—13.

Мгла — или «сухой туман» — помутнение воздуха за счет взвешенных в нем частичек пыли, дыма, гари.

Наличие сухой мелкозернистой почвы и песка обусловливает большую запыленность воздуха в теплый период. В это время года мгла возможна в половину дней месяца, продолжительность ее преимущественно 3—6 ч. В связи с тем что и зимой в Нукусе нередко бывает тепло и сухо, мгла наблюдается и в холодный период. Причем непрерывная продолжительность мглы несколько больше зимой, чем летом (табл. 51).

Таблица 51

Повторяемость (%) мглы различной продолжительности. 1950—1979 гг.

Интервал времени, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
⩽3,0	52	46	45	53	57	67	58	58	60	60	53	39	56
3,1—6,0	17	30	26	25	23	20	24	25	24	27	29	28	24
6,1—12,0	21	16	24	19	17	11	17	13	14	11	15	21	16
12,1—18,0	5	6	4	2	3	2	1	4	2	1	3	7	3
18,1—24,0	3	1	0,3	1	0,4	0,2	0,2			1		2	0,5
24,1—48,0	2	0,5		0,5		0,2						3	0,3
>48,0			0,3										0,03

Дымка — слабое помутнение воздуха у поверхности земли, вызываемое взвешенными в нем мельчайшими капельками воды или кристалликами льда.

Это явление, в отличие от мглы, характерно для холодного периода (10—16 дней в месяц) и может вообще отсутствовать летом. Непрерывная продолжительность дымки летом не превосходит 12 ч, а зимой помутнение воздуха может длиться и более 48 ч (табл. 52).

Таблица 52

Повторяемость (%) дымки различной продолжительности. 1950—1979 гг.

Интервал времени, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
⩽3,0	44	46	49	65	80	100	79	79	88	72	57	50	54
3,1—6,0	27	26	24	21	10		14	17	7	22	25	21	23
6,1—12,0	16	17	17	12	5		7	4	5	5	11	15	13
12,1—18,0	8	6	8	1	5					1	4	7	6
18,1—24,0	2	2	1	1						0,5	2	3	2
24,1—48,0	2	3	1								1	3	2
>48,0	1	0,4										1	0,3

Гололедно-изморозевые явления — это отложение льда на земле, деревьях, проводах и т. д., которое создает помехи на линиях связи и электропередачи, вызывает закручивание и вибрацию проводов, приводит к их обрыву и разрушению опор.

На ст. Нукус инструментальные наблюдения за отложениями льда на проводах ведутся с 1957 г., а визуальные за гололедом и изморозью — с 1936 г. По происхождению изморозь делят на кристаллическую и зернистую.

Кристаллическая изморозь образуется преимущественно в ночные часы за счет радиационного выхолаживания, зернистая — в туманную ветреную погоду, чаще при температуре от —3 до —8 °С.

Причина гололеда — намерзание капель переохлажденного дождя или мороси обычно при температуре от 0 до —3 °С [29].

В Нукусе в среднем за год бывает три дня с гололедом (табл. 53). Средняя его продолжительность 9,9 ч, максимальная 18,2 ч (23—26 января 1959 г.).

Таблица 53

Число дней *n* и суммарная продолжительность τ (ч) с различными видами обледенения. 1936—1979 гг.

Месяц	Гололед				Изморозь			
	$\bar{n}$	$n_{макс}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{макс}$	$\bar{n}$	$n_{макс}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{макс}$
XI	0,02	1	0,03	1	0,4	4	2	23
XII	1	6	14	82	2	10	19	102
I	1	7	12	104	2	8	25	101
II	0,7	6	5	52	1	7	10	71
III	0,2	3	2	49	0,1	1	1	12
Год	3	14	33	122	6	16	57	171

Изморозь наблюдается чаще, чем гололед. Среднее годовое число дней с изморозью равно 6. В декабре изморозь наблюдается в 56 % лет, в январе — в 73 %, в феврале — в 44 %. Один раз в четыре года изморозь возможна в ноябре и один раз в десять лет — в марте. Продолжается изморозь в основном 6—12 (табл. 54).

Таблица 54

Повторяемость (%) изморози различной продолжительности. 1936—1979 гг.

Продолжительность, ч	XI	XII	I	II	III	Год
⩽3,0	31	7	7	9		9
3,1—6,0	15	31	9	30	33	22
6,1—12,0	38	31	51	33	50	40
12,1—18,0	16	19	21	19	17	19
18,1—24,0		5	4	5		4
24,1—48,0		5	6	2		4
>48,0		2	2	2		2

Выпадение мокрого снега также способствует образованию отложений на проводах. Однако его выпадение наблюдается не ежегодно. Во все месяцы холодного периода он отмечается не чаще, чем четыре раза в десять лет (табл. 55).

Средняя продолжительность выпадения мокрого снега составляет 1,6 ч, а максимальная — 9,4 ч (15 ноября 1938 г.).

Гололедные нагрузки на провода приведены в табл. 56 [29]. Наибольшая скорость ветра в период обледения один раз в два года бывает 2 м/с, один раз в пять лет — 5 м/с, один раз в десять лет — 6 м/с.

Таблица 55

Число дней *n* и суммарная продолжительность τ (ч) редких атмосферных явлений. 1936—1979 гг.

Месяц	Мокрый снег				Метель				Град				Гроза			
	$\bar{n}$	$n_{макс}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{макс}$	$\bar{n}$	$n_{макс}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{макс}$	$\bar{n}$	$n_{макс}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{макс}$	$\bar{n}$	$n_{макс}$	$\bar{\tau}$	$\tau_{макс}$
I	0,3	2	0,6	6	0,3	2	1	16	0,02	1	0,05	0,2	0,02	1	0,1	0,3
II	0,2	2	0,5	9	0,3	3	1	24					0,02	1	0,1	0,3
III	0,4	3	1,0	13	0,05	1	0,02	6					0,1	1	0,1	2
IV	0,1	2	0,05	2					0,02	1	0,02	0,1	0,5	3	0,6	6
V									0,1	1	0,02	0,3	2	6	4	18
VI									0,1	1	0,01	0,2	2	7	3	26
VII									0,02	1	0,04	0,2	1	5	0,9	9
VIII													0,6	4	0,9	9
IX													0,4	3	0,5	5
X	0,1	1	0,08	2	0,02	1	0,05	2					0,1	1	0,1	4
XI	0,3	2	0,7	9					0,02	1	0,0	0,0				
XII	0,4	3	0,5	7	0,1	1	0,09	3								
Год	1,8	6	3,4	18	0,8	4	2,3	24	0,3	1	0,04	0,3	6,7	15	10,3	48

Таблица 56

Гололедные нагрузки (г/м) на провода различной обеспеченности

Объект	Высота, м	Диаметр провода, мм	Нагрузки, возможные один раз в					Максимальная нагрузка
			2 года	5 лет	10 лет	15 лет	20 лет	
Гололедный станок	2	5	26	55	93	122	150	164
Воздушные линии	10	10	90	220	418	580	750	476

Грозы — это электрические разряды между облаками или облаками и землей. Они связаны с кучево-дождевой облачностью, сопровождаются обычно ливневыми осадками, в отдельных случаях — градом. Для Средней Азии характерны сухие грозы.

В Каракалпакии грозы зависят в основном от фронтов северного, северо-западного и западного вторжений.

Ежегодно в Нукусе бывает в среднем семь гроз, из которых 73 % приходится на май—июнь. За последние 44 года в ноябре и декабре гроз не было, в январе и феврале отмечено лишь по одному случаю. Более 80 % гроз продолжается менее 3 ч. Гроза длительностью до 12 ч возможна один раз в 50 лет (табл. 57).

Таблица 57

Повторяемость (%) гроз различной продолжительности. 1936—1979 гг.

Продолжительность, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Год
<1,0	100	100	67	58	41	41	45	52	56	40	46
1,1—3,0			33	34	42	43	51	45	28	60	42
3,1—6,0				8	15	15	4	3	16		11
6,1—12,0					2	1					1

В соответствии с развитием конвективной облачности наиболее грозоопасна вторая половина дня.

Град. Пустыни и полупустыни, в зоне которых расположен Нукус, характеризуются длительными безградовыми периодами. Град отмечается три раза в десять лет. На годы без града приходится 80 %.

Наиболее градоопасны май и июль, возможен град также в апреле и июне, один случай зарегистрирован в ноябре. В году бывает не более одного града.

В суточном ходе градообразование в районе Нукуса характеризуется самыми поздними по Средней Азии сроками — 16—18 ч.

В мае наблюдался град продолжительностью 18 мин (1960, 1967 гг.), в остальные месяцы длительность его не превышает 10—12 мин.

Метели. В Нукусе метели наблюдаются крайне редко. За 1936—1979 гг. отмечено 24 случая, из которых один — в октябре, два — в марте, остальные — в январе и феврале. Средняя продолжительность метели 3,4 ч, максимальная — 16,2 ч (9 февраля 1949 г.).

В декабре метель наблюдается при температуре воздуха 0 ... —5 °С, в марте метели возможны только при температуре —10 ... —15 °С, в январе и феврале — при температуре от 0 до —15 °С.

Повторяемость различных направлений ветра и его скоростей при метелях приведена ниже за период наблюдений 1936—1979 гг.:

Направление	С	СВ	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость, %	29	25	21	8	17

Скорость, м/с	<6	6—9	10—13		14—17
Повторяемость, %	8,3	25,0	29,2		37,5

7. КОМПЛЕКСНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Комплексные климатические характеристики — сочетание двух или нескольких метеовеличин, наблюдающихся одновременно, например температуры воздуха и ветра, температуры и влажности, осадков и ветра и др. Сочетание тех или иных метеовеличин служит основой для оценки комплексного влияния погодных факторов на различные объекты. Эти данные представляют интерес с точки зрения исследования формирования и изменения климата и, кроме того, используются при решении многих задач прикладного характера: в строительстве, сельском хозяйстве, медицине и т. д. [12, 32, 28, 40].

Температура и влажность. В Нукусе с ноября по март наиболее часто отмечается сочетание низкой температуры воздуха (от —4 до 4 °С) с высокой относительной влажностью, достигающей 70—100 % (табл. 16 приложения). Такое сочетание температуры и влажности воздуха в холодный период нельзя считать благоприятным. Известно, что повышенная влажность при низкой температуре воздуха вызывает у человека ощущение холода (сырой холод), который воспринимается как зябкость. Кроме того, при таком сочетании рассматриваемых метеовеличин резко усиливается процесс механического выветривания. В противоположность этому высокая влажность воздуха при относительно высокой температуре усиливает ощущение жары, а при штиле — духоты.

Сочетание влажности 30—50 % с температурой воздуха выше 24 °С создает комфортные условия, отмечаемые достаточно часто в летний сезон. Для условий жаркого лета низкие уровни влажности являются благоприятным фактором с точки зрения биотермических условий.

Летом в дневные часы преобладает температура воздуха от 30 до 40 °С в сочетании с влажностью 30 % и менее.

Для проектирования конструкций и оборудования жилых зданий имеет значение учет режима влажности при высокой температуре (выше 24 °С), так как высокая влажность способствует усилению процессов коррозии. В Нукусе сочетание высокой влажности (70 %) с высокой температурой наблюдается с мая по август.

В табл. 17 и 18 приложения приводится повторяемость комплекса температуры и относительной влажности в утренние (7 ч) и дневные часы (13 ч) для центральных месяцев сезонов. В ночные и утренние часы преимущественно наблюдаются условия, близкие к комфортным.

Температура воздуха и скорость ветра. В среднем за год довольно широкий диапазон температур воздуха (от —6 до 32 °С) отмечается в сочетании со слабым ветром (0—1 м/с) и ветром умеренной силы (2—10 м/с) (см. табл. 19 приложения). Скорость ветра более 10 м/с может наблюдаться в диапазоне температур от —8 до 26 °С, но их повторяемость очень мала (0,01 %). В зимние месяцы преобладают температуры воздуха от —12 до 4 °С при скорости ветра 0—10 м/с. На сочетание температуры воздуха от —4 до 0 °С

при скорости ветра 4—6 м/с приходится 5 %. Такое сочетание температуры воздуха и скорости ветра нельзя считать благоприятным, так как ветер умеренной силы при отрицательных температурах воздуха вызывает значительные потери тепла зданий и жилых помещений, а также теплопотери организма человека. На сочетание температуры воздуха от —4 до 8 °С и скорости ветра от 11 до 19 м/с приходится 0,3 % случаев.

В весенние (апрель) и осенние (октябрь) месяцы преобладает сочетание температуры 8—18 °С со скоростью ветра от 0 до 6 м/с.

Летом (июль) при слабом ветре (0—1 м/с) преобладает (4,5 %) температура 20—26 °С, при ветрах же умеренной силы (4—6 м/с) чаще наблюдается температура от 22 до 36 °С.

В табл. 20, 21 приложения приводится комплекс температуры и скорости ветра в утренние (7 ч) и дневные часы (13 ч) для центральных месяцев сезона.

В табл. 22 приложения приводится повторяемость сочетания трех метеовеличин: температуры воздуха, скорости ветра и облачности — в дневные часы. В дневные часы в зимние месяцы (январь) наиболее вероятным (2,6—3,8 %) является сочетание следующих метеовеличин: облачность 8—10 баллов, скорость ветра 4—6 м/с, температура воздуха от —4 до 2 °С.

Весной (апрель) при облачности 0—2 балла и скорости ветра 4—6 м/с преобладает (до 3 %) температура воздуха от 18 до 24 °С, осенью (октябрь) отмечается преимущественно такое же сочетание метеовеличин, но при более низкой температуре воздуха (10—24 °С).

Летом (июль) преобладает ясное небо (до 5 %) при скорости ветра 2—3 м/с и температуре воздуха 30—38 °С.

В табл. 23 приложения приведена повторяемость температуры воздуха при различных направлениях ветра. В течение всего года, кроме летнего сезона, наблюдаются сочетания северо-восточного ветра с температурами воздуха, характерными для конкретного сезона: зимой — от —20 до 0 °С (3—8 %); весной — от 0 до 20 °С (3—7 %); осенью — от 0 до 20 °С (3—7,5 %). Летом же преобладают ветры северного направления (32 %) с температурой воздуха от 0 до 35 °С (8—10 %).

Наиболее высокие и низкие температуры воздуха во все сезоны года наблюдаются при ветрах восточной четверти горизонта.

Осадки и ветер. Дождь с сильным ветром условно называют «косым дождем» [43]. Для определения степени увлажнения стен косыми дождями разработаны различные климатические показатели. С их помощью выявляется картина увлажнения стен зданий в тех районах, где осадки выпадают при скоростях ветра 6 м/с и более. Выполненные Э. Х. Аминовым исследования показали, что в Нукусе 69 % осадков в среднем за год выпадает при скорости ветра менее 5 м/с. При скорости ветра более 5 м/с осадки чаще всего отмечаются в весенний сезон и составляют 43 % от всех остальных дождей.

Автором данных разработок эмпирическим путем были получены коэффициенты для расчета увлажнения вертикальных стен в Нукусе.

Их значения по месяцам и за год следующие:

Характеристика	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{K}$	0,150	0,310	0,220	0,140	0,100	0,120	0,160	0,280	0,250	0,19
$\bar{K}^*$	0,052	0,154	0,034	0,080	0,015	0,050	0,062	0,068	0,170	0,069
σ_K	0,108	0,232	0,126	0,081	0,084	0,072	0,097	0,061	0,097	

Здесь $\bar{K}$ — эмпирический коэффициент связи; $\bar{K}^*$ — эмпирический коэффициент, относящийся к условиям попадания осадков на подветренную сторону; σ_K — среднее квадратическое отклонение направления ветра, приносящего осадки на наветренную сторону. Коэффициент $\bar{K}^*$ был специально введен, так как в городской застройке в зоне ветровой тени нередко возникает обратный поток, приводящий к увлажнению подветренных стен.

Анализ материалов исследований показал, что $\bar{K}$, $\bar{K}^*$ и σ_K изменяются в течение года с повышенным значением в холодный период потому, что зимой размеры капель обычно меньше, чем в теплый период, и перенос их при малых скоростях ветра оказывается более существенным.

В табл. 24 приложения приведены ориентировочные средние сезонные и годовые возможные поступления осадков на вертикальные поверхности по восьми основным направлениям. Анализ данных показывает, что наиболее увлажненными в среднем за год являются стены северной четверти горизонта (46—48 мм). Наименьшим увлажнением характеризуются стены юго-восточной ориентации (34 мм).

В условиях аридного климата смачивание может благоприятно влиять на определенные виды отделочных покрытий (например, цементные), так как нормализует их водонасыщенность. Смачивание других видов покрытий косым дождем приводит к их разрушению. Резкие перепады температур также отрицательно влияют на покрытия.

8. ХАРАКТЕРИСТИКА БИОКЛИМАТА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Нукус, как и все города равнинной и предгорной части Средней Азии, характеризуется четко выраженными признаками аридного климата. Здесь в летний сезон высокие температуры воздуха и низкая влажность сочетаются с безоблачным небом, когда влияние инсоляции проявляется в полной мере. Происходит значительный радиационный нагрев поверхности земли и различных сооружений, которые становятся источниками интенсивного теплового излучения. В этих условиях формируются высокие уровни нагрева городской среды и создаются значительные тепловые нагрузки на организм человека.

8.1. Методы биоклиматических оценок

Исследование биоклимата Нукуса выполнено на основе метода теплового баланса организма человека, находящегося вне помещения и подвергающегося комплексному воздействию метеорологических факторов [2, 3, 5]. Наряду с методом теплового баланса также использовался метод эквивалентно-эффективных температур (ЭЭТ) и радиационно-эквивалентно-эффективных температур (РЭЭТ), которые характеризуют теплоощущение человека [13, 44, 45, 46].

Уравнение теплового баланса человека, учитывающее все виды поступления тепла к организму и все виды теплопотерь, выражается соотношением

$$FLE = FR + FP + P_л - LE_л + q,$$

где FLE — затрата тепла на испарение пота; FR — радиационный баланс тела человека; FP — теплообмен между телом и окружающим воздухом путем конвекции; $P_л$ — теплообмен между поверхностью дыхательных путей и воздухом при дыхании; $LE_л$ — затрата тепла на испарение воды с поверхности дыхательных путей при дыхании; q — теплопродукция организма (для спокойно стоящего человека $q = 93$ Вт); F — эффективная площадь поверхности тела человека. Для взрослого человека принято $F = 1{,}5$ м^2; L — скрытая теплота испарения ($L = 2411$ Дж/г при 33 °С).

В свою очередь

$$FR = FR_к + FR_д,$$

где $FR_к$ — коротковолновый радиационный баланс; $FR_д$ — длинноволновый радиационный баланс, характеризующий теплообмен организма с окружающей средой путем обмена потоками теплового излучения. Значение FLE находится из уравнения теплового баланса, в котором все члены его правой части предварительно рассчитываются по соответствующим формулам [7, 36]. Зная FLE (Вт), легко найти значение влагопотери испарением пота FE (г/ч):

$$FE = 1{,}49FLE.$$

Из уравнения теплового баланса следует, что значение FLE равно суммарному поступлению тепла к организму за счет всех внешних факторов и теплопродукции. Следовательно, FLE и FE

являются объективными количественными показателями теплового состояния организма. Показатели *FLE* и *FE* использованы для оценок тепловых нагрузок на организм и величин теплопотерь в условиях климата Нукуса.

Кроме того, для оценки напряженности терморегуляторной системы человека рассматривается также показатель *M*, выражающий процентное отношение фактического значения тепловой нагрузки *FE* к максимально возможной (соответствующей полному увлажнению тела) $FE_{макс}$ при тех же метеорологических условиях [18, 36, 47]. При значениях фактора *M*, превышающих 50—60 %, наблюдается выраженное напряжение терморегуляторных механизмов. При значении *M*, близком к 100 %, создается угроза перегрева, теплового или солнечного удара. Фактор *M* характеризует теплоощущение человека: он возрастает с увеличением влажности воздуха и убывает с ростом скорости ветра.

Таблица 58

Шкала теплового состояния человека, находящегося на открытом воздухе в состоянии покоя

Показатель теплового состояния	Потеря тепла и теплоощущение							
	очень большая, очень холодно	большая, холодно		умеренная, умеренно холодно		слабая, прохладно	
		от	до	от	до	от	до
FE г/ч	<—900	—900	—551	—550	—201	—200	49
FLE Вт	<—606	—606	—371	—370	—136	—135	33
M %							
Вид одежды	Зимняя утепленная	Зимняя		Демисезонная		Костюм	

Показатель теплового состояния	Оптимальное тепловое состояние, тепловой комфорт		Тепловая нагрузка и теплоощущение								
			слабая, тепло		умеренная очень тепло		большая, жарко		очень большая, очень жарко		чрезмерная, чрезмерно жарко
	от	до	от	до	от	до	от	до	от	до	
FE г/ч	50	150	151	300	301	500	501	700	701	900	>900
FLE Вт	34	101	102	202	203	337	338	472	473	607	>607
M %	5	12	13	25	26	45	46	64	65	85	>85

В табл. 58 приведены различные градации теплового состояния человека по показателям *FE*, *FLE* и *M*. Данные табл. 58 соответствуют условиям пребывания обнаженного человека на открытом воздухе в состоянии покоя. Кроме того, в этой таблице приведены типы одежды, которые по своим теплоизоляционным свойствам отвечают соответствующим градациям потери тепла организмом обнаженного человека [6, 17, 31].

8.2. Суточный ход показателей теплового состояния человека

Суточный ход значений отдельных биотермических показателей имеет заметные различия (табл. 59).

Суточный ход $FR_к$ характеризуется лишь положительными показателями, достигающими в дневные часы весьма высоких значений. Длинноволновый баланс $FR_д$ в ночные, утренние и вечерние часы отрицателен, что указывает на теплопотери организма за счет процессов излучения; днем $FR_д$ имеет малые положительные показатели, свидетельствующие о более высоких уровнях излучения окружающей среды по отношению к собственному излучению организма. Общий радиационный баланс FR отражает основные особенности хода $FR_к$ и $FR_д$. В дневные часы FR достигает весьма высоких значений, которые существенно выше каждого из остальных членов теплового баланса, определяемых внешними факторами. В темное время суток FR имеет отрицательные значения, которые совпадают с показателями $FR_д$.

В наиболее теплое время суток, когда средние значения температуры воздуха превышают температуру поверхности тела (33 °С), значения FP положительны, что характеризует режим поступления тепла от воздуха к телу человека путем конвекции. В остальные часы FP меньше нуля; особенно велика теплоотдача конвекцией ночью, в это время она более значительна, чем потери тепла за счет эффективного излучения $FR_д$.

Суточный ход теплообмена, происходящий в дыхательных путях, как за счет теплообмена $P_л$, так и путем испарения $LE_л$, отличается незначительной изменчивостью и малыми значениями самих потоков, что в особенности относится к $P_л$. Следовательно, для рассматриваемых условий теплообмен, совершающийся в дыхательных путях, играет незначительную роль в общем тепловом балансе человека.

Результирующее значение всех теплопотерь и теплопоступлений организма FLE, характеризующее уровень активности терморегуляторных функций, в течение суток изменяется от отрицательных показателей ночью (—315 . . . —350 Вт) до высоких положительных днем (530 Вт). Отрицательные значения FLE указывают на необходимость применения соответствующей одежды для обеспечения оптимального (комфортного) теплового состояния человека. Высокие дневные значения FLE свидетельствуют о повышенной напряженности терморегуляторной системы, особенно в ранний послеполуденный период (от 13 до 16 ч). В этих условиях для поддержания теплового равновесия организма (при котором суммарные теплопотери равны общему теплопоступлению) человеку необходимо испарять 690—780 г пота за час, что соответствует очень большой тепловой нагрузке.

При значительной скорости ветра, свойственной открытым участкам Нукуса и его окрестностям (метеостанции Нукус, АМСГ; Тахиаташ), значения фактора M невелики (22—26 %). Однако для инсолируемых озелененных участков, а также защищенных строениями районов города, где скорость ветра нередко снижается до

Таблица 59

Значения характеристик теплового состояния человека в различные часы суток. Июль

Время, ч	$FR_к$	$FR_д$	FR	FP	$P_л$	$LE_д$	q	FLE	FE	M	ЭЭТ	РЭЭТ
	Вт								г/ч	%	°С	°С
1	0	—144	—144	—255 —193	—1	9	93	—316 —254			14,3 16,0	
4	0	—149	—149	—280 —213	—2	9	93	—347 —280			13,1 15,1	
7	262	—112	150	—255 —169	—1	9	93	—22 64	— 95	— 7	14,9 17,1	18,9 21,2
10	359	—2	357	—60 —33	0	9	93	381 392	566 581	21 39	20,4 22,6	25,8 27,3
13	350	48	398	45 23	0	9	93	527 506	781 748	26 49	22,3 24,4	27,0 29,0
16	310	29	339	39 20	0	9	93	462 449	686 657	22 43	22,1 24,3	25,9 28,0
19	60	—61	—1	—70 —37	0	9	93	13 46	19 67	1 4	20,3 22,7	21,5 23,9
22	0	—117	—117	—199 —131	—1	9	93	—233 —143			17,0 19,1	

Примечание. В числителе приведены данные, вычисленные для реальных скоростей ветра на уровне 1,5 м; в знаменателе приведены данные для скорости ветра 1 м/с.

1 м/с, фактор M может достигать 50 %, что соответствует высокой напряженности терморегуляторной системы человека.

Данные табл. 59 относятся к спокойно стоящему человеку. Для пешехода, идущего со скоростью 4 км/ч, теплопродукция (а следовательно, и FLE) увеличивается примерно на 58 Вт, а потоотделение возрастает на 86 г/ч. При этом значения фактора M в 10, 13 и 16 ч при скорости ветра 1 м/с будут равны соответственно 55, 67 и 60 %, т. е. увеличатся на 16—18 %. С ростом скорости ветра увеличение фактора M при заданной физической нагрузке будет происходить все более замедленно. Возрастание теплопродукции организма на 58 Вт, а потоотделения на 86 г/ч (при ветре 3—4 м/с) приведет к увеличению M лишь на 3 %.

Обращаясь к данным об эффективных температурах, следует напомнить, что при значениях ЭЭТ, заключенных в интервале 17,2—21,7 °С, человек испытывает ощущение теплового комфорта. Если он находится вне помещения, то оценка его теплового состояния с помощью критерия ЭЭТ допустима лишь для условий его пребывания в тени. С некоторым приближением это может относиться к человеку, находящемуся в тени под плотными кронами деревьев или при использовании иных эффективных средств затенения.

В работе Г. Е. Ландсберга [48] приведены данные Макферсона [49], согласно которым эффективная температура, равная 30—31 °С, считается критической (при этих значениях температура тела начинает повышаться), а эффективная температура 35 °С является верхним пределом выносливости.

Из табл. 59 следует, что в Нукусе в июле ЭЭТ в послеполуденные часы незначительно (на 0,2—0,4 °С) превышает верхний предел зоны комфорта. При слабом ветре (1 м/с) это различие более существенно (до 2,7 °С). В дневные часы солнечная радиация повышает значение ЭЭТ на 4—5 °С, что указывает на состояние теплового дискомфорта в условиях инсоляции.

Эффективная температура ЭТ, относящаяся к условиям штиля, показывает, что в июле значения ЭТ в течение всего дневного периода обычно не достигают критического уровня 30—31 °С. Однако в отдельные очень жаркие дни этот уровень может быть превышен. Что касается условий, когда человек подвергается инсоляции, то указанный критический уровень при штиле может быть достигнут в послеполуденные часы и при более умеренной температуре воздуха (35—36 °С). В отдельные жаркие дни при штиле РЭЭТ может превысить верхний предел выносливости.

При оценке летних биотермических условий города особый интерес представляет ночной период, когда организм человека отдыхает после высоких дневных тепловых нагрузок. Там, где это возможно по жилищно-бытовым условиям, население стремится проводить ночной отдых на открытом воздухе.

В некоторых городах, расположенных на юге Средней Азии, таких, как Ашхабад, Шерабад, Яван, Айвадж, складываются условия, весьма неблагоприятные для ночного отдыха, что связано с малыми теплопотерями организма (табл. 60). В Нукусе биотерми-

ческие условия проведения ночного отдыха на открытом воздухе можно признать благоприятными. Значения теплопотери организма ($FLE = -316$ Вт) указывают на необходимость при ночном сне укрываться шерстяным или ватным одеялом.

Таблица 60

Общая теплопотеря организма *FLE* (Вт) в 1 ч ночи. Июль

Город	*FLE*	Город	*FLE*
Нукус	—316	Ашхабад	—114
Самарканд	—308	Репетек	—187
Ташкент	—260	Яван	—137
Душанбе	—278	Айвадж	—140
Фрунзе	—274	Исанбай	—185
Алма-Ата	—279	Шерабад	—102

При оценках биотермических условий человека важно знать, какой вклад вносят прямая солнечная радиация, а также радиационный баланс человека в интегральное значение тепловой нагрузки *FLE*. Как следует из табл. 61, поступление тепла к организму от прямой солнечной радиации (*FS*) в дневные часы составляет 20—34 % общего значения теплопоступлений, а в утренние и вечерние

Таблица 61

Соотношения между некоторыми характеристиками теплового состояния человека в различные часы суток. Июль

Отношения биоклиматических характеристик	Время, ч							
	1	4	7	10	13	16	19	22
FS/FLE %	0	0		34	20	29	277	0
FR/FLE %	46	43		94	76	73		50
FS/FLE %	0	0	93	37	26	40		0
$FR_к/FR$ %	0	0	175	101	88	91		0
$FR_д/FR$ %	100	100			12	9	6100	100
$FR_д/FR_к$ %	∞	∞			14	9		∞
$(FLE - q)/q_0$	—4,7	—5,1	—1,3	3,3	5,0	4,2	—0,9	—3,7

часы доля прямой солнечной радиации более значительна. Радиационный баланс *FR* в дневное время (10—16 ч) является основным видом поступлений тепла к организму, составляя более 70 % значения *FLE*. Ночью (1—4 ч) отрицательные значения *FR* составляют около половины (43—50 %) от общей потери тепла организма (*FLE*). Данная таблица также свидетельствует о более значительном вкладе в общий радиационный баланс организма потоков коротковолновой радиации ($FR_к$) по отношению к длинноволновым ($FR_д$).

Значение основного обмена $q_0 \approx 87$ Вт, который представляет собой количество тепла, выделяемого в организме при полном покое, может служить определенной мерой для оценок общих теплопоступлений к организму или же теплопотерь, связанных

с влиянием факторов окружающей среды. Поэтому в биометеорологии нередко рассматривается отношение биотермических показателей к значению q_o. Это отношение обозначают символом MET.

В табл. 61 приведены значения MET в виде отношения $(FLE-q)/q_o$, в котором числитель характеризует поступление (потерю) тепла к организму лишь за счет экзогенных факторов. Таким образом, рассматриваемый здесь показатель MET представляет собой нормированное по q_o значение экзогенного тепла. Если человек находится в состоянии покоя, то значения MET, близкие к нулю, соответствуют благоприятным биотермическим условиям; значительные положительные или отрицательные значения MET указывают на повышенные требования, предъявляемые условиями окружающей среды к терморегуляторной системе организма, соответственно в условиях повышенных теплопоступлений или теплопотерь. Данные табл. 61 указывают, что в Нукусе днем в июле $FLE-q$ в 3,3—5,0 раз превышает теплопродукцию организма при покое. Утренний и вечерний периоды наиболее благоприятны для пребывания человека на открытом воздухе.

Суточный ход *FLE* для центральных месяцев каждого сезона приведен на рис. 16.

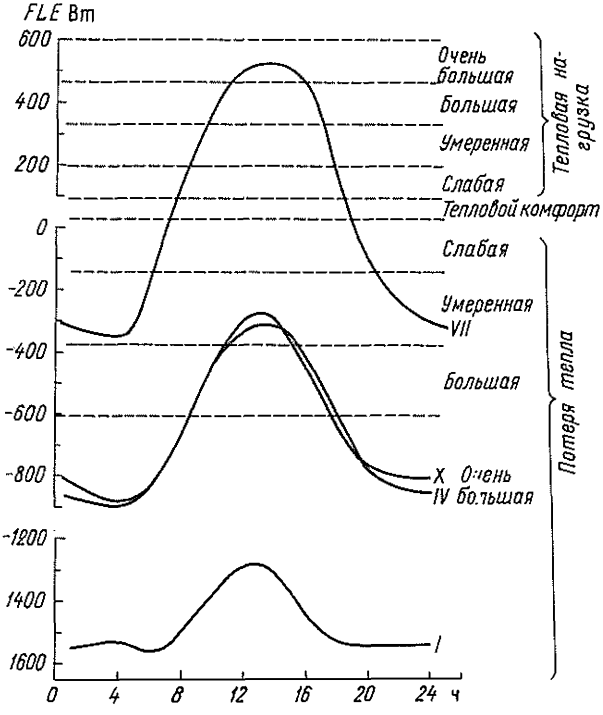

Рис. 16. Суточный ход показателя теплового состояния человека *PLE* (Вт).

8.3. Распределение тепловых нагрузок в различные периоды дня

С помощью нанесенных на рис. 16 шкал теплового состояния человека легко оценить биотермические условия различных периодов. Так, согласно рис. 16, дневное время (10—15 ч) в Нукусе в апреле и октябре характеризуется условиями теплового комфорта, при значительных потерях тепла организмом ночью. В июле днем отмечаются высокие и очень высокие тепловые нагрузки. Более подробные сведения о распределении тепловых нагрузок по градациям в течение дня в июле представлены в табл. 62, где для сравнения приведены соответствующие данные для Термеза и Алма-Аты — наиболее жаркого и относительно прохладного городов Среднеазиатского региона. Наряду с продолжительностью периодов, относящихся к отдельным градациям, в табл. 62 также дана продолжительность периода тяжелых для человека термических условий, объединяемых большой, очень большой и чрезмерной (Б + ОБ + Ч) тепловыми нагрузками.

Как следует из табл. 62 в Нукусе в июле благоприятные термические условия (тепловой комфорт и слабая тепловая нагрузка) наблюдаются в сравнительно непродолжительные утренний и вечерний периоды. Большая и очень большая тепловые нагрузки охватывают преобладающий период дневного времени — с 9 ч 48 мин до 17 ч 6 мин. Из сопоставления с биотермическими условиями Термеза и Алма-Аты видно, что Нукус занимает промежуточное положение между этими городами. Следует отметить, что в Термезе с 11 ч 18 мин до 16 ч 45 мин имеют место чрезмерные тепловые нагрузки, в то время как в Нукусе по средним данным они не отмечаются. При этом в Алма-Ате не отмечается также и очень большая тепловая нагрузка.

Данные табл. 62 могут быть использованы при планировании работ, проводимых вне помещения, с учетом благоприятных и неблагоприятных биотермических условий в различные периоды дня.

Важной характеристикой биоклимата летнего дня может также служить продолжительность периодов с той или иной тепловой нагрузкой. Эти сведения, приведенные в табл. 63, дополнены данными о продолжительности условий охлаждения, которые отмечаются в начале и в конце выделенного 14-часового периода дня (с 6 до 20 ч среднесолнечного времени). Из табл. 63 следует, что в Нукусе в июле продолжительность благоприятных термических условий (тепловой комфорт + слабая нагрузка) составляет 16,5 % дневного времени. Наиболее значительный интервал дневного времени (52,1 %) охвачен высокими значениями тепловых нагрузок — большой и очень большой. Эти данные характеризуют тяжелые биотермические условия пребывания людей вне помещения, не защищенных от солнечных лучей в летний период.

Таблица 62

Время начала и конца периодов (ч мин), в течение которых отмечаются тепловые нагрузки различных градаций. Июль

Город	Тепловая нагрузка						
	тепловой комфорт	слабая	умеренная	большая	очень большая	чрезмерная	Б+ОБ+Ч
Нукус	7 24—7 48 18 24—18 48	7 48—8 42 17 48—18 24	8 42—9 48 17 06—17 48	9 48—11 18 15 48—17 06	11 18—15 48		9 48—17 06
Термез	6 54—7 18 19 00—19 25	7 18—7 52 18 35—19 00	7 52—8 42 18 02—18 35	8 42—9 50 17 28—18 02	9 50—11 18 16 45—17 28	11 18—16 45	8 42—18 02
Алма-Ата	8 40—9 20 18 46—19 20	9 20—10 25 17 46—18 46	10 25—12 34 16 18—17 46	12 34—16 18			12 34—16 18

Таблица 63

Продолжительность (ч и %) различных уровней тепловой нагрузки в течение дня (с 6 до 20 ч). Июль

Город	Тепловая нагрузка															
	тепловой комфорт		слабая		умеренная		большая		очень большая		чрезмерная		Б+ОБ+Ч		условия охлаждения	
	ч	%	ч	%	ч	%	ч	%	ч	%	ч	%	ч	%	ч	%
Нукус	0,8	5,7	1,5	10,8	1,8	12,8	2,8	20,0	4,5	32,1	—	—	7,3	52,1	2,6	18,6
Термез	0,8	5,7	1,0	7,0	1,4	10,0	1,7	12,1	2,2	15,7	5,4	38,6	9,3	66,4	1,5	10,7
Алма-Ата	1,4	10,0	2,1	14,9	3,6	25,8	3,7	26,4	0	0	0	0	3,7	26,4	3,2	22,9

8.4. Суммы влагопотерь испарением за первую и вторую рабочие смены

Для правильной организации труда и отдыха при проведении работ на открытом воздухе в условиях повышенных тепловых нагрузок, а также для установления рационального питьевого режима необходимо иметь сведения о суммах влагопотерь испарением за период рабочего дня.

Данные о суммарных влагопотерях в первую и вторую рабочие смены (8—16 и 16—24 ч декретного времени) при выполнении работ средней тяжести на открытом воздухе в июле при минимальной защите тела одеждой представлены в табл. 64. При этом учитывалось,

Таблица 64

Влагопотери испарением (г) за период работы в первую и вторую рабочие смены в июле

Город	Период работы, ч							
	8—12	12—13	13—16	8—16	16—20	20—21	21—24	16—24
	Первая смена				Вторая смена			
Нукус	2320	150	2960	5430	2510	0	0	2510
Термез	3315	200	3850	7365	3350	140	40	3630
Алма-Ата	1655	0	2075	3730	1510	0	0	1510

что обеденный перерыв с 12 до 13 ч человек проводит в затененном месте. В Нукусе за первую смену человек теряет испарением около 5,4 л воды, причем вторая половина рабочего дня (продолжительностью 3 ч) в биотермическом отношении оказывается более напряженной, чем первая (продолжительностью 4 ч). С учетом иных путей потери воды человек в этих условиях должен потреблять более 6 л воды в день. При выполнении работ во вторую рабочую смену общая влагопотеря испарением оказывается существенно ниже, чем в первую. При этом наиболее напряженный период приходится на предвечерние часы — с 16 до 19 ч, в течение которых потеря воды испарением составляет около 2380 г. В последующее время работа протекает в условиях быстро убывающих тепловых нагрузок, преимущественно в условиях оптимального теплового режима. При переходе на летнее декретное время сумма влагопотерь за первую смену в Нукусе уменьшается примерно на 900 г, преимущественно за счет снижения тепловой нагрузки (на 780 г) в предполуденный период (с 8 до 12 ч). При этом заметно возрастает влагопотеря при работе во вторую смену (примерно на 1000 г), главным образом в первые ее часы — с 16 до 20 ч (на 855 г). Этот период характеризуется наибольшими тепловыми нагрузками. Отмеченные особенности распределения тепловых нагрузок полезно учитывать при организации работ вне помещений в первую и вторую рабочие смены в жаркий период.

В Термезе и Алма-Ате потери воды испарением соответственно выше и ниже, чем в Нукусе. Данные табл. 64 относятся к средним

климатическим условиям — в отдельные более жаркие дни влагопотери могут заметно превышать приведенные значения. Следует отметить, что одежда, защищая тело от потоков радиации, уменьшает потери воды испарением пота на 1,5—2 л за период работы с 8 до 16 ч.

8.5. Годовой ход показателей теплового состояния человека

Наиболее высокие тепловые нагрузки в Нукусе наблюдаются в июле (табл. 65). Июнь и август также характеризуются напряженной биотермической обстановкой. Наиболее значительные теплопотери организма отмечаются в январе. Переход от отрицательных значений к положительным совершается в начале мая, а от положительных к отрицательным — в конце сентября. Апрель, май, сентябрь и октябрь — наиболее благоприятные месяцы, характеризующиеся

Таблица 65

Средние месячные значения характеристик теплового состояния человека в 13 ч

Месяц	$FR_к$	$FR_д$	FR	FP	$P_л$	$LE_л$	q	FLE	FE	M
	Вт								г/ч	%
I	229	—328	—99	—1253 —707	—6	12	93	—1277 —731		
II	301	—304	—3	—1266 —658	—6	12	93	—1194 —586		
III	320	—194	126	—930 —475	—3	12	93	—726 —271		
IV	287	—119	168	—565 —274	—2	10	93	—316 —25		
V	373	—35	338	—250 —126	—1	10	93	170 294	252 436	7 25
VI	348	31	379	—36 —20	0	10	93	426 442	631 655	20 40
VII	350	48	398	45 23	0	9	93	527 505	781 748	26 49
VIII	354	12	366	—39 —20	0	10	93	410 429	607 636	18 39
IX	370	—55	315	—248 —136	—1	10	93	149 261	221 387	7 24
X	344	—143	201	—548 —300	—2	12	93	—268 —20		
XI	289	—219	70	—801 —465	—3	12	93	—653 —317		
XII	215	—302	—87	—1041 —629	—5	12	93	—1052 —640		

Примечание. В числителе приведены данные, вычисленные для реальных скоростей ветра на уровне 1,5 м; в знаменателе приведены данные для скорости ветра 1 м/с.

дневными условиями, близкими к тепловому комфорту. Вместе с тем эти периоды характеризуются наиболее существенными изменениями режимов терморегуляции человека: переходом к режиму обильного потоотделения и потребления воды в мае и переходом от высоких уровней потоотделения и потребления воды к умеренным в сентябре. При этом происходит и соответствующая перестройка адаптационно-приспособительных функций организма к нарастанию и убыванию тепловых нагрузок в весенний и осенний периоды.

В целом биоклимат Нукуса характеризуется высокой годовой амплитудой тепловой нагрузки на организм, составляющей 1800 Вт. Это ставит перед градостроителями важную задачу — применяя соответствующие градостроительные приемы, снизить высокие уровни теплопотерь зимой, которые в значительной степени обусловлены повышенными скоростями ветра, и ослабить летние тепловые нагрузки, максимально используя средства озеленения.

Соотношения между некоторыми характеристиками теплового состояния человека в 13 ч в различные месяцы года приведены в табл. 66, из которой следует, что радиационные факторы, в особенности радиационный баланс организма (FR), играют ведущую роль в формировании теплового состояния человека в теплый период. Наряду с этим четко проявляется в значительной мере более существенный вклад коротковолнового радиационного баланса в общий баланс радиации по сравнению с длинноволновым.

При этом вклад прямой солнечной радиации (FS) в общий радиационный баланс (FR) человека в летние месяцы составляет

Таблица 66

Соотношения между некоторыми характеристиками теплового состояния человека в 13 ч

Отношения биоклиматических характеристик	I	II	III	IV	V	VI
FS/FLE %					61	23
FR/FLE %	8	0			199	89
FS/FR %			75	57	31	26
$FR_к/FR$ %			254	171	110	92
$FR_д/FR$ %	311	1000				8
$FR_д/FR_к$ %						9
$(FLE-q)/q_о$	—15,7	—14,8	—9,4	—4,7	0,9	3,8

Отношения биоклиматических характеристик	VII	VIII	IX	X	XI	XII
FS/FLE %	20	31	106			
FR/FLE %	76	89	211			8
FS/FR %	26	35	50	81	199	
$FR_к/FR$ %	88	99	117	171	413	
$FR_д/FR$ %	12	3				347
$FR_д/FR_к$ %	14	3				
$(FLE-q)/q_о$	5,0	3,6	0,6	—4,1	—8,5	—13,1

26—35 %, а вклад тепловой нагрузки на организм (FLE) равняется 20—31 %.

В последней строке табл. 66 приведено значение термического воздействия на организм факторов внешней среды, выраженное в долях от значения основного обмена $q_o = 87$ Вт (от теплопродукции организма при полном покое), обозначаемое символом MET. Из табл. 66 следует, что летом суммарное поступление тепла к организму за счет внешних факторов в 3,6—5 раз превышает значение q_o. Если же учитывать общее теплопоступление, как за счет внешних факторов, так и за счет теплопродукции, то в летний период при работе средней трудности ($q = 230$ Вт) значение MET составляет 7, а при тяжелой работе может достигать 10 и более.

Ночью общая охлаждающая способность среды FLE в значительной мере определяется теплопотерями путем конвекции FP, которые в различные месяцы составляют 72—84 % от FLE (табл. 67).

Таблица 67

Средние месячные значения характеристик теплового состояния человека в 1 ч ночи (человек находится в состоянии покоя, $q = 93$ Вт)

Месяц	$FR = FR_д$	FP	$P_д$	$LE_д$	FLE	FP/FLE	FR/FLE
	Вт					%	
I	—369	—1251	—7	12	—1546	81	24
II	—368	—1180	—6	12	—1473	80	25
III	—304	—966	—5	12	—1194	81	25
IV	—248	—693	—3	10	—861	80	29
V	—201	—466	—2	10	—585	80	34
VI	—167	—324	—2	9	—409	84	41
VII	—144	—255	—1	9	—316	81	46
VIII	—167	—327	—2	9	—412	79	41
IX	—255	—455	—3	10	—630	72	40
X	—272	—612	—3	12	—806	76	34
XI	—301	—788	—5	12	—1013	78	30
XII	—326	—1032	—5	12	—1282	80	25

Теплопотери за счет длинноволнового излучения ($FR_д$) зимой значительно меньше, чем за счет FP. В летние ночи относительная роль $FR_д$ в общем балансе тепла возрастает, но все же остается менее значительной, чем роль FP.

Согласно табл. 58, в зимние месяцы человек, пребывающий на открытом воздухе в состоянии покоя, должен пользоваться утепленной зимней одеждой, в апреле и сентябре — демисезонной. Естественно, что при выполнении физической работы различной трудности (например, при ходьбе с различной скоростью) теплоизоляционные свойства одежды могут быть соответственно снижены.

Рассмотренные выше биоклиматические характеристики были получены по средним за многолетний период значениям метеорологических показателей. Определенный интерес могут представить максимальные показатели теплового состояния человека. Их расчеты были выполнены для каждого месяца по значениям абсолютных максимумов температуры воздуха за 15-летний период с использо-

ванием данных по остальным метеорологическим величинам, относящихся к датам этих максимумов (табл. 68). Из табл. 68 следует, что летом в отдельные дни тепловая нагрузка на организм человека,

Таблица 68

Максимальные значения характеристик теплового состояния человека, находящегося в состоянии покоя (q = 93 Вт)

Месяц	FR	FP	$P_л$	$LE_л$	FLE	FE
	Вт					г/ч
I	56	—298	—2	12	—163	
II	234	—154	—1	12	160	237
III	329	—15	0	12	395	586
IV	358	60	0	10	501	743
V	547	140	1	9	772	1144
VI	512	205	1	9	802	1189
VII	565	222	1	9	872	1293
VIII	479	198	1	10	761	1128
IX	423	124	1	12	629	932
X	333	2	0	12	416	617
XI	229	—131	—1	12	178	264
XII	22	—315	—2	12	—214	

не защищенного от солнечных лучей, может быть очень высокой. В наиболее жаркие дни мая, июня и августа влагопотери испарением пота превышают 1100 г/ч, а в июле FE достигает почти 1300 г/ч. При этих условиях реальна угроза теплового удара. Из табл. 68 также следует, что в отдельные дни февраля и в ноябре в Нукусе возможны условия, при которых человек, одетый в очень легкую летнюю одежду, будет находиться в состоянии теплового комфорта.

9. МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ И БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОДА

9.1. Городские ландшафты

Архитектурно-планировочную структуру современного крупного города отличает многообразие городских ландшафтов. По воздействию на тепловое состояние человека городские ландшафты можно разделить на благоприятные и неблагоприятные. Ландшафты южного города, где в теплый период в полной мере проявляется влияние радиационных факторов, относятся к неблагоприятным (открытые участки, неозеленные улицы и пр.). Ландшафты, где влияние радиационных факторов значительно ослаблено и формируются более низкие температуры воздуха, можно рассматривать как благоприятные (озеленные территории, зоны с некоторыми видами благоустройства и т. д.).

Разнообразные сочетания различных городских ландшафтов определяют мозаичность распределения микроклиматических и биоклиматических показателей по территории города.

9.2. Методика микроклиматических и биоклиматических наблюдений

Для изучения микроклимата и биоклимата Нукуса в июле 1980 г. на территории города проводился комплекс микроклиматических и биоклиматических наблюдений в условиях различных городских ландшафтов. Обследовались улицы, площади, жилые массивы, парковые зоны, а также пригород. Было проведено 15 серий микроклиматических и биоклиматических наблюдений. Схема расположения пунктов на территории Нукуса приведена на рис. 17.

Наблюдения в различных ландшафтах проводились отдельными сериями синхронно в семи—девяти точках города в светлое время суток (с 8—9 до 18 ч декретного времени) через каждый час. Комплекс наблюдений включал в себя измерения температуры и влажности воздуха на уровнях 50 и 150 см, температуры подстилающей поверхности, скорости и направления ветра на высоте 2 м. Для определения биоклиматических особенностей городских ландшафтов проводились измерения температуры вертикального цилиндра [7, 8, 36], альбедо которого равно 0,3, что соответствует альбедо кожи человека. Материалы наблюдений систематизировались по типам городских ландшафтов.

В период наблюдений по данным метеостанции Нукус, АМСГ, температура воздуха в среднем за дневные часы составляла 33,6 °С, относительная влажность воздуха 22 %, температура почвы 44,6 °С, скорость ветра 4,9 м/с (в отдельные дни скорость ветра превышала 6 м/с).

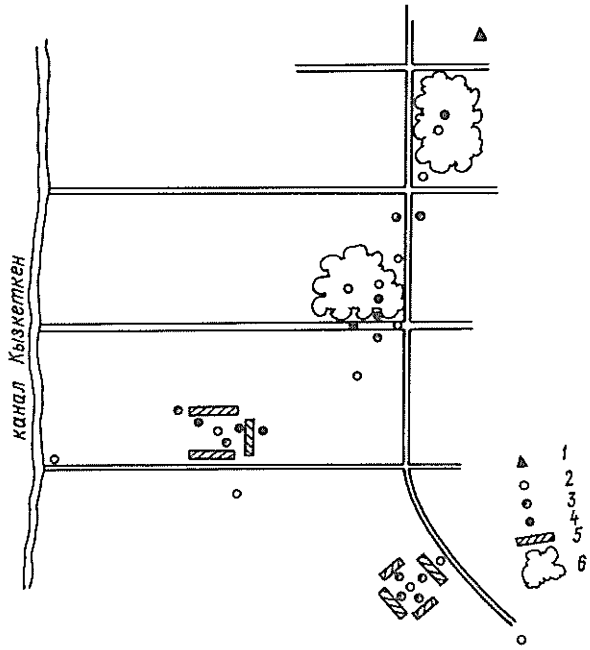

Рис. 17. Схема расположения пунктов наблюдений на территории Нукуса.

1 — метеорологическая станция; *2* — инсолируемые пункты; *3* — пункты, инсолируемые часть дня; *4* — затененные пункты; *5* — здания; *6* — зеленые насаждения.

9.3. Микроклимат и биоклимат открытых городских пространств

Открытые городские пространства (значительные по площади участки с естественным грунтом или асфальтовым и бетонным покрытием, перекрестки крупных городских магистралей и пр.) подвержены существенному влиянию радиационных факторов и обычно характеризуются повышенным уровнем теплового дискомфорта. Здесь отмечаются высокие температуры воздуха и подстилающих поверхностей, последние могут достигать (в зависимости от покрытия) 60—70 °С [44].

При изучении микроклимата и биоклимата Нукуса проводилось обследование городских площадей, расположенных в центральном и периферийных районах города. Полученные материалы сопоставлялись с данными ст. Нукус, АМСГ.

В среднем за дневной период температура воздуха на площадях города примерно на 0,2 °С ниже, чем на метеостанции (табл. 69). Разности температуры воздуха между отдельными площадями и метеостанцией составляют —0,9 . . . 0,8 °С. Различия парциального

Таблица 69

Разности микроклиматических и биоклиматических показателей (Δt, Δe, Δr, Δv, ΔFE, ΔM, ΔЭЭТ, ΔРЭЭТ) между городскими площадями и ст. Нукус, АМСГ и средние значения FE, M, ЭЭТ, РЭЭТ на городских площадях

Площадь	Δt °С	Δe гПа	Δr %	Δv м/с	ΔFE г/ч	ΔM %	ΔЭЭТ °С	ΔРЭЭТ °С	FE г/ч	M %	ЭЭТ °С	РЭЭТ °С
					Утро							
У гостиницы «Ташкент»	—1,4	0,4	4	—1,8	—118	—11	0,5	0,2	45	8	18,4	23,2
им. В. И. Ленина	—1,4	0,4	4	—3,7	90	2	3,0	3,0	135	5	17,4	22,2
У кинотеатра «Бердах»	—0,6	0,6	2	—2,2	—26	0	2,3	2,3	148	9	19,3	24,1
У Мемориала	—0,9	0,3	2	—1,5	—36	—2	0,8	1,0	131	6	16,8	21,6
У вокзала	0,8	—0,2	2	—0,2	50	—2	0,8	0,7	—5	1	15,2	20,0
По ул. Калинина	—1,8	—1,1	4	—1,2	126	9	0,3	0,2	355	20	20,2	25,0
В озелененной застройке	—1,6	0,4	4	0,2	36	—1	—1,2	—1,6	318	17	19,7	24,5
					День							
У гостиницы «Ташкент»	—0,4	—0,6	—1	—3,2	—92	6	2,4	2,2	657	23	22,8	28,0
им. В. И. Ленина	—0,6	—0,5	0	—2,7	—85	4	1,9	1,5	664	20	22,4	27,6
У кинотеатра «Бердах»	0,0	0,3	0	—2,1	—97	4	1,3	1,4	555	22	22,7	27,7
У Мемориала	—0,9	0,3	1	—1,7	—119	—1	0,0	—0,1	560	17	21,2	26,4
У вокзала	0,7	—0,8	—2	0,5	—2	—1	1,7	1,1	748	16	22,2	27,4
По ул. Калинина	0,0	—0,6	—1	—0,5	—19	1	0,0	0,2	720	27	23,5	28,7
В озелененной застройке	—0,1	—0,2	0	—0,2	—40	—2	0,2	0,1	625	23	22,8	28,0

давления водяного пара и относительной влажности между площадями и метеостанцией незначительны (табл. 69).

Данные, характеризующие вертикальное распределение температуры и влажности воздуха в слое 0—150 см на городских площадях, показывают, что в дневные часы имеет место неустойчивая стратификация при относительно малых градиентах влажности. В утренние часы градиенты рассматриваемых величин весьма малы (табл. 70).

Таблица 70

Разности температуры (Δt) и влажности воздуха (Δe, Δr) между уровнями 50 и 150 см на городских площадях

Площадь	Δt °С	Δe гПа	Δr %	Δt °С	Δe гПа	Δr %
		Утро			День	
У гостиницы Ташкент	0,2	0,0	0	0,2	0,1	0
им. В. И. Ленина	0,0	—0,1	0	0,3	0,0	0
У кинотеатра «Бердах»	0,0	0,0	0	0,2	0,2	0
У Мемориала	0,2	—0,2	—1	0,5	—0,3	—1
У вокзала	0,0	0,0	0	1,1	—0,2	—2
По ул. Калинина	1,0	—0,2	—2	0,3	0,4	0
В озелененной застройке	0,6	0,1	—1	0,4	0,4	0

На микроклимат и биоклимат городских площадей значительное влияние оказывают условия аэрации. Можно отметить, что более высокие скорости ветра отмечаются на периферийных участках; в центральных районах города скорости ветра снижаются на 2—3 м/с (табл. 69).

Проведенные наблюдения показали, что наиболее теплой является юго-восточная часть города, примыкающая к пустыне Кызылкум. Наиболее низкие дневные температуры ($\Delta t = -0{,}9$ °С) наблюдаются в зеленой зоне на площади у Мемориала.

Показатели FE, M, ЭЭТ и РЭЭТ характеризуют биотермический режим человека.

В утренние часы в среднем на обследованных площадях значения биоклиматических показателей составили: $FE \approx 160$ г/ч, $M = 9$ %, ЭЭТ и РЭЭТ равны 18,1 и 22,9 °С соответственно; между отдельными площадями отмечаются довольно существенные различия (см. табл. 69).

В дневные часы городские площади характеризуются следующими средними биотермическими условиями: по параметру FE — большие тепловые нагрузки (650 г/ч); по значению РЭЭТ (27,7 °С) — существенно превышена верхняя граница зоны теплового комфорта, тогда как M соответствует условиям слабых тепловых нагрузок (21 %), что обусловлено повышенными скоростями ветра (примерно 3 м/с).

В ранние вечерние часы уровень тепловых нагрузок на площадях остается достаточно высоким. Сопоставление данных табл. 69 показывает, что в дневной период микроклиматические и биоклиматические различия открытых участков в центральной части города

невелики и в целом можно говорить о довольно однородном режиме городских площадей этого района. Юго-восточная часть города характеризуется более высоким уровнем теплового дискомфорта.

9.4. Микроклимат и биоклимат зеленых насаждений

В условиях аридного климата зеленые насаждения ослабляют тепловой дискомфорт. В зависимости от породного состава, возраста, структуры и сомкнутости крон зеленых насаждений ослабление солнечной радиации под растительным покровом достигает 90—99 % [25, 26]. Температура деятельных поверхностей в условиях затенения может понижаться на 25—30 °С. Разность температур почва—воздух на затененных участках незначительна, на инсолируемых они могут достигать 20 °С и более. Проведенные измерения показали, что поверхность растительного покрова имеет по сравнению с неиспаряющими инсолируемыми деятельными поверхностями более низкие температуры (ниже на 15—30 °С).

Значительное влияние на формирование микроклимата и биоклимата обычно оказывают крупные озелененные территории (парки, сады и скверы). Однако для Нукуса это не подтвердилось.

Наблюдения, проведенные в парках, показали, что в среднем за дневной период на затененных участках отмечалось понижение температуры воздуха на 1,0—1,2 °С (табл. 71). В утренние часы разность температур воздуха парк—площадь составила лишь —0,6 . . . 0,8 °С. На открытом асфальтированном участке городского парка температура воздуха оказалась ниже, чем на инсолируемой площади вне парка (в утренние часы — на 1,0 °С, в дневные — на 0,8 °С).

Условия влажности в парковых зонах и на площадях различаются незначительно. Разности парциального давления водяного пара (Δe) и относительной влажности воздуха (Δr) составили за утренний и дневной периоды —0,3 . . . 2,5 гПа и 2—6 % соответственно (парк—площадь).

Разности температуры и влажности воздуха на уровнях 50 и 150 см в парковых зонах также невелики (табл. 72). Температура воздуха на высоте 50 см как на инсолируемых, так и на затененных участках оказались выше на 0,1—0,5 °С. Разности парциального давления водяного пара и относительной влажности воздуха на рассматриваемых уровнях составили в среднем за дневной период 0,3—1,0 гПа и 0—1 % соответственно. В парковых зонах отмечались меньшие по сравнению с открытыми площадями скорости ветра. На озелененных участках парков ослабление ветра составило 30—40 %, на открытых — 25—30 %.

Тепловые нагрузки в парковых зонах Нукуса лишь немного ниже, чем на инсолируемых площадях (см. табл. 71). Различия $\Delta FE_{\text{парк—площадь}}$ для затененных участков парков составили в утренние часы —22 . . . —43 г/ч, в дневные часы значения $\Delta FE_{\text{парк—площадь}}$ достигают —107 . . . —128 г/ч (в Ташкенте дневные значения ΔFE составляют —450 . . . —600 г/ч).

Таблица 71

Разности микроклиматических и биоклиматических показателей (Δt, Δe, Δr, Δv, ΔFE, ΔM, ΔЭЭТ, ΔРЭЭТ) между городскими парками и площадями, средние значения *FE*, *M*, ЭЭТ и РЭЭТ в парках

Пункт	Условия инсоляции	Δt °С	Δe гПа	Δr %	Δv м/с	ΔFE г/ч	ΔM %	ΔЭЭТ °С	ΔРЭЭТ °С	*FE* г/ч	*M* %	ЭЭТ °С	РЭЭТ °С
						Утро							
Парк Кирова													
в тени	Т	—0,6	0,3	0	—0,8	—43	6	0,5	—4,3	19	14	19,3	19,3
на газоне	О	0,4	0,6	1	0,0	66	5	0,1	0,1	214	11	18,8	23,6
на асфальтированной площади	О	—1,0	1,6	6	—1,0	12	0	0,8	0,8	109	5	18,4	23,2
Парк по ул. Калинина													
в тени	Т	—0,8	1,7	5	—0,4	—22	2	0,8	—4,0	89	7	18,8	18,8
на газоне	О	—1,0	—0,2	7	—1,4	—36	17	2,1	2,1	75	26	20,1	24,9
						День							
Парк Кирова													
в тени	Т	—1,0	—0,3	2	—1,1	—128	2	0,1	—5,1	407	22	22,4	22,4
на газоне	О	—0,5	1,3	3	—1,0	—74	0	1,8	1,6	497	20	22,5	27,7
на асфальтированной площади	О	—0,8	1,6	4	—1,2	—4	8	0,5	1,0	466	25	21,2	26,4
Парк по ул. Калинина													
в тени	Т	—1,2	2,5	6	—1,8	—107	6	0,9	—4,3	434	23	22,5	22,5
на газоне	О	—1,0	2,3	5	—1,4	—140	8	1,0	1,3	398	28	22,6	27,8

Примечание. Здесь и далее О — участок, освещенный солнцем, Т — затененный участок.

Таблица 72

Разности температуры (Δt) и влажности воздуха (Δe, Δr) на уровнях 50 и 150 см на инсолируемых и затененных участках в зоне зеленых насаждений

Пункт	Δt °С	Δe гПа	Δr %	Δt °С	Δe гПа	Δr %
	Утро			День		
Парк Кирова						
в тени	—0,1	0,2	2	0,1	0,3	0
на газоне	0,3	0,6	0	0,3	0,7	1
На асфальтированной площади	0,4	0,0	—1	0,4	0,4	0
Парк по ул. Калинина						
в тени	0,1	0,5	1	0,5	1,0	1
на газоне	0,2	0,6	0	0,3	0,9	1

Показатель тепловой нагрузки на затененных участках составил в дневные часы — 407 . . . —434 г/ч, что соответствует умеренным тепловым нагрузкам. Значения ЭЭТ и M на затененных участках мало отличаются от соответствующих значений на площадях (см. табл. 71). Различия РЭЭТ значительны — в среднем за утренний и дневной периоды ΔРЭЭТ на затененных участках парков составили —4,0 . . . 4,3 и —4,3 . . . 5,1 °С соответственно.

На открытых участках и в парках Нукуса разбиты газоны. Микроклимат и биоклимат газонов в значительной мере зависят от городских ландшафтов. При сочетании древесных посадок и газонов отмечается существенное понижение микро- и биоклиматических показателей. На открытых газонах в полной мере проявляется как влияние инсоляции, так и влияние интенсивного воздухообмена с окружающими территориями. Из материалов наблюдений на открытых газонах в парках Нукуса (см. табл. 71) следует, что здесь отмечаются слабые понижения температуры воздуха и тепловых нагрузок при незначительном повышении влажности воздуха.

Наблюдения в парковых зонах Нукуса показали, что эффективность зеленых насаждений обследованных территорий невелика, что, как отмечалось, связано со слабым развитием посадок, обусловленным в значительной мере неблагоприятными почвенными условиями (высокая засоленность и др.).

9.5. Микроклимат и биоклимат зон жилой застройки

Для населения городов, расположенных в пустынных зонах, микроклиматический и биоклиматический режим районов жилой застройки имеет особо важное значение. Жилая застройка Нукуса представлена в основном одноэтажными и малоэтажными строениями. В конце 60-х—начале 70-х годов в южной части города было начато строительство кварталов многоэтажной жилой застройки. В последние годы ведется строительство крупных массивов и в центральных

районах города. В связи с этим наибольший интерес представляют микроклиматические и биоклиматические условия в озелененных и неозелененных зонах многоэтажной жилой застройки.

Наблюдения, проведенные в Ташкенте и в Фергане, показали, что хорошее озеленение жилых массивов обеспечивает благоприятные микроклиматические и биоклиматические условия. На неозелененных или слабоозелененных участках жилой застройки за счет дополнительных потоков отраженной радиации и теплового излучения, а также ослабления циркуляции воздуха, могут формироваться условия более тяжелые, чем на инсолируемых открытых площадях (например, в Ташкенте у облучаемой стены тепловая нагрузка может увеличиваться на 15 %).

Наблюдения, проведенные в озелененной и неозелененной жилой застройке Нукуса, позволили выявить некоторые особенности микроклимата и биоклимата.

Обследованный озелененный массив с четырехэтажной жилой застройкой, возраст которого около 8—10 лет, находится в южной части города. Озеленение преимущественно придомовое, шириной 5—10 м, между домами находится большой открытый двор. Пункты наблюдений располагались в 3—4 м от зданий, в центре двора, а также на открытой площади вне застройки. На инсолируемых и затененных участках жилой застройки в утренний, дневной и ранний вечерний периоды температуры воздуха оказались ниже, чем на площади вне застройки (табл. 73). Различия температур

Таблица 73

Разности микроклиматических и биоклиматических параметров (Δt, Δe, Δr, Δv, ΔFE, ΔM, ΔЭЭТ, ΔРЭЭТ) на инсолируемых (⊙) и затененных (Т) участках озелененной и неозелененной застройки и на площадях, средние значения биоклиматических показателей (FE, M, ЭЭТ, РЭЭТ) в застройке. Июль

Застройка	Δt °С		Δe гПа		Δr %		v м/с	Δv м/с
	⊙	Т	⊙	Т	⊙	Т		
				Утро				
Озелененная	—0,2	—0,8	0,5	1,5	2	7	0,3	—1,2
Неозелененная	0,4	—0,6	0,3	1,3	0	2	1,2	—0,1
				День				
Озелененная	—0,2	—1,3	0,2	1,0	3	5	0,9	—1,9
Неозелененная	0,5	—2,0	0,1	1,8	0	5	2,2	—0,5

Застройка	ΔFE г/ч		ΔM %		ΔЭЭТ °С		ΔРЭЭТ °С	
	⊙	Т	⊙	Т	⊙	Т	⊙	Т
				Утро				
Озелененная	92	—306	15	—13	1,8	2,0	1,9	—2,9
Неозелененная	—38	—418	—1	—23	—0,2	—0,3	—0,2	—5,4
				День				
Озелененная	—92	—389	4	—3	0,8	0,8	0,6	—4,4
Неозелененная	—20	—400	4	—12	0,2	0,1	0,3	—5,1

Застройка	*FE* г/ч		*M* %		ЭЭТ °С		РЭЭТ °С	
	⊙	Т	⊙	Т	⊙	Т	⊙	Т
					Утро			
Озелененная	315	13	33	9	22,0	21,6	26,8	21,6
Неозелененная	321	—86	19	2	19,9	19,2	24,7	19,2
					День			
Озелененная	610	246	31	20	24,0	23,8	29,2	23,8
Неозелененная	700	256	31	16	23,6	23,9	28,8	23,9

воздуха между инсолируемыми и затененными участками невелики и в среднем составляют: в утренние часы —0,6 °С, в дневные — 1,1 °С (табл. 73).

Между отдельными пунктами разности температур несколько выше — в утренние часы они составляют от 0,0 до —1,8 °С, в дневные от 0,5 до —3,6 °С.

Влажность воздуха в застройке немного выше, чем на площади в течение всего периода наблюдений (табл. 73).

Невелики также различия средних значений температуры и влажности воздуха на уровнях 50—150 см (табл. 74). На инсолируемых участках застройки разности температуры воздуха Δt_{50-150} составляют 0,2—0,4 °С; на затененных участках в течение дневных и ранних вечерних часов наблюдается инверсия температуры воздуха.

Таблица 74

Разности температуры (Δt) и влажности воздуха (Δe, Δr) на уровнях 50 и 150 см на инсолируемых (⊙) и затененных (Т) участках зоны жилой застройки

Застройка	Δ*t* °С		Δ*e* гПа		Δ*r* %		Δ*t* °С		Δ*e* гПа		Δ*r* %	
	⊙	Т	⊙	Т	⊙	Т	⊙	Т	⊙	Т	⊙	Т
	Утро						День					
Озелененная	0,4	0,0	—0,1	0,0	—1	0	0,2	—0,3	0,5	0,3	0	1
Неозелененная	0,3	0,0	0,1	—0,5	0	—2	0,3	0,1	0,2	0,1	0	0

Скорости ветра в зоне озелененной жилой застройки значительно снижаются (примерно на 60—80 %) и в среднем в течение дня не превышают 1 м/с.

Значительный интерес представляет распределение биоклиматических показателей (*FE*, *M*, ЭЭТ и РЭЭТ) в зоне жилой застройки. Тепловые нагрузки на инсолируемых участках в утренние часы выше, а в дневные немного ниже, чем на площади вне застройки (табл. 73). Показатели *M* и ЭЭТ в тех же условиях в течение всего дневного периода выше, чем на площади; значение РЭЭТ в утренние и вечерние часы меньше, а в дневные больше, чем на площади.

На затененных участках застройки наблюдались более низкие, чем на инсолируемых, уровни тепловых нагрузок. В среднем значение Δ*FE* в течение дня меняется довольно слабо, наибольшие различия наблюдались в дневные часы (табл. 73). Средние значения Δ*FE*, относящиеся к отдельным пунктам, варьируют в довольно

значительных пределах: в утренние часы от —132 до —415 г/ч, в дневные часы от —66 до —640 г/ч.

Средние значения тепловых нагрузок на затененных участках в наиболее жаркий период не превышают уровня слабых тепловых нагрузок, а в утренний и вечерний периоды соответствуют условиям теплового комфорта или близких к ним: составляют утром —92... ...182 г/ч, днем —65...452 г/ч.

Значения параметра M на затененных участках в течение дня ниже, чем на площадях.

Понижение скорости ветра и повышенная влажность воздуха в зоне застройки приводят к ощутимому повышению эффективных температур. По сравнению с площадью вне застройки ЭЭТ, РЭЭТ на инсолируемых и ЭЭТ на затененных участках оказались выше (табл. 73).

Большие контрасты микроклиматических и биоклиматических показателей отмечались в зоне неозелеиенной жилой застройки. Обследованный участок расположен в южной части города по ул. Калинина и аналогичен по планировке участку озелененной жилой застройки. Температура воздуха на инсолируемых участках, как показывают наблюдения, в утренние и дневные часы выше, чем на площади (табл. 73), на затененных участках отмечались более низкие температуры воздуха. Необходимо отметить, что днем различия температур на инсолируемых и затененных участках неозелененной застройки оказались значительнее, чем на солнце и в тени озелененной. Это, по-видимому, обусловлено тем, что кроны деревьев придомового озеленения, частично поглощая солнечную радиацию, отдают тепло воздуху. Как показали наблюдения [9], температура инсолируемых листьев на 3—8 °С может превышать температуру воздуха. При слабых скоростях ветра под деревьями, имеющими ажурную или редкую крону, температуры воздуха за счет конвективного теплообмена листья—воздух, оказываются выше, чем в зоне плотного затенения. Разности температуры воздуха Δt_{50-150} в течение дня малы и составляют —0,3 °С (табл. 74). В неозелененной застройке отмечается небольшое ослабление ветра (табл. 73).

Биоклиматические условия в неозелененной застройке несколько тяжелее, чем в озелененной. В дневные часы на инсолируемых участках неозелененной застройки отмечаются более высокие уровни FE (около 700 г/ч), на инсолируемых участках озелененной застройки тепловые нагрузки несколько снижаются, составляя днем 610 г/ч. На затененных участках неозелененной застройки средние значения FE в дневные часы не превышают уровня умеренных тепловых нагрузок (табл. 73). Значение показателя M на инсолируемых участках данной застройки в жаркий период дня немного выше, чем на площади, на затененных участках M ниже в течение всего дневного периода. Наибольшие различия $\Delta M_{\text{застройка—площадь}}$ наблюдаются в утренние часы (—23 %).

Эффективные температуры ЭЭТ на инсолируемых и затененных участках застройки в утренние и вечерние часы немного

ниже, а в дневные — выше, чем на площади. Из табл. 73 также следует, что на инсолируемых пунктах средние значения $\Delta РЭЭТ_{застройка—площадь}$ в течение дня составляют $\pm 0{,}3$ °С, на затененных —5,1 °С. Различия микроклиматических и биоклиматических параметров между отдельными пунктами в застройке отличаются от осредненных значений. В целом же можно отметить, что микро- и биоклиматические условия в озелененных зонах застройки имеют небольшие различия.

9.6. Расчетные значения тепловой нагрузки и температуры стен в неозелененной застройке

По многолетним климатическим характеристикам были рассчитаны тепловые нагрузки на организм человека, находящегося у инсолируемых стен восьми ориентаций в зоне неозелененной жилой застройки (табл. 75). Была использована модель тела в форме шара [8]. Полученные расчетные значения *FE* находятся в соответствии

Таблица 75

Значение тепловых нагрузок у инсолируемых стен различных ориентаций и на открытом участке (г/ч). Июль (среднее солнечное время)

Время, ч мин	$FE_{откр.\ уч.}$	$FE_{С}$	$FE_{СВ}$	$FE_{В}$	$FE_{ЮВ}$	$FE_{Ю}$	$FE_{ЮЗ}$	$FE_{З}$	$FE_{СЗ}$
6 00	—151	—100	—84	—31	—80				
6 30	27	13							
7 00	87	110	205	224	171				
7 30	206	27							
8 00	401		408	347	410	307			
9 00	492		564	614	602	519			
9 30	583								
10 00	660		671	729	743	692			
10 30	723		700						
11 00	772			792	831	814	806		
11 30	811								
12 00	844			802	910	882	824	808	
13 00	858				835	896	916	880	
13 30	843								840
14 00	830					857	915	908	805
15 00	762					775	861	876	686
16 00	649					638	739	781	679
16 30	569	570							
17 00	491	503					517	612	546
17 30	392	452							
18 00	302	319					356	374	365

с данными натурных наблюдений и позволяют выявить наиболее неблагоприятные с точки зрения внешнего теплового дискомфорта ориентации стен зданий. Выполненные расчеты показывают, что наибольшие значения *FE* отмечаются у стен, облучаемых в полуденные и послеполуденные часы, т. е. у стен, ориентированных на ЮВ, Ю, ЮЗ, и достигают уровня очень больших и чрезмерных

тепловых нагрузок. По данным наблюдений в зоне неозелененной застройки (рис. 18) приведен дневной ход *FE* у стен, ориентированных на СВ, ЮВ, ЮЗ и СЗ. Изменения *FE* находятся в соответствии с изменением режима инсоляции.

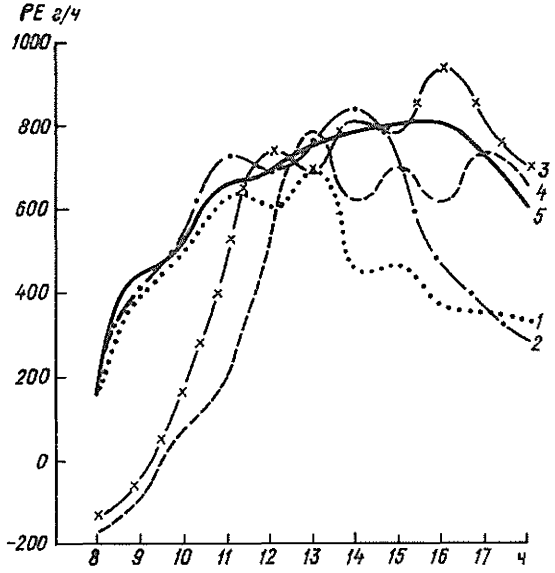

Рис. 18. Дневной ход показателя *PE* (г/ч) у стен, ориентированных на СВ (*1*), ЮВ (*2*), ЮЗ (*3*), СЗ (*4*), и на открытом участке (*5*).

По многолетним данным были также рассчитаны температуры инсолируемых наружных поверхностей стен зданий восьми ориентаций для июля (табл. 76). Для расчетов были использованы эмпирические выражения, определяющие соотношение между температурой стен, температурой воздуха и поглощенной стеной радиацией, полученные Э. Х. Аминовым.

9.7. Микроклимат и биоклимат городских улиц

Городские улицы являются зонами повышенного уровня шума, загрязнения воздуха и вместе с тем зонами перемещения большого числа людей, испытывающих все воздействия уличной среды. Микроклимат улиц в значительной мере определяет формирование условий в примыкающих к ним жилых и служебных зданиях. Как известно [10, 25], озеленение улиц приводит к значительному снижению уровня теплового дискомфорта. В жаркий период понижение температуры воздуха на затененных участках улиц может достигать 2 °С и более. В Нукусе наблюдения проводились на затененных и инсолируемых участках озелененных улиц Ленина и Калинина (табл. 77). На обследованных улицах температура воздуха оказалась

Таблица 76

Значения температуры t (°С) инсолируемых стен различных ориентаций. Июль (среднее солнечное время)

Время, ч мин	$t_{возд}$	$t_{С}$	$t_{СВ}$	$t_{В}$	$t_{ЮВ}$	$t_{Ю}$	$t_{ЮЗ}$	$t_{З}$	$t_{СЗ}$
6 00	22,5	26,1	33,5	30,9	27,4				
6 30	23,4	28,5							
7 00	24,4	28,5	37,7	36,2	33,0				
7 30	25,9	29,9							
8 00	27,0		34,7	40,2	38,2	30,7			
9 00	29,1		41,1	41,9	41,5	35,9			
9 30	30,1								
10 00	30,9		39,1	41,7	43,3	40,0			
10 30	31,6		37,4						
11 00	32,2			40,4	43,5	42,9	38,9		
11 30	32,7								
12 00	33,2			37,8	42,1	44,2	40,2	39,0	
13 00	33,9				39,7	44,4	46,4	44,0	
13 30	34,2								41,4
14 00	34,3					43,4	48,1	48,0	43,2
15 00	34,4					41,2	48,1	49,9	44,1
16 00	34,3					38,0	45,9	49,6	49,0
16 30	34,1	37,6							
17 00	33,8	37,8					42,2	46,6	47,3
17 30	33,4	40,6							
18 00	32,9	34,4					37,9	41,7	42,6

Таблица 77

Разности микроклиматических и биоклиматических показателей (Δt, Δe, Δr, Δv, ΔFE, ΔM, ΔЭЭТ, ΔРЭЭТ) на инсолируемых (⊙) и затененных (Т) участках между улицами и площадью, средние значения биоклиматических показателей (FE, M, ЭЭТ, РЭЭТ) на улицах. Июль

Время суток	Δt °С		Δe гПа		Δr %		v м/с	Δv м/с
	⊙	Т	⊙	Т	⊙	Т		
Утро	—0,1	—0,4	1,9	0,2	6	1	0,7	—0,4
День	—0,2	—1,3	0,6	0,3	2	2	1,0	—1,0

Время суток	ΔFE гч		ΔМ %		ΔЭЭТ °С		ΔРЭЭТ °С	
	⊙	Т	⊙	Т	⊙	Т	⊙	Т
Утро	119	—169	18	—5	2,1	1,2	2,6	—3,8
День	44	—282	8	—9	0,5	0,3	0,6	—4,0

Время суток	FE гч		M %		ЭЭТ °С		РЭЭТ °С	
	⊙	Т	⊙	Т	⊙	Т	⊙	Т
Утро	230	—44	24	3	21,6	20,6	26,4	20,6
День	511	220	38	15	24,1	23,3	29,3	23,3

ниже, чем на площади, наибольшие различия отмечаются на затененных участках в дневные часы. Влажность воздуха на улицах немного выше, чем на площадях. Разности парциального давления водяного пара (Δe) и относительной влажности воздуха (Δr) (улица — площадь) на отдельных пунктах составили в течение дня 1,2—3,6 гПа и 4—10 % соответственно. Материалы наблюдений показывают, что на затененных участках улиц вертикальные градиенты температуры весьма малы. На инсолируемых участках Δt_{50-150} составляет в среднем 0,4 °С (табл. 78). Влажность воздуха на уровнях 50 и 150 см также имеет очень малые различия.

Таблица 78

Разности температуры и влажности воздуха на уровнях 50 и 150 см на инсолируемых (⊙) и затененных (Т) участках улиц

Время суток	Δt °С		Δe гПа		Δr %	
	⊙	Т	⊙	Т	⊙	Т
Утро	0,4	—0,1	0,0	0,2	0	1
День	0,4	0,0	0,3	0,6	0	1

В зоне городских улиц отмечается ослабление скорости ветра (табл. 77).

Биоклиматические условия улиц города в значительной мере определяются режимом инсоляции. Так, на инсолируемых участках за счет дополнительных потоков радиации (отраженная от стен радиации и тепловое излучение) тепловые нагрузки *FE* и значение показателя *M* выше, чем на площадях (табл. 77).

Затененные участки характеризуются более низкими уровнями *FE* и *M*, при этом наибольшие различия отмечаются в жаркий дневной период. Средние значения тепловых нагрузок *FE* на затененных участках улиц в дневные часы соответствуют градации умеренных тепловых нагрузок, а средние значения показателя *M* в течение дня характеризуют более низкий уровень тепловых нагрузок.

На инсолируемых и затененных участках озелененных городских улиц отмечаются более высокие по сравнению с площадями значения эффективных температур, что обусловлено повышенной влажностью и пониженными скоростями ветра на улицах. Средние значения ЭЭТ в дневные часы на затененных участках улиц превышают верхнюю границу зоны теплового комфорта и составляют в отдельных пунктах 22,0—24,4 °С.

Влияние солнечной радиации заметно ухудшает тепловое состояние человека, на инсолируемых участках улиц средние значения РЭЭТ на 4—5 °С выше, чем ЭЭТ (табл. 77). В отдельных пунктах средние значения РЭЭТ в течение рассматриваемых периодов значительно превышают верхнюю границу зоны теплового комфорта (21,7 °С) и составляют 25—30 °С.

На основании полученных данных можно отметить, что слабое озеленение территории Нукуса не обеспечивает необходимого снижения теплового дискомфорта.

9.8. Микроклиматические и биоклиматические различия между Нукусом и Тахиаташем

Для выявления различий между городом и пригородом в период обследования Нукуса синхронно проводились микроклиматические и биоклиматические наблюдения на ст. Тахиаташ, размещенной на юго-западной окраине г. Тахиаташа, который находится примерно в 15 км от Нукуса. Оба населенных пункта расположены в 3 км от Амударьи.

В табл. 79 представлен дневной ход средних за период обследования значений микроклиматических и биоклиматических характеристик на метеостанциях Нукус, АМСГ и Тахиаташ. Материалы наблюдений показывают, что температура воздуха в среднем за дневной период в Нукусе лишь на 0,2 °С выше, чем в Тахиаташе, притом наибольшие различия наблюдаются в утренние часы; в дневные и вечерние часы резко выраженных различий температуры не отмечалось ($\pm 0{,}1$ °С). Парциальное давление водяного пара и относительная влажность воздуха в городе ниже, чем в Тахиаташе; более значительные различия отмечаются в первой половине дня, в целом же различия во влажности воздуха невелики.

Согласно материалам наблюдений, температура поверхности почвы в Нукусе ниже, а скорости ветра выше (примерно на 20 %), чем в пригороде.

Различия биоклиматических показателей между Нукусом и Тахиаташем в среднем за рассматриваемый период таковы: $\Delta FE = 41$ г/ч, $\Delta M = 0$ %, Δ ЭЭТ $= 0{,}4$ °С, ΔРЭЭТ $= 0{,}3$ °С.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что различия микроклиматических и биоклиматических показателей между Нукусом и Тахиаташем незначительны.

Таблица 79

Средние значения микроклиматических и биоклиматических характеристик ($t_в$, e, r, $t_п$, v, FE, M, ЭЭТ, РЭЭТ) на метеорологических станциях Нукус, АМСГ (Н) и Тахиаташ (Т) и их разности. Июль

Время, ч	$t_в$ °С		Δt °С	e гПа		Δe гПа	r %		Δr %	$t_п$ °С		$\Delta t_п$ °С	v м/с	
	Н	Т		Н	Т		Н	Т		Н	Т		Н	Т
8	27,2	25,9	1,3	11,6	15,3	—3,7	33	43	—10	30,3	31,5	—1,2	3,6	2,4
9	28,7	28,4	0,3	12,9	14,4	—1,5	32	40	—8	35,5	42,5	—7,0	3,4	2,5
10	31,6	30,6	1,0	10,8	14,2	—3,4	26	31	—5	43,2	45,3	—2,1	2,6	2,4
11	32,6	32,6	0,0	12,7	13,1	—0,4	24	24	0	47,3	52,5	—5,2	4,5	2,7
12	33,6	33,4	0,2	12,3	12,3	0,0	22	22	0	47,6	56,8	—9,2	3,9	3,5
13	34,4	34,5	—0,1	11,2	12,8	—0,6	19	21	—2	51,9	56,8	—4,9	4,2	3,7
14	35,0	35,0	0,0	10,6	12,2	—1,6	18	20	—2	52,8	59,1	—6,3	4,2	3,9
15	35,2	35,4	—0,2	10,3	11,7	—1,4	18	20	—2	51,5	56,9	—5,4	4,7	3,5
16	35,4	35,4	0,0	10,1	11,3	—1,2	17	19	—2	49,2	54,3	—5,1	4,6	4,0
17	35,1	35,1	0,0	10,5	11,4	—0,9	18	19	—1	46,2	49,0	—2,8	4,6	3,6
18	34,3	34,4	—0,1	11,3	11,2	0,1	20	21	—1	41,7	43,1	—1,4	4,7	3,0

Время, ч	Δv м/с	FE г/ч		ΔFE г/ч	M %		ΔM %	ЭЭТ °С		ΔЭЭТ °С	РЭЭТ °С		ΔРЭЭТ °С
		Н	Т		Н	Т		Н	Т		Н	Т	
8	1,2	8	—7	15	6	7	—1	16,3	16,9	—0,6	21,1	21,7	—0,6
9	0,9	276	231	45	13	12	1	19,0	19,1	—0,1	23,8	23,8	0,0
10	0,2	431	399	32	21	18	3	21,3	21,1	0,2	26,5	26,4	—0,1
11	1,8	577	504	73	20	21	—1	21,3	22,2	—0,9	26,5	26,9	—0,4
12	0,4	671	612	59	21	20	1	22,1	22,2	—0,1	28,3	28,3	0,0
13	0,5	674	647	27	20	21	—1	22,6	22,9	—0,3	27,8	28,1	—0,3
14	0,3	764	718	46	22	21	1	23,0	23,2	—0,2	28,2	28,3	—0,1
15	1,2	782	734	48	22	22	0	22,7	23,1	—0,4	27,9	28,1	—0,2
16	0,6	793	758	35	22	23	—1	22,9	23,3	—0,4	28,1	28,5	—0,4
17	1,0	747	693	44	21	23	—2	22,9	23,1	—0,2	28,1	28,5	—0,4
18	1,7	586	563	23	16	18	—2	22,6	23,3	—0,7	26,5	27,5	—1,0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаменко В. Н. Климат больших городов. Обзор. — Обнинск, 1975. — 71 с.
2. Айзенштат Б. А. Метод расчета некоторых биоклиматических показателей. — Метеорология и гидрология, 1964, № 12, с. 9—16.
3. Айзенштат Б. А. Метод расчета и результаты определений некоторых биоклиматических характеристик. — Труды САРНИГМИ, 1965, вып. 22 (37), с. 3—41.
4. Айзенштат Б. А. О поступлении потоков рассеянной радиации на вертикальные и горизонтальные поверхности в условиях городской застройки. — Труды САРНИГМИ, 1965, вып. 22 (37), с. 42—50.
5. Айзенштат Б. А. Биоклиматический атлас Средней Азии. — М.: Гидрометеоиздат, 1973. — 156 с.
6. Айзенштат Б. А. Метод определения теплоизоляционных свойств одежды, обеспечивающих состояние теплового комфорта. — Труды САРНИГМИ, 1974, вып. 20 (101), с. 17—26.
7. Айзенштат Б. А. Методы оценки биоклимата городов аридной зоны с учетом радиационного теплового влияния элементов городской среды. — Информационное письмо ГУГМС, № 20 (доклады по прикладной климатологии на ВДНХ СССР «Климаты больших городов»). М.: Гидрометеоиздат, 1976, с. 67—79.
8. Айзенштат Б. А. Метод оценки теплового состояния человека с помощью физического тела в форме вертикального цилиндра. — Труды САРНИГМИ, 1978, вып. 57 (138), с. 38—44.
9. Айзенштат Б. А., Лукина Л. П. Влияние растительного покрова на микроклимат и тепловое состояние человека в условиях южного города. — Труды САРНИГМИ, 1978, вып. 57 (138), с. 83—90.
10. Айзенштат Б. А. Радиационное влияние элементов окружающей среды на тепловой режим человека. — Труды САРНИГМИ, 1971, вып. 53 (68), с. 3—27.
11. Анапольская Л. Е. Режим скоростей ветра на территории СССР. — Л.: Гидрометеоиздат, 1961. — 200 с.
12. Анапольская Л. Е. Тепловой режим зданий в различных климатических условиях. — Доклады по прикладной климатологии на ВДНХ СССР. Информационное письмо ГУГМС, № 17. М.: ГИМИЗ, 1960, с. 3—15.
13. Байбакова Е. М., Невраев Г. А., Чубуков А. А. Методика анализа климата курортов и метеорологических условий климатотерапии. — В кн.: Очерки по климатологии курортов. — М., 1973, с. 5—12.
14. Балашова Е. Н., Житомирская О. М., Семенова О. А. Климатическое описание республик Средней Азии. — Л.: Гидрометеоиздат, 1960. — 243 с.
15. Бертенева О. Д., Полякова Е. А., Русин Н. П. Режим естественной освещенности на территории СССР. — Л.: Гидрометеоиздат, 1971. — 238 с.
16. Бугаев В. А., Джорджио В. А., Козик Е. М. и др. Синоптические процессы Средней Азии. — Ташкент, изд-во АН УзССР, 1957. — 477 с.
17. Будыко М. И., Циценко В. Г. Климатические факторы теплоощущения человека. — Изв. АН СССР, сер. геогр., 1960, № 3, с. 3—11.
18. Гуменер П. И. Изучение терморегуляции в гигиене и физиологии труда. — М.: Медгиз, 1962. — 231 с.
19. Заварина М. В. Строительная климатология. — Л.: Гидрометеоиздат, 1976. — 302 с.
20. Зыкова Г. Г. Продолжительность периодов с низкими температурами на Азиатской части СССР. — Л.: Гидрометеоиздат, 1968. — 116 с.
21. Ильинова Э. С., Сапронова Н. П. Некоторые характеристики обильных осадков в Узбекистане. — Труды САРНИГМИ, 1970, вып. 47 (62), с. 97—107.
22. Ильинова Э. С. Статистическая характеристика суточных сумм осадков при некоторых типах циркуляции над Средней Азией. — Труды САРНИГМИ, 1971, вып. 57 (72), с. 104—110.
23. Кобышева Н. В., Костин С. И. Климатология. — Л.: Гидрометеоиздат, 1980. — 344 с.
24. Кондратьев К. Я., Пивоварова З. И., Федорова М. П. Радиационный режим наклонных поверхностей. — Л.: Гидрометеоиздат, 1978. — 215 с.

25. Краснощекова Н. С., Чистякова С. Б. Озеленение и микроклимат южных городов. — М.: Центр научно-технической информации по гражданскому строительству и архитектуре, 1968. — 34 с.
26. Краснощекова Н. С. Инсоляционный режим под кронами различных пород деревьев в условиях Ташкента. — В кн.: Исследования по микроклимату и шумовому режиму населенных мест. М.: Стройиздат, 1965, с. 29—32.
27. Кратцер П. А. Климат города. — М.: Иностранная литература, 1958. — 239 с.
28. Лебедев А. Н., Ходакова В. П. О взаимосвязи температуры и относительной влажности воздуха. — Метеорология и гидрология, 1969, № 12, с. 47—50.
29. Леухина Г. Н. Гололедно-изморозевые явления и обледенение проводов в Средней Азии. — Труды САРНИГМИ, 1972, вып. 7 (88). — 145 с.
30. Леухина Г. Н. Районирование Средней Азии по снеговым нагрузкам. — Труды САРНИГМИ, 1978, вып. 57 (138), с. 45—57.
31. Лиопо Т. Н., Циценко Г. В. Климатические условия и тепловое состояние человека. — Л.: Гидрометеоиздат, 1972, — 151 с.
32. Методы климатической обработки метеорологических наблюдений. / Под ред. О. А. Дроздова. — Л.: Гидрометеоиздат, 1957. — 490 с.
33. Опасные гидрометеорологические явления в Средней Азии. / Под ред. А. А. Джураева, С. Г. Чанышевой, О. И. Субботиной. — Л.: Гидрометеоиздат, 1977. — 335 с.
34. Орлова В. В. Устойчивые морозы в СССР. — Труды ГГО, 1958, вып. 85, с. 32—49.
35. Пивоварова З. И. Радиационные характеристики климата СССР. — Л.: — Гидрометеоиздат, 1977. — 335 с.
36. Рекомендации по описанию климата большого города. Показатели теплового состояния человека и характеристика биоклимата городской среды. — Л.: ГГО, 1978, ч. IV. — 66 с.
37. Справочник по климату СССР. — Л.: Гидрометеоиздат, 1965—1968, вып. 19, ч. 1—5.
38. Узбекистан (экономико-географическая характеристика). — Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1950. — 302 с.
39. Хайруллин К. Ш. Оттепели на территории СССР. — Л.: Гидрометеоиздат, 1969. — 84 с.
40. Ходакова В. П. К вопросу о методике комплексной обработки температуры и влажности воздуха. — Труды ГГО, 1969, вып. 247, с. 103—109.
41. Хромов С. П., Мамонтова Л. И. Метеорологический словарь. — Л.: Гидрометеоиздат, 1963. — 620 с.
42. Челпанова О. М. Климат СССР. Средняя Азия. — Л.: Гидрометеоиздат, 1963, вып. 3. — 447 с.
43. Швер Ц. А. Атмосферные осадки на территории СССР. — Л.: Гидрометеоиздат, 1976. — 302 с.
44. Шелейховский Г. В. Микроклимат южных городов. — М.: Изд-во АМН СССР, 1948. — 119 с.
45. Яковенко В. А. Учение об эффективных температурах и его значение для курортного дела. — Курортное дело, 1927, № 4, с. 3.
46. A survey of Human Biometeorology. — Technical Note No. 65, WMO — No. 160. Tp. 78, Geneve, 1964. — 116 p.
47. Health factors involved in working under conditions of heat stress. Report of a WHO Scientific Group. World Health Organization, Geneva, 1969. — 31 p.
48. Landsberg H. E. The assessment of human bioclimate: a limited review of physical parameters. WMO — No. 331, Geneve, p. 36.
49. Macpherson R. K. The assessment of the thermal environment. — Brit. J. Indust. Med., 19, 1962, p. 151—164.

Таблица 3

Давление воздуха (гПа) в различные часы суток

Месяц	Время, ч							
	21	0	3	6	9	12	15	18
I	1016,5	1016,1	1015,9	1016,1	1017,1	1016,0	1015,7	1016,3
II	1015,8	1015,4	1015,1	1015,5	1016,3	1015,6	1015,0	1015,6
III	1012,6	1012,2	1011,7	1012,4	1013,1	1012,3	1011,5	1012,0
IV	1007,3	1007,0	1006,7	1007,4	1007,9	1007,1	1006,3	1006,5
V	1005,8	1005,5	1005,3	1006,2	1006,5	1005,7	1004,9	1004,9
VI	1001,5	1001,1	1001,1	1002,0	1002,2	1001,6	1000,8	1000,7
VII	999,0	998,8	998,7	999,7	1000,0	999,4	998,6	998,5
VIII	1002,2	1001,9	1001,9	1002,8	1003,3	1002,6	1001,8	1001,7
IX	1007,8	1007,6	1007,5	1008,3	1008,9	1008,1	1007,2	1007,3
X	1012,7	1012,4	1012,2	1012,8	1013,6	1012,6	1012,1	1012,6
XI	1016,3	1016,0	1015,8	1016,2	1017,0	1016,0	1015,5	1016,1
XII	1015,2	1014,9	1014,8	1015,1	1016,0	1014,9	1014,8	1015,3

Таблица 4

Повторяемость (%) и средняя скорость ветра (м/с) по направлениям

Месяц	Единица	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	%	9	34	14	12	8	7	10	6	12
	м/с	4,3	4,2	4,2	4,7	3,9	4,8	4,7	4,2	
II	%	13	33	16	10	5	7	9	7	10
	м/с	4,7	4,8	4,4	4,8	4,4	5,4	4,5	4,1	
III	%	16	27	17	10	5	6	10	9	8
	м/с	5,4	4,9	4,7	5,0	4,5	5,0	5,5	4,5	
IV	%	19	28	17	9	4	6	9	8	
	м/с	5,1	5,6	5,6	5,3	4,4	5,0	5,1	4,6	
V	%	21	28	15	8	4	5	9	10	11
	м/с	5,3	5,4	5,2	4,7	3,6	4,0	4,5	4,5	
VI	%	32	25	9	5	4	4	8	13	10
	м/с	5,2	4,8	4,7	3,8	3,0	3,6	4,2	4,4	
VII	%	36	27	6	3	3	3	7	15	12
	м/с	4,9	4,3	4,3	3,7	3,1	3,5	3,4	4,0	
VIII	%	36	32	7	3	3	2	5	12	14
	м/с	4,6	4,2	4,1	3,7	3,2	4,0	3,8	3,6	
IX	%	28	32	10	4	4	3	7	12	18
	м/с	3,7	3,6	3,8	3,4	3,4	3,8	3,9	3,7	
X	%	14	30	15	10	5	6	8	12	21
	м/с	3,7	3,5	3,6	3,6	3,3	3,6	4,4	3,8	
XI	%	9	34	16	10	7	6	9	9	17
	м/с	3,8	4,4	3,6	4,2	3,5	4,0	4,8	4,1	
XII	%	9	37	15	10	8	7	7	7	14
	м/с	3,9	4,5	3,9	4,3	4,1	3,8	4,2	4,3	
Год	%	20	31	13	8	5	5	8	10	13
	м/с	4,6	4,5	4,3	4,3	3,7	4,2	4,4	4,2	

Таблица 5

Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с) в различные часы суток. 1966—1979 гг.

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

Термический режим

Таблица 6

Температура воздуха (°С) в различные часы суток

Месяц	Время, ч							
	21	0	3	6	9	12	15	18
I	—7,2	—8,2	—9,0	—9,4	—7,0	—3,4	—2,9	—5,9
II	—5,6	—6,8	—7,7	—8,3	—4,9	—1,1	—0,1	—3,4
III	3,2	1,6	0,5	0,1	4,8	8,4	9,5	6,5
IV	12,4	10,3	8,9	9,5	15,5	18,7	19,4	18,0
V	19,1	16,5	14,6	17,2	23,6	26,4	26,9	24,4
VI	24,2	21,3	19,4	22,9	29,2	31,9	32,4	30,0
VII	26,2	23,2	21,4	24,4	31,0	33,9	34,3	31,4
VIII	23,6	20,7	18,9	20,8	28,8	31,8	32,3	28,6
IX	17,7	15,1	13,3	13,8	22,6	26,2	26,7	21,8
X	9,5	7,5	6,0	5,5	12,8	16,8	17,2	12,2
XI	3,8	1,8	0,7	0,1	4,6	8,7	9,0	4,8
XII	—2,3	—3,0	—3,6	—4,1	—2,3	0,5	0,7	—1,4

Таблица 7

Температура (°С) поверхности почвы в различные часы суток. 1966—1979 гг.

Месяц	Время, ч							
	21	0	3	6	9	12	15	18
I	—9	—10	—10	—11	—5	—1	—3	—8
II	—7	—8	—9	—9	—2	5	2	—5
III	1	0	—1	—1	10	16	14	5
IV	10	8	6	10	24	31	27	15
V	17	14	12	19	36	43	38	24
VI	22	19	16	26	44	53	47	31
VII	24	21	19	27	46	54	48	33
VIII	22	18	16	21	42	51	45	29
IX	15	12	10	13	33	43	36	20
X	6	4	3	3	20	28	21	10
XI	0	0	—2	—2	8	15	10	2
XII	—4	—4	—5	—5	—1	4	1	—3

Режим атмосферного увлажнения

Таблица 8

Парциальное давление водяного пара (гПа) в различные часы суток. 1966—1979 гг.

Месяц	Время, ч							
	21	0	3	6	9	12	15	18
I	3,2	3,1	3,0	3,0	3,3	3,6	3,5	3,3
II	3,5	3,4	3,3	3,2	3,6	3,8	3,8	3,7
III	5,5	5,9	5,0	5,2	5,6	5,6	5,5	5,6
IV	8,9	8,7	8,5	8,5	8,8	8,6	8,5	8,7
V	11,2	11,2	10,9	11,3	10,7	10,2	10,3	10,8
VI	13,7	13,7	13,4	13,9	13,3	11,9	12,6	13,3
VII	14,1	16,5	16,3	16,7	15,8	15,0	14,7	16,1
VIII	15,4	15,3	14,7	14,6	13,2	12,6	12,6	14,4
IX	11,7	11,3	10,7	10,5	10,5	10,0	10,1	11,3
X	7,6	7,3	7,0	6,7	7,4	7,3	7,2	7,6
XI	5,8	5,6	5,5	5,4	6,0	6,1	6,1	5,9
XII	4,6	4,5	4,4	4,3	4,6	4,8	4,8	4,7

Таблица 9

Относительная влажность *r* (%) в различные часы суток. 1966—1979 гг.

Месяц	Время, ч								Суточная амплитуда
	21	0	3	6	9	12	15	18	
I	80	82	84	84	79	68	66	75	18
II	78	82	84	86	75	62	59	70	27
III	70	77	80	82	64	50	46	57	34
IV	61	69	73	70	50	41	39	47	34
V	51	59	65	57	37	30	30	37	35
VI	45	54	60	50	33	27	26	31	34
VII	49	54	64	55	35	29	28	35	36
VIII	53	63	67	59	33	27	28	36	40
IX	57	65	69	66	38	29	29	43	40
X	62	68	72	72	50	39	37	52	35
XI	73	77	81	83	68	54	52	65	31
XII	83	85	87	87	82	72	71	80	16

Таблица 10

Повторяемость (%) относительной влажности воздуха по градациям в 13 ч. 1936—1960 гг.

Влажность, %		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
0	9		0,1	0,4	1,9	5,2	1,8	0,8	0,7	1,4	0,4		
10	19		1,6	4,8	19,9	30,7	32,8	20,1	20,0	21,9	15,3	2,3	0,4
20	29	0,6	5,3	11,1	30,6	32,0	36,9	42,9	40,5	36,9	26,5	10,7	1,8
30	39	2,8	8,2	17,2	20,4	16,7	19,2	26,6	27,0	24,0	23,0	19,8	6,9
40	49	7,8	12,8	18,0	12,6	7,9	6,3	7,7	7,6	11,3	18,1	21,0	9,5
50	59	12,8	12,5	17,4	5,9	3,6	1,7	1,3	3,1	2,9	8,6	19,2	17,5
60	69	19,8	16,6	11,5	3,9	1,4	0,7	0,4	0,7	1,2	3,4	13,3	18,4
70	79	23,7	19,1	10,1	1,9	1,3	0,3	0,1		0,1	3,1	7,3	16,9
80	89	17,1	15,9	5,5	1,9	0,4	0,3	0,1	0,4	0,3	0,7	3,9	14,7
90	100	15,3	7,9	4,0	1,0	0,8					0,9	1,6	13,9

Таблица 11

Дефицит насыщения (гПа) в различные часы суток. 1966—1979 гг.

Месяц	Время, ч							
	21	0	3	6	9	12	15	18
I	0,8	0,6	0,5	0,5	0,7	1,6	1,8	1,0
II	0,8	0,7	0,5	0,5	1,2	2,5	2,8	1,3
III	2,7	1,9	1,4	1,3	3,4	6,5	7,5	4,8
IV	6,1	4,3	3,3	3,8	9,8	14,2	15,3	11,1
V	11,5	7,5	6,1	8,8	19,6	25,4	26,5	20,7
VI	17,1	12,1	9,5	14,6	28,3	36,0	37,3	30,0
VII	17,8	12,3	9,5	14,0	29,8	38,6	39,9	30,6
VIII	14,2	9,6	7,4	10,4	26,9	35,3	36,7	25,5
IX	8,9	6,2	4,9	5,9	17,7	25,0	26,1	15,6
X	4,8	3,5	2,8	2,7	8,1	13,0	13,6	7,3
XI	2,1	1,7	1,2	1,1	2,9	5,7	6,0	3,1
XII	0,8	1,3	0,5	0,5	0,9	1,9	2,0	1,1

Таблица 12

Наибольшее и наименьшее месячное и годовое количество осадков (мм) различной обеспеченности (%). 1912—1913, 1915—1917, 1936—1964 гг.

Месяц	Обеспеченность, %					
	10	5	2	80	90	95
	Наибольшее			Наименьшее		
I	16	18	20	2	0	
II	25	30	34	2	1	0
III	30	38	47	4	1	0
IV	29	36	43	3	0	
V	28	37	46	1	0	
VI	14	20	28	0		
VII	12	25	42	0		
VIII	8	16	22	0		
IX	8	12	14	0		
X	12	17	27	1	0	
XI	11	15	23	1	0	
XII	19	21	23	2	1	0
Год	129	142	157	60	48	38

Режим облачности и атмосферные явления

Таблица 13

Повторяемость (%) ясного (0—2 балла), полуясного (3—7 баллов) и пасмурного (8—10 баллов) состояния неба по общей и нижней облачности в различные часы суток

Месяц	Время, ч	Облачность, баллы					
		0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10
		Общая			Нижняя		
I	1	41	8	51	62	2	36
	7	25	9	66	50	4	46
	13	23	13	64	55	5	40
	19	40	8	52	61	2	37
II	1	44	8	48	66	2	32
	7	28	12	60	60	5	35
	13	30	10	60	64	5	31
	19	44	11	45	69	2	29
III	1	48	11	41	75	4	21
	7	28	14	58	64	7	29
	13	28	19	53	64	11	25
	19	36	16	48	74	5	21
IV	1	51	15	34	84	3	13
	7	33	16	51	79	6	15
	13	29	20	51	74	12	14
	19	33	19	48	78	9	13
V	1	63	17	20	90	4	6
	7	50	18	32	91	4	5
	13	39	25	36	77	13	10
	19	39	27	34	84	10	6
VI	1	75	13	12	93	3	4
	7	66	15	19	91	4	5
	13	54	25	21	78	17	5
	19	57	18	25	88	8	4
VII	1	79	11	10	93	3	4
	7	71	13	16	93	4	3
	13	66	19	15	88	10	2
	19	68	16	16	91	6	3
VIII	1	86	7	7	97	1	2
	7	78	13	9	95	3	2
	13	74	14	12	89	9	2
	19	76	14	10	96	3	1
IX	1	88	7	7	97	1	2
	7	76	10	14	93	2	5
	13	74	14	12	90	8	2
	19	77	12	11	95	3	2
X	1	69	8	23	90	2	8
	7	52	14	34	82	5	13
	13	51	18	31	82	7	11
	19	63	15	22	87	4	9
XI	1	56	13	31	80	2	18
	7	38	15	47	68	5	27
	13	38	19	43	73	8	19
	19	57	10	33	82	2	16

Месяц	Время, ч	Облачность, баллы					
		0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10
XII	1	48	6	46	67	1	32
	7	34	10	56	58	2	40
	13	34	10	56	63	4	33
	19	46	7	47	66	2	32

Таблица 14

Средняя облачность (баллы) в различные часы суток. 1966—1979 гг.

Месяц	Время, ч							
	21	0	3	6	9	12	15	18
				Общая облачность				
I	4,5	4,5	4,9	6,0	6,5	6,2	5,9	4,9
II	4,1	4,2	4,5	6,0	6,4	6,0	5,8	4,7
III	4,5	4,4	4,7	6,7	6,8	7,1	6,8	6,2
IV	4,4	3,9	4,2	6,4	6,3	6,5	6,8	6,4
V	3,2	2,7	3,4	4,5	4,7	5,5	5,9	5,7
VI	2,1	2,0	2,8	3,0	3,0	3,5	3,7	3,7
VII	1,6	1,2	2,0	2,3	1,9	2,4	2,5	2,4
VIII	0,6	0,6	0,7	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5
IX	1,1	1,3	1,1	2,3	2,0	2,4	2,5	2,1
X	2,4	2,2	2,4	4,4	4,3	4,2	4,2	3,0
XI	3,9	3,8	4,0	5,8	6,0	5,8	5,6	4,2
XII	6,1	6,1	6,2	7,3	7,4	7,2	7,1	6,1
Год	3,2	3,1	3,4	4,7	4,7	4,8	4,9	4,2
				Нижняя облачность				
I	2,6	3,0	3,3	3,6	3,1	2,9	2,6	2,5
II	2,4	2,5	3,0	3,3	3,0	2,8	2,6	2,4
III	2,0	1,9	2,0	2,3	2,4	2,9	2,8	1,9
IV	1,1	1,0	1,3	1,6	1,5	2,2	2,1	1,5
V	0,2	0,4	0,4	0,5	0,7	1,2	1,4	1,3
VI	0,1	0,3	0,4	0,2	0,3	0,8	0,9	0,4
VII	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,7	0,6	0,2
VIII	0,03	0,03	0,03	0,05	0,1	0,3	0,3	0,1
IX	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,5	0,4	0,2
X	0,8	0,7	0,9	1,2	1,1	1,4	1,1	0,8
XI	1,9	2,0	2,4	2,7	2,5	2,2	2,0	1,9
XII	4,4	4,8	5,0	5,5	5,1	4,6	4,4	4,5
Год	1,3	1,4	1,6	1,8	1,7	1,9	1,8	1,5

Таблица 15

Повторяемость (%) различных форм облаков в различные часы суток

Форма облаков	Время, ч																							
	21	0	3	6	9	12	15	18	21	0	3	6	9	12	15	18	21	0	3	6	9	12	15	18
	Январь								Февраль								Март							
Кучевые	0	0	0	0	7	51	35	7	0	0	0	1	13	41	42	3	1	0	0	0	15	43	39	2
Кучево-дождевые	0	0	5	0	11	40	11	33	7	4	0	4	11	26	30	18	9	5	6	8	10	21	23	18
Высоко-кучевые	8	7	7	15	19	14	17	13	9	8	8	18	16	13	15	13	9	9	10	18	15	11	12	16
Высоко-слоистые	10	2	7	2	18	20	28	13	6	10	6	6	26	23	13	10	13	12	9	14	9	9	17	17
Слоисто-дождевые	12	17	14	16	18	11	7	5	9	9	14	15	16	15	11	11	11	14	13	12	16	14	12	8
Слоисто-кучевые	11	11	14	14	12	13	14	11	12	12	11	12	11	12	15	15	13	11	11	13	11	12	11	14
Слоистые	10	9	11	21	18	11	10	10	8	30	11	17	17	9	4	4	13	12	15	25	24	8	1	2
	Апрель								Май								Июнь							
Кучевые	0	0	1	2	16	39	36	6	0	0	0	1	10	38	40	11	1	0	0	5	9	38	40	7
Кучево-дождевые	9	4	6	9	14	18	20	20	7	8	11	13	11	11	19	20	10	12	18	12	10	6	15	17
Высоко-кучевые	12	9	9	16	13	10	13	18	10	8	13	15	13	11	12	18	10	7	15	15	13	11	12	17
Высоко-слоистые	16	13	13	6	8	20	16	8	8	8	8	4	8	20	32	12	16	17	17	17	33	0	0	0
Слоисто-дождевые	14	8	11	16	14	11	12	14	4	9	9	13	22	9	17	17	0	33	33	0	0	0	0	34
Слоисто-кучевые	12	13	13	17	11	11	6	17	9	14	19	14	14	17	2	9	10	0	10	10	20	10	10	30
Слоистые	5	21	21	16	27	5	0	5	5	21	21	16	26	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	Июль								Август								Сентябрь							
Кучевые	0	0	0	4	8	41	39	8	0	0	0	2	11	43	40	4	0	0	1	2	11	51	31	4
Кучево-дождевые	14	15	14	13	8	9	13	14	11	11	14	16	11	11	13	13	12	14	11	12	8	8	19	16
Высоко-кучевые	10	8	15	17	13	11	12	15	7	7	8	19	17	11	13	18	8	8	7	17	15	12	16	17
Слоисто-дождевые	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Высоко-слоистые	0	0	17	0	0	0	33	50	22	11	11	0	0	11	22	23	20	40	0	0	0	20	0	20
Слоисто-кучевые	22	0	11	22	23	0	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	17	25	13	12	12	17
Слоистые	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	50	25	0	0	0

Форма облаков	Время, ч																							
	21	0	3	6	9	12	15	18	21	0	3	6	9	12	15	18	21	0	3	6	9	12	15	18
	Октябрь								Ноябрь								Декабрь							
Кучевые	1	0	0	1	15	52	29	2	0	0	0	0	11	71	18	0	2	2	0	2	8	60	23	3
Кучево-дождевые	10	5	7	4	8	22	20	14	8	2	5	10	15	24	18	18	11	5	5	10	10	16	32	11
Высоко-кучевые	9	8	8	19	16	14	14	12	9	9	8	18	14	15	16	11	11	10	8	15	15	15	17	9
Высоко-слоистые	12	13	17	8	12	17	21	0	13	13	13	3	10	24	11	13	24	4	3	10	10	14	21	14
Слоисто-дождевые	11	12	11	18	14	9	16	9	15	14	13	11	9	12	13	13	12	13	14	12	17	10	11	11
Слоисто-кучевые	10	10	10	14	16	14	15	11	9	11	13	16	14	12	14	11	12	13	11	13	11	12	14	14
Слоистые	0	0	10	50	30	10	0	0	10	10	12	17	18	17	7	8	9	11	13	16	19	14	10	8

Комплексные климатические характеристики

Таблица 16

Повторяемость (%) температуры и относительной влажности воздуха во все сроки

Относительная влажность, %	Температура, °С																%
	—34,9 . . . —30,0	—29,9 . . . —25,0	—24,9 . . . —20,0	—19,9 . . . —15,0	—14,9 . . . —10,0	—9,9 . . . —5,0	—4,9—0,0	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	40,0—44,9	
Январь																	
100—90			0,4	1,2	3,3	6,4	10,3	5,7	0,3								27,6
89—80	0,03	0,03	0,8	2,8	4,3	7,4	10,8	6,1	0,6								32,8
79—70	0,03	0,1	0,7	1,3	2,8	4,2	5,9	3,2	0,9	0,03							19,2
69—60			0,1	0,3	1,8	2,5	3,2	2,5	0,9	0,1							11,4
59—50				0,1	0,5	1,1	1,3	1,4	0,8	0,1							5,3
49—40					0,3	0,7	0,6	0,5	0,5	0,2							2,,8
39—30						0,1	0,5	0,03	0,1	0,1	0,1						0,9
<29						0,1	0,1	0,03									0,2
%	0,06	0,1	2,0	5,7	13,0	22,5	32,7	19,5	4,1	0,5	0,1						100
Апрель																	
100—90							0,5	1,8	2,7	1,3	0,1						6,4
89—80						0,03	0,4	2,7	4,4	2,1	0,5						10,1
79—70							0,5	2,4	4,6	3,2	0,8						11,5
69—60							0,1	1,3	3,6	3,8	1,3	0,1					10,2
59—50							0,2	1,2	2,9	4,5	2,5	0,3					11,6
49—40							0,1	1,2	2,6	4,4	4,1	1,6	0,2				14,2
39—30							0,06	0,4	1,2	3,9	4,4	3,9	0,8	0,06			14,6
<29								0,3	1,8	3,0	6,1	6,1	3,6	0,8	0,03		21,7
%						0,03	1,8	11,3	23,8	26,2	19,8	12,0	4,6	0,8	0,03		100
Июль																	
100—90										0,03	0,6	0,6					1,2

Относительная влажность, %	Температура, °С																%
	—34,9 ... —30,0	—29,9 ... —25,0	—24,9 ... —20,0	—19,9 ... —15,0	—14,9 ... —10,0	—9,9 ... —5,0	—4,9—0,0	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	40,0—44,9	
89—80										0,1	0,8	1,9	0,1				2,9
79—70										0,2	2,6	5,8	0,6				9,2
69—60									0,03	0,1	2,2	7,8	2,2	0,03			12,3
59—50										0,03	1,2	6,4	4,7	0,2			12,5
49—40											0,2	4,3	7,4	2,3	0,1		14,3
39—30											0,1	1,9	8,5	10,0	1,4	0,03	21,9
<29											0,03	0,3	3,8	11,3	8,9	0,5	24,8
%									0,03	0,4	7,7	29,0	27,3	23,8	10,4	0,5	100
								Октябрь									
100—90						0,1	1,6	3,3	3,9	1,1							10,0
89—80						0,2	1,3	3,9	5,1	2,0	0,1						12,6
79—70						0,2	1,0	3,4	3,9	3,6	0,5						12,6
69—60						0,1	0,8	2,4	3,7	3,7	1,1	0,1					11,9
59—50						0,03	0,4	2,2	4,6	4,5	2,2	0,2	0,03				14,1
49—40							0,1	1,1	3,5	4,9	3,5	0,8	0,1				14,0
39—30							0,03	0,5	2,4	3,4	3,9	1,5	0,4				12,1
<29								0,1	0,8	2,3	4,3	3,6	1,8	0,2			13,1
%						0,6	5,2	16,9	27,9	25,5	15,6	6,2	2,3	0,2	100		
								Год									
100—90		0,0	0,1	0,3	0,8	1,6	3,6	3,3	1,2	0,7	0,4	0,1					12,1
89—80	0,0	0,01	0,2	0,6	1,0	1,9	3,2	3,1	1,8	1,1	1,2	0,5	0,01				14,6
79—70	0,0	0,02	0,2	0,3	0,7	1,1	2,0	2,3	1,8	1,4	1,8	1,2	0,1				12,9
69—60			0,04	0,1	0,4	0,7	1,2	1,6	1,7	1,6	1,9	1,9	0,3	0,0			11,4
59—50			0,01	0,1	0,3	0,4	0,7	1,3	1,5	1,7	1,9	2,3	0,9	0,03			11,1
49—40		0,0	0,01	0,04	0,2	0,3	0,4	0,8	1,2	1,6	1,8	2,3	1,9	0,4	0,01		10,9
39—30				0,10	0,1	0,1	0,2	0,4	0,8	1,3	1,8	2,4	3,0	2,0	0,2	0,0	12,3
<29				0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	2,4	3,5	4,2	1,8	0,1	15,2
%	0,0	0,03	0,5	1,4	3,5	6,2	11,4	13,0	10,4	10,2	12,4	13,1	9,7	6,6	2,0	0,1	100

Таблица 17

Повторяемость (%) температуры и относительной влажности воздуха в 7 ч

Относительная влажность, %	Температура, °С														%
	—34,9 . . .—30,0	—29,9 . . .—25,0	—24,9 . . .—20,0	—19,9 . . .—15,0	—14,9 . . .—10,0	—9,9 . . .—5,0	—4,9—0,0	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	
						Январь									
100—90			0,9	3,0	5,2	10,6	14,4	5,7							39,8
89—80			2,1	5,0	6,7	10,5	12,0	4,1	0,1						40,5
79—70	0,1	0,4	1,5	1,7	2,7	2,7	4,8	0,8							14,7
69—60				0,1	0,7	1,1	1,2	0,8	0,4						4,3
59—50				0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1						0,8
49—40					0,1										0,1
39—30															
<29															
%	0,1	0,4	4,5	10,0	15,6	25,0	32,5	11,5	0,6						100
						Апрель									
100—90							1,3	2,9	4,8	2,3	0,1				11,4
89—80							1,0	5,7	7,9	2,5	0,4				17,5
79—70							0,5	4,6	7,1	4,9	1,1				18,2
69—60								2,1	4,8	5,4	1,6	0,2			14,1
59—50							0,4	1,6	4,0	4,8	3,1				13,9
49—40							0,2	2,2	4,0	4,5	2,2	0,5			13,6
39—30							0,2	0,8	1,3	3,1	2,2	0,7			8,3
<29								0,2	1,2	1,1	0,6	0,1			3,2
%							3,6	20,1	35,1	28,6	11,3	1,5			100
						Июль									
100—90											0,1	0,5			0,6
89—80											0,5	1,8	0,1		2,4

Относительная влажность, %	Температура, °С														%
	—34,9 . . .—30,0	—29,9 . . .—25,0	—24,9 . . .—20,0	—19,9 . . .—15,0	—14,9 . . .—10,0	—9,9 . . .—5,0	—4,9—0,0	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	
79—70											1,5	9,7	2,2		13,4
69—60											1,6	14,7	6,8		23,1
59—50											1,5	13,2	9,7		24,4
49—40											0,4	7,3	8,6	0,2	16,5
39—30											0,1	4,0	8,9	0,1	13,1
<29											0,1	0,7	3,7	0,9	5,4
%											5,8	51,9	40,0	1,2	100
Октябрь															
100—90						0,2	4,5	7,4	8,0	2,1					22,2
89—80						0,5	3,3	7,5	9,2	2,6	0,1				23,2
79—70						0,6	2,9	6,5	5,1	3,8	0,2				19,1
69—60							2,3	3,8	5,4	2,0	0,2				13,7
59—50							0,5	2,9	3,8	2,9	0,1				10,2
49—40								1,0	4,3	1,8	0,7				7,8
39—30								0,9	1,5	0,9	0,2				3,5
<29							0,1		0,1		0,1				0,3
%						1,3	13,6	30,0	37,4	16,1	1,6				100
Год															
100—90		0,01	0,1	0,6	1,6	3,1	6,1	4,9	1,9	1,0	0,4	0,1			19,8
89—80		0,03	0,5	1,3	1,7	2,8	4,5	3,9	2,4	1,3	1,3	0,9	0,01		20,6
79—70	0,01	0,1	0,4	0,5	0,7	1,1	2,0	2,4	1,8	1,7	2,3	2,2	0,3		15,5
69—60			0,07	0,2	0,4	0,4	0,9	1,1	1,6	1,6	2,6	3,6	0,8		13,2
59—50			0,01	0,1	0,2	0,2	0,3	0,6	1,1	1,6	2,4	4,0	1,4		11,9
49—40		0,01	0,02	0,04	0,1	0,1	0,1	0,5	0,9	1,3	1,7	2,8	1,5	0,1	9,1
39—30					0,02	0,02	0,1	0,2	0,4	0,8	1,5	2,3	1,6	0,2	7,1
<29						0,02	0,01	0,03	0,1	0,3	0,5	0,9	1,1	0,1	3,0
%	0,01	0,1	1,0	2,7	4,7	7,7	14,0	13,6	10,2	9,6	12,7	16,8	6,7	0,4	100

Таблица 18

Повторяемость (%) температуры и относительной влажности воздуха в 13 ч

Относительная влажность %	Температура, °С														
	—24,9...—20,0	—19,9...—15,0	—14,9...—10,0	—9,9...—5,0	—4,9...—0,0	0,0—4,9	5,0—9,9	10,0—14,9	15,0—19,9	20,0—24,9	25,0—29,9	25,0—29,9	30,0—34,9	35,0—39,9	40,0—44,9
						Январь									
100—90			1,2	2,8	6,1	4,3	0,7								15,1
89—80		0,1	0,8	3,2	6,7	5,1	1,2								17,1
79—70		0,5	1,7	5,6	6,8	5,9	2,0	0,1							22,6
69—60	0,1	0,4	2,7	4,4	4,5	5,8	2,3	0,2							20,4
59—50		0,1	0,7	2,1	3,6	4,2	2,6	0,4							13,5
49—40			0,4	1,5	2,0	1,5	1,7	0,7							7,8
39—30				0,2	1,7	0,1	0,6	0,2	0,2						3,1
<29				0,1	0,2	0,1									0,5
%	0,1	1,0	7,4	19,2	31,7	27,0	11,0	1,6	0,2						100
						Апрель									
100—90						0,2	0,4	0,4							1,0
89—80							1,0	0,7	0,2						1,9
79—70							1,2	0,7	0,4						2,3
69—60						0,4	0,8	2,5	0,8						4,5
59—50						0,4	1,0	2,7	2,0	0,6					6,7
49—40						0,5	1,3	4,2	4,3	2,3	0,5				13,0
39—30						0,1	0,7	3,9	5,9	7,5	1,9	0,2			20,3
<29						0,1	2,3	5,7	11,7	16,2	11,6	2,6	0,1		50,4
%						1,7	8,6	20,9	25,3	26,6	14,0	2,9	0,1		100
						Июль									
100—90															
89—80									0,2						0,2

Относительная влажность, %	Температура, °С														%
	—24,9...—20,0	—19,9...—15,0	—14,9...—10,0	—9,9...—5,0	—4,9...—0,0	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—34,0	35,0—39,9	40,0—44,9	
79—70										0,1					0,1
69—60											0,3				0,3
59—50										0,1	,10				1,1
49—40										0,1	3,8	3,7			7,6
39—30										0,1	5,9	15,4	0,4		25,4
<29										0,1	5,1	28,1	30,1	1,9	65,3
%									0,2	0,5	16,1	47,2	34,1	1,9	100
						Октябрь									
100—90						0,1	0,2	0,6							0,9
89—80					0,1	0,1	0,3	0,2							0,8
79—70						0,5	0,7	1,3	0,2						2,7
69—60					0,1	0,1	0,6	1,5	1,0	0,2					3,5
59—50							1,8	2,9	3,6	0,5	0,1				8,8
49—40						0,5	1,8	5,7	6,6	2,6	0,3				17,4
39—30						0,1	1,2	6,7	9,6	4,6	1,5				23,7
<29							1,3	5,5	13,7	13,6	7,2	0,9			42,2
%					0,2	1,4	7,9	24,4	34,8	21,5	9,1	0,9			100
						Год									
100—90		0,01	0,2	0,4	1,2	1,4	0,4	0,1	0,02	0,01					3,7
89—80		0,02	0,2	0,7	1,4	1,6	0,8	0,1	0,1	0,03					4,9
79—70		0,04	0,4	0,9	1,7	1,9	1,1	0,4	0,1	0,1					6,6
69—60	0,01	0,03	0,4	0,9	1,2	1,8	1,5	1,0	0,3	0,2	0,1				7,5
59—50		0,03	0,3	0,7	1,1	1,8	1,7	1,4	0,9	0,4	0,4	0,03			8,8
49—40			0,2	0,5	0,7	1,2	1,8	1,9	1,6	1,4	1,5	0,7	0,02		11,5
39—30		0,02	0,1	0,3	0,6	0,7	1,3	2,0	2,4	2,7	3,5	3,7	0,6	0,01	17,8
<29			0,01	0,1	0,2	0,4	0,8	1,7	3,6	5,5	8,1	12,3	6,2	0,4	39,2
%	0,01	0,1	1,7	4,4	8,1	11,0	9,4	8,5	9,0	10,3	13,6	16,7	6,8	0,4	100

Таблица 19

Повторяемость (%) температуры воздуха и различной скорости ветра

Температура воздуха, °С		Скорость ветра, м/с						
от	до	0—1	2—3	4—6	7—10	11—15	16—19	>20
					Январь			
—31,9	—30,0		0,1					0,1
—29,9	—28,0							
—27,9	—26,0	0,03		0,03				0,1
—25,9	—24,0	0,2	0,1	0,1	0,03			0,3
—23,9	—22,0	0,3	0,2	0,1	0,1			0,7
—21,9	—20,0	0,5	0,5	0,4	0,03			1,3
—19,9	—18,0	0,4	0,7	0,4	0,1			1,6
—17,9	—16,0	0,6	1,1	0,7	0,2	0,03		2,6
—15,9	—14,0	0,7	1,4	1,1	0,4	0,03		3,6
—13,9	—12,0	1,2	2,0	1,1	0,8	0,1		5,2
—11,9	—10,0	1,7	2,4	1,4	0,7	0,1		6,3
—9,9	—8,0	2,2	2,3	2,2	1,0			7,7
—7,9	—6,0	2,3	3,1	2,5	1,3	0,1	0,03	9,3
—5,9	—4,0	2,9	3,2	2,8	1,4	0,1		10,4
—3,9	—2,0	3,3	3,4	4,2	2,0	0,3	0,1	13,1
—1,9	0,0	3,3	3,6	4,6	2,4	0,3	0,1	14,1
0,0	1,9	2,3	2,8	3,7	1,8	0,1	0,03	10,7
2,0	3,9	1,5	1,7	1,9	1,2	0,2	0,03	6,5
4,0	5,9	0,5	0,7	1,0	1,0	0,2	0,03	3,4
6,0	7,9	0,2	0,5	0,5	0,4		0,03	1,7
8,0	9,9	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1		0,9
10,0	11,9	0,03		0,1	0,1	0,03		0,2
12,0	13,9	0,03	0,1	0,1	0,03			0,2
14,0	15,9	0,03				0,03		0,1
16,0	17,9				0,03			0,03
%		24,1	29,8	29,2	15,1	1,5	0,3	100
					Апрель			
—5,9	—4,0		0,1	0,03	0,03			0,1
—3,9	—2,0	0,3	0,2	0,1	0,1			0,6
—1,9	—0,1	0,3	0,4	0,2	0,2			1,1
0,0	1,9	0,6	0,7	0,7	0,5	0,1	0,03	2,7
2,0	3,9	1,4	1,3	1,4	0,9	0,2	0,1	5,2
4,0	5,9	1,5	2,4	1,8	1,3	0,3	0,1	0,03	7,2
6,0	7,9	2,1	2,6	2,6	1,8	0,2	0,1	0,03	9,5
8,0	9,9	2,0	2,5	2,8	1,9	0,5	0,2	0,03	9,9
10,0	11,9	2,5	2,7	2,8	2,3	0,5	0,3	0,1	11,1
12,0	13,9	2,6	2,3	2,8	2,1	0,6	0,1	0,1	10,5
14,0	15,9	1,5	2,2	3,0	1,9	0,4	0,1		9,1
16,0	17,9	1,2	2,0	2,2	2,1	0,4	0,1	0,03	8,0
18,0	19,9	1,2	1,7	2,0	1,6	0,4	0,1	0,03	7,0
20,0	21,9	1,0	1,4	1,7	1,7	0,3	0,03	0,1	6,2
22,0	23,9	0,7	1,1	1,4	1,0	0,3	0,1		4,5
24,0	25,9	0,3	1,0	1,0	0,8	0,1	0,03		3,3
26,0	27,9	0,2	0,4	0,4	0,6	0,2	0,03	0,03	1,8
28,0	29,9	0,1	0,2	0,4	0,3	0,1	0,1		1,2
30,0	31,9	0,1	0,1	0,1	0,2	0,03	0,03	0,03	0,6
32,0	33,9		0,1	0,1	0,1	0,03			0,3
34,0	35,9				0,03		0,03		0,1
%		19,5	25,1	27,3	21,5	4,7	1,5	0,4	100

Температура воздуха, °С		Скорость ветра, м/с							
от	до	0—1	2—3	4—6	7—10	11—15	16—19	⩾20	
					Июль				
12,0	13,9	0,2	0,1						0,2
14,0	15,9	0,5	0,2	0,03	0,1				0,8
16,0	17,9	1,1	0,9	0,1	0,03		0,03	0,03	2,3
18,0	19,9	2,9	1,8	0,9	0,2				5,8
20,0	21,9	4,5	3,2	1,4	0,5	0,03			9,5
22,0	23,9	4,1	4,5	3,2	0,7	0,1			12,6
24,0	25,9	4,1	4,4	2,8	2,0	0,1	0,1	0,03	13,3
26,0	27,9	2,5	3,0	2,8	2,2	0,1	0,1		10,7
28,0	29,9	1,6	2,4	3,2	2,6	0,2	0,03		10,0
30,0	31,9	1,0	2,6	3,5	3,0	0,2			10,4
32,0	33,9	1,2	2,3	3,5	2,5	0,2	0,1		9,7
34,0	35,9	1,1	1,7	2,6	1,3	0,1			6,8
36,0	37,9	0,6	1,2	1,9	1,1	0,2			4,9
38,0	39,9	0,5	0,6	0,6	0,6	0,1			2,3
40,0	41,9	0,1	0,1	0,1	0,1				0,5
42,0	43,9	0,1							0,1
%		26,0	28,9	26,5	17,0	1,5	0,2	0,1	100
					Октябрь				
—7,9	—6,0	0,1	0,1	0,1					0,2
—5,9	—4,0	0,3	0,2	0,03	0,03				0,6
—3,9	—2,0	0,9	0,4	0,2	0,1				1,6
—1,9	—0,1	2,0	0,8	0,3	0,1	0,03	0,03		3,3
0,0	1,9	3,1	1,5	0,6	0,1	0,03			5,4
2,0	3,9	3,8	2,2	0,9	0,2	0,1	0,03		7,2
4,0	5,9	4,4	2,9	1,5	0,5	0,03			9,3
6,0	7,9	4,5	3,8	1,7	0,4	0,1			10,5
8,0	9,9	5,4	4,0	2,0	1,0	0,1	0,03		12,5
10,0	11,9	3,8	3,3	2,8	1,3	0,1	0,03	0,03	11,3
12,0	13,9	2,9	2,7	2,6	1,2	0,2	0,03		9,6
14,0	15,9	2,2	2,4	2,3	1,2	0,2	0,03	0,03	8,2
16,0	17,9	2,4	1,5	1,7	0,8	0,2			6,5
18,0	19,9	1,8	1,4	1,2	0,8	0,1			5,3
20,0	21,9	0,6	0,8	1,0	0,5	0,03			2,9
22,0	23,9	0,5	0,8	0,7	0,3	0,01			2,5
24,0	25,9	0,5	0,5	0,4	0,2				1,5
26,0	27,9	0,2	0,3	0,4	0,2				1,0
28,0	29,9	0,1	0,1	0,2	0,1				0,5
30,0	31,9	0,1	0,03	0,1	0,03				0,2
32,0	33,9			0,03					0,03
%		40,0	29,6	20,6	8,9	1,2	0,2	0,1	100
					Год				
—31,9	—30,0		0,01						0,01
—29,9	—28,0								
—27,9	—26,0	0,01	0,0	0,01	0,0				0,02
—25,9	—24,0	0,03	0,01	0,01	0,01				0,1
—23,9	—22,0	0,1	0,05	0,02	0,01				0,2
—21,9	—20,0	0,1	0,1	0,1	0,01	0,01	0,0		0,3
—19,9	—18,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0			0,4
—17,9	—16,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,01	0,0		0,7
—15,9	—14,0	0,3	0,3	0,3	0,2	0,03	0,01		1,0
—13,9	—12,0	0,3	0,4	0,3	0,2	0,04			1,3
—11,9	—10,0	0,5	0,5	0,6	0,3	0,03	0,01	0,0	1,7
—9,9	—8,0	0,6	0,6	0,5	0,3	0,03	0,01		2,1

Температура воздуха, °С		Скорость ветра, м/с							
от	до	0—1	2—3	4—6	7—10	11—15	16—19	≥20	
—7,9	—6,0	0,7	0,8	0,7	0,4	0,1	0,02	0,01	2,6
—5,9	—4,0	0,9	1,0	0,8	0,4	0,04	0,02	0,0	3,2
—3,9	—2,0	2,0	1,2	1,2	0,7	0,1	0,03	0,01	4,4
—1,9	—0,1	1,4	1,5	1,5	0,8	0,1	0,03	0,01	5,3
0,0	1,9	1,5	1,6	1,4	0,9	0,1	0,1	0,01	5,5
2,0	3,9	1,4	1,4	1,2	0,8	0,1	0,02	0,0	5,0
4,0	5,9	1,3	1,4	1,1	0,7	0,1	0,03	0,0	4,6
6,0	7,9	1,2	1,2	1,0	0,6	0,1	0,02	0,0	4,2
8,0	9,9	1,2	1,1	0,9	0,6	0,1	0,04	0,01	4,0
10,0	11,9	1,2	1,1	1,0	0,5	0,1	0,02	0,01	3,9
12,0	13,9	1,3	1,1	1,0	0,5	0,1	0,02	0,01	4,0
14,0	15,9	1,3	1,3	1,0	0,5	0,1	0,03	0,01	4,3
16,0	17,9	1,5	1,4	1,1	0,6	0,1	0,02	0,01	4,7
18,0	19,9	1,7	1,5	1,3	0,7	0,1	0,02	0,01	5,3
20,0	21,9	1,7	1,6	1,4	0,7	0,1	0,02	0,0	5,4
22,0	23,9	1,3	1,5	1,5	0,8	0,1	0,01	0,0	5,3
24,0	25,9	1,0	1,3	1,3	0,9	0,1	0,03	0,01	4,6
26,0	27,9	0,7	1,0	1,1	0,9	0,1	0,01		3,9
28,0	29,9	0,6	0,8	1,1	0,9	0,1	0,01	0,0	3,5
30,0	31,9	0,3	0,8	1,1	0,8	0,1	0,01		3,1
32,0	33,9	0,4	0,7	0,8	0,7	0,1	0,01		2,6
34,0	35,9	0,2	0,4	0,6	0,4	0,04	0,01		1,6
36,0	37,9	0,1	0,2	0,3	0,2	0,03			0,9
38,0	39,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01			0,3
40,0	41,9	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01			0,1
42,0	43,9	0,01		0,0	0,0				0,01
%		26,6	28,4	26,1	16,2	2,1	0,5	0,1	100

Таблица 20

Повторяемость (%) температуры воздуха и различной скорости ветра в 7 ч

Температура воздуха, °С		Скорость ветра, м/с							%
от	до	0—1	2—3	4—6	7—10	11—15	16—19	⩾20	
				Январь					
—31,9	—30,0		0,1						0,1
—29,9	—28,0								
—27,9	—26,0	0,1		0,1					0,2
—25,9	—24,0	0,5	0,1	0,1	0,1				0,8
—23,9	—22,0	0,6	0,7	0,2	0,1				1,6
—21,9	—20,0	0,7	1,2	0,8	0,1				2,8
—19,9	—18,0	0,7	1,2	0,9	0,3				3,1
—17,9	—16,0	0,9	1,7	1,2	0,5	0,1			4,4
—15,9	—14,0	1,0	1,8	2,1	0,5	0,1			5,5
—13,9	—12,0	1,6	2,2	1,6	0,9				6,3
—11,9	—10,0	1,8	3,0	1,0	0,9	0,1			6,8
—9,9	—8,0	2,1	3,1	2,4	0,8				8,4
—7,9	—6,0	2,6	4,0	2,9	0,8	0,2	0,1		11,1
—5,9	—4,0	3,1	3,0	2,7	1,2	0,1			10,2
—3,9	—2,0	3,7	3,1	4,7	1,2	0,3			14,0
—1,9	—0,1	2,8	4,0	3,5	2,1	0,6	0,1		12,9
0,0	1,9	2,0	2,4	2,1	1,9				7,6
2,0	3,9	0,8	0,7	1,2	1,1	0,1	0,1		3,3
4,0	5,9	0,1		0,2	0,3				0,8
6,0	7,9			0,2	0,5				0,2
%		25,0	32,5	28,0	12,5	1,7	0,3		100
				Апрель					
—5,9	—4,0				0,1				0,1
—3,9	—2,0	0,5	0,1	0,2	0,1				0,9
—1,9	—0,1	0,4	1,0	0,5	0,6				2,4
0,0	1,9	0,8	1,5	1,4	0,9	0,5	0,1		5,2
2,0	3,9	2,3	2,2	2,7	1,4	0,1	0,1		8,8
4,0	5,9	2,9	3,3	3,4	1,4	0,7	0,1	0,1	11,8
6,0	7,9	3,3	3,9	4,9	2,8		0,1		15,0
8,0	8,9	2,9	4,3	4,7	2,1	0,9	0,1		14,4
10,0	11,9	3,7	3,5	3,8	2,1	0,5	0,1		13,7
12,0	13,9	2,7	2,7	2,7	1,9	0,4			10,2
14,0	15,9	1,0	2,0	4,1	1,2	0,1			8,4
16,0	17,9	0,9	1,4	1,5	0,8		0,1		4,8
18,0	19,9	0,4	0,8	1,0	0,4	0,1			2,7
20,0	21,9			0,6	0,6				1,2
22,0	23,9			0,2	0,1				0,4
24,0	25,9			0,1					0,1
%		21,7	26,7	31,1	16,4	3,3	0,8	0,1	100
				Июль					
8,0	9,9			0,1					0,1
10,0	11,9								
12,0	13,9								
14,0	15,9								
16,0	17,9	0,1	0,2	0,4	0,1		0,1		1,0
18,0	19,9	1,2	1,6	1,5	0,5				4,9
20,0	21,9	3,4	4,3	2,5	0,9				11,0
22,0	23,9	6,3	10,3	7,7	1,3				25,5
24,0	25,9	8,9	11,3	6,8	3,0	0,1			30,1
26,0	27,9	6,4	6,4	5.0	1.1		0,1		18,9

Температура воздуха, °С		Скорость ветра, м/с							%
от	до	0—1	2—3	4—6	7—10	11—15	16—19	⩾20	
28,0	29,9	1,6	1,9	1,8	0,9		0,1		6,4
30,0	31,9	0,7	0,3	0,3	0,1				1,4
32,0	33,9	0,2	0,2	0,1	0,1				0,7
34,0	35,9			0,1					0,1
%		28,6	36,6	26,4	8,0	0,1	0,3		100
				Октябрь					
—7,9	—6,0	0,3	0,2	0,2					0,8
—5,9	—4,0	0,5	0,5	0,1					1,0
—3,9	—2,0	2,7	1,0	0,8	0,2				4,7
—1,9	—0,1	4,9	2,0	1,0	0,1	0,1			8,2
0,0	1,9	6,0	3,2	1,1					10,2
2,0	3,9	6,3	4,2	1,5	0,6				12,5
4,0	5,9	8,0	4,9	2,6	0,6				16,1
6,0	7,9	5,8	5,4	2,4	0,3	0,1			14,0
8,0	9,9	6,0	5,6	2,0	1,0				14,6
10,0	11,9	2,7	2,9	2,4	1,2				9,2
12,0	13,9	1,8	1,8	1,9	0,3				5,8
14,0	15,9	0,1	0,6	1,4	0,2				2,3
16,0	17,9	0,2		0,2					0,5
18,0	19,9				0,1				0,1
%		45,3	32,3	17,5	4,7	0,2			100
				Год					
—31,9	—30,0		0,01						0,01
—29,9	—28,0								
—27,9	—26,0	0,1	0,01	0,02					0,1
—25,9	—24,0	0,1	0,04	0,04	0,02				0,2
—23,9	—22,0	0,2	0,2	0,04	0,03				0,4
—21,9	—20,0	0,3	0,3	0,1	0,1	0,02			0,8
—19,9	—18,0	0,3	0,3	0,2	0,1				0,9
—17,9	—16,0	0,4	0,4	0,3	0,2	0,02			1,3
—15,9	—14,0	0,4	0,4	0,5	0,3	0,1	0,01		1,7
—13,9	—12,0	0,5	0,5	0,4	0,2	0,01	0,01		1,7
—11,9	—10,0	0,7	0,7	0,5	0,3	0,04			2,2
—9,9	—8,0	0,9	0,9	0,7	0,3				2,7
—7,9	—6,0	1,0	1,1	0,8	0,4	0,1	0,02		3,4
—5,9	—4,0	1,2	1,2	1,0	0,5	0,1	0,01		3,9
—3,9	—2,0	1,7	1,6	1,5	0,7	0,1			5,5
—1,9	—0,1	2,0	1,9	1,7	0,7	0,1	0,03		6,4
0,0	1,9	1,9	1,7	1,4	0,8	0,1	0,1		5,9
2,0	3,9	1,7	1,6	1,2	0,7	0,1	0,04		5,3
4,0	5,9	1,5	1,4	1,0	0,5	0,1	0,02	0,01	4,6
6,0	7,9	1,4	1,2	1,0	0,4	0,1	0,01		4,0
8,0	9,9	1,3	1,2	0,9	0,4	0,1	0,02		3,9
10,0	11,9	1,1	1,1	0,9	0,4	0,1	0,02		3,6
12,0	13,9	1,1	1,3	0,9	0,4	0,1			3,6
14,0	15,9	1,1	1,3	1,4	0,3	0,04	0,01		4,2
16,0	17,9	1,2	1,5	1,3	0,4	0,1	0,02		4,5
18,0	19,9	1,4	2,1	1,7	0,6	0,1	0,01		5,8
20,0	21,9	1,9	2,3	2,0	0,5	0,02			6,8
22,0	23,9	1,9	2,6	2,1	0,6	0,02			7,1
24,0	25,9	1,4	2,0	1,3	0,6	0,02	0,01		5,4
26,0	27,9	1,0	1,0	0,8	0,3		0,01		3,0
28,0	29,9	0,3	0,3	0,3	0,2	0,01	0,01		1,0
30,0	31,9	0,1	0,1	0,1	0,02				0,3
32,0	33,9	0,02	0,04	0,02	0,02				0,1
%		29,6	32,2	25,8	10,8	1,3	0,3	0,01	100

Таблица 21

Повторяемость (%) температуры воздуха и различной скорости ветра в 13 ч

Температура воздуха, °С		Скорость ветра, м/с							%
от	до	0—1	2—3	4—5	7—10	11—15	16—19	≥20	
					Январь				
—21,9	—20,0			0,1					0,1
—19,9	—18,0			0,1					0,1
—17,9	—16,0		0,1	0,1	0,1				0,3
—15,9	—14,0		0,7	0,6	0,1				1,3
—13,9	—12,0	0,1	0,7	0,9	0,7				2,4
—11,9	—10,0	0,8	2,2	1,3	0,6	0,1			5,0
—9,9	—8,0	0,8	1,5	2,6	1,2				6,0
—7,9	—6,0	1,7	2,1	3,4	0,8	0,1			8,0
—5,9	—4,0	1,9	3,4	3,1	2,0	0,1			10,5
—3,9	—2,0	1,9	4,1	4,5	2,4	0,2	0,1		13,2
—1,9	—0,1	1,9	2,7	5,6	3,0	0,5	0,2		13,9
0,0	1,9	1,6	3,1	5,3	2,9	0,1			13,0
2,0	3,9	1,2	2,5	3,1	1,7	0,5			8,9
4,0	5,9	1,3	2,1	1,9	1,8	0,6	0,1		7,8
6,0	7,9	0,5	1,7	1,5	1,2		0,1		4,9
8,0	9,9	0,1	0,7	1,2	0,6	0,1			2,7
10,0	11,9			0,3	0,2	0,1			0,7
12,0	13,9	0,1	0,2	0,3	0,1				0,8
14,0	15,9	0,1				0,1			0,2
16,0	17,9				0,1				0,1
%		14,0	27,7	35,9	19,4	2,5	0,6		100
					Апрель				
2,0	3,9			0,2	0,6		0,1		0,9
4,0	5,9		0,5	0,6	0,9	0,1			2,1
6,0	7,9	0,1	0,5	1,4	1,2	0,2	0,1		3,5
8,0	9,9	0,1	0,8	0,9	1,0	0,5		0,1	3,5
10,0	11,9	0,7	1,7	1,4	2,0	1,0	0,5	0,1	7,4
12,0	13,9	1,0	1,7	2,2	2,2	0,7	0,3	0,3	8,5
14,0	15,9	1,0	1,3	2,0	3,0	0,9	0,3		8,5
16,0	17,9	0,5	2,5	2,3	3,1	1,2	0,3	0,1	10,0
18,0	19,9	2,0	1,8	2,8	2,8	1,0	0,3	0,1	10,8
20,0	21,9	0,9	2,8	2,9	4,4	1,0	0,1	0,1	12,2
22,0	23,9	1,6	2,6	3,2	2,8	1,0	0,1		11,4
24,0	25,9	0,6	2,4	2,2	2,4	0,3	0,1		8,1
26,0	27,9	0,3	1,6	1,2	2,1	0,7	0,1	0,1	6,1
28,0	29,9	0,2	0,6	1,2	1,2	0,5	0,2		3,8
30,0	31,9								
32,0	33,9	0,2	0,7	0,3	1,6	0,1	0,1	0,1	3,2
34,0	35,9				0,1		0,1		0,2
%		9,3	21,7	24,6	31,2	9,3	3,0	1,2	100
					Июль				
14,0	15,9				0,1				0,1
16,0	17,9								
18,0	19,9			0,1					0,1
20,0	21,9								
22,0	23,9								
24,0	25,9	0,1	0,3	0,8	1,0	0,1	0,1		2,4
26,0	27,9	0,5	1,2	1,4	1,5	0,1			4,7
28,0	29,9	0,9	1,9	4,1	2,3	0,3			9,5
30,0	31,9	1,2	4,2	5,2	4,0	0,4			15,0

Температура воздуха, °С		Скорость ветра, м/с							%
от	до	0—1	2—3	4—5	7—10	11—15	16—19	⩾20	
32,0	33,9	2,3	5,5	7,4	4,9	0,8	0,2		21,0
34,0	35,9	2,5	4,5	8,1	4,3	0,5			19,9
36,0	37,9	1,8	3,8	6,0	4,3	0,9			16,7
38,0	39,9	1,5	2,2	2,2	2,5	0,3			8,6
40,0	41,9	0,4	0,5	0,3	0,4				1,7
42,0	43,9	0,2							0,2
%		11,4	24,1	35,6	25,1	3,5	0,3		100
				Октябрь					
—1,9	—0,1				0,1		0,1		0,2
0,0	1,9		0,1	0,1	0,1				0,3
2,0	3,9			0,1	0,1				0,2
4,0	5,9	0,2	0,3	0,7	0,7	0,1			2,0
6,0	7,9	0,2	0,3	0,5	0,3	0,1			1,5
8,0	9,9	0,8	1,6	1,3	1,3	0,1	0,1		5,2
10,0	11,9	0,9	2,5	3,2	2,1	0,2			8,9
20,0	21,9	0,4	0,8	1,3	1,0	0,2	0,1	0,02	3,9
22,0	23,9	0,5	1,1	1,4	1,0	0,3	0,03		4,2
24,0	25,9	0,6	1,0	1,6	1,2	0,2	0,1		4,7
26,0	27,9	0,5	1,2	1,7	1,5	0,3	0,03	0,01	5,2
28,0	29,9	0,8	1,2	2,0	1,6	0,2	0,03		5,8
30,0	31,9	0,5	1,8	2,3	1,8	0,2	0,01		6,6
32,0	33,9	0,9	1,9	2,3	1,9	0,2	0,1	0,01	7,1
34,0	35,9	0,6	1,1	1,9	1,2	0,1	0,03		5,0
36,0	37,9	0,4	0,8	1,2	0,8	0,1			3,2
38,0	39,9	0,2	0,4	0,4	0,3	0,04			1,3
40,0	41,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,02			0,4
42,0	43,9	0,02		0,01	0,01				0,04
%		12,7	24,2	32,7	25,4	4,0	0,9	0,2	100
12,0	13,9	1,5	1,9	3,8	2,8	0,3	0,1		10,4
14,0	15,9	1,3	2,8	4,5	2,7	0,5	0,1		11,8
16,0	17,9	2,8	3,7	4,0	2,2	0,8			13,5
18,0	19,9	3,5	4,5	3,9	2,6	0,2			14,6
20,0	21,9	0,9	2,9	3,8	1,7	0,1			9,4
22,0	23,9	1,8	3,0	2,7	1,2	0,2			8,9
24,0	25,9	1,9	1,9	1,5	0,8				6,0
26,0	27,9	0,9	1,0	1,5	0,7				4,0
28,0	29,9	0,6	0,5	0,9	0,2				2,1
30,0	31,9	0,3	0,1	0,2	0,1				0,8
32,0	33,9			0,1					0,1
%		17,5	27,0	32,7	19,7	2,7	0,5		100
				Год					
—21,9	—20,0			0,01					0,01
—19,9	—18,0		0,01	0,01					0,02
—17,9	—16,0		0,02	0,02	0,02				0,1
—15,9	—14,0		0,1	0,1	0,1				0,2
—13,9	—12,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1			0,6
—11,9	—10,0	0,1	0,4	0,4	0,3	0,04			1,2
—9,9	—8,0	0,2	0,4	0,4	0,3	0,03	0,03		1,3
—7,9	—6,0	0,3	0,6	0,6	0,5	0,1	0,01		2,1
—5,9	—4,0	0,4	0,7	0,8	0,6	0,1	0,02		2,5
—3,9	—2,0	0,5	0,7	1,1	0,7	0,1	0,04		3,1
—1,9	—0,1	0,5	0,9	1,3	1,0	0,1	0,04	0,01	3,8
0,0	1,9	0,6	1,1	1,6	1,1	0,1	0,03		4,6
2,0	3,9	0,5	1,1	1,3	1,1	0,1	0,1	0,02	4,2

Температура воздуха, °С		Скорость ветра, м/с							%
от	до	0—1	2—3	4—5	7—10	11—15	16—19	⩾20	
4,0	5,9	0,6	1,1	1,3	1,1	0,2	0,02		4,3
6,0	7,9	0,4	0,9	1,2	1,1	0,2	0,1		3,8
8,0	9,9	0,5	0,8	1,1	0,9	0,1	0,02	0,01	3,4
10,0	11,9	0,4	0,9	1,1	0,8	0,2	0,1	0,02	3,5
12,0	13,9	0,4	0,7	1,1	0,9	0,2	0,1	0,03	3,4
14,0	15,9	0,5	0,8	1,0	0,8	0,2	0,1		3,4
16,0	17,9	0,4	0,9	1,0	0,8	0,3	0,1	0,03	3,4
18,0	19,9	0,7	0,8	1,1	0,9	0,2	0,1	0,02	3,8

Таблица 22

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

Температура воздуха, °С		Скорость ветра, м/с																	
		0—1			2—3			4—6			7—10			11—15			16—20		
		Нижняя облачность, баллы																	
от	до	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10	0—2	3—7	8—10
Январь																			
—21,9	—20,0							0,1											
—19,9	—18,0							0,1											
—17,9	—16,0				0,1			0,1			0,1								
—15,9	—14,0				0,6	0,1		0,6			0,1								
—13,9	—12,0	0,1			0,7			0,7		0,2	0,6		0,1						
—11,9	—10,0	0,7	0,1		1,7	0,1	0,3	1,0		0,3	0,6			0,1					
—9,9	—8,0	0,6		0,2	0,9	0,1	0,4	2,0	0,1	0,5	0,9		0,3						
—7,9	—6,0	1,4		0,3	1,4	0,1	0,7	2,1	0,3	0,9	0,5		0,3	0,1					
—5,9	—4,0	0,6	0,1	1,2	1,5	0,2	1,7	2,1		0,8	0,7	0,1	1,2			0,1			
—3,9	—2,0	1,0		0,9	2,1	0,2	1,7	2,4		2,6	1,2		1,1		0,2				0,1
—1,9	—0,1	0,3	0,1	1,5	0,8	0,1	1,8	1,8		3,8	1,2	0,3	1,5	0,2	0,1	0,1	0,1		0,1
0,0	1,9	0,5		1,1	1,2	0,2	1,8	1,8		3,0	1,1	0,2	1,5	0,1					
2,0	3,9	0,6	0,2	0,5	0,9		1,7	1,8	0,5	1,2	0,8	0,2	0,7	0,1		0,3			
4,0	5,9	0,9	0,2	0,2	1,0	0,1	1,6	1,9		0,7	1,0	0,3	0,5	0,1	0,2	0,1			0,1
6,0	7,9	0,5			1,5		1,0	1,8	0,5		0,9	0,2	0,1				0,1		
8,0	9,9	0,1			0,6		0,2	1,4	0,1		0,6			0,1					
10,0	11,9						0,1	1,2			0,2			0,1					
12,0	13,9	0,1			0,2			0,3			0,1								
14,0	15,9		0,1					0,3						0,1					
16,0	17,9										0,1								
Апрель																			
2,0	3,9							0,1		0,1	0,2	0,1	0,2				0,1		
4,0	5,9				0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,5		0,1				
6,0	7,9		0,1		0,1		0,4	0,4	0,1	0,9	0,4	0,2	0,6	0,1		0,1		0,1	
8,0	9,9		0,1		0,4		0,5	0,5	0,1	0,4	0,7		0,4	0,4		0,1			
10,0	11,9	0,5		0,2	1,0	0,2	0,6	0,6	0,2	0,6	0,8	0,1	1,0	0,5		0,5	0,5		

Температура воздуха, °С		Скорость ветра, м/с																	
		0—1			2—3			4—6			7—10			11—15			16—20		
		Нижняя облачность, баллы																	
от	до	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
12,0	13,9	0,7	0,2	0,1	1,0	0,4	0,9	0,9	0,5	0,8	1,3	0,2	0,6	0,5	0,1	0,1	0,7		
14,0	15,9	0,5	0,1	0,5	0,7	0,6		0,9	0,7	0,4	2,2		0,8	0,8	0,1		0,1		0,1
16,0	17,9	0,2	0,1	0,1	2,1	0,2	0,2	1,6	0,4	0,4	2,7	0,4	0,1	1,0		0,1	0,4		0,1
6,0	7,9	0,1		0,1	0,1	0,2		0,2		0,2	0,1	0,1	0,1		0,1				
8,0	9,9	0,6		0,2	0,1	0,2	0,2	0,6		0,7	0,9	0,1	0,3			0,1			0,1
10,0	11,9	0,7	0,1		1,9		0,5	2,3	0,3	0,7	1,1	0,6	0,3			0,2			
12,0	13,9	0,9	0,3	0,2	1,5	0,2	0,2	2,5	0,1	1,0	1,6	0,2	1,0	0,2					0,1
14,0	15,9	1,4			2,3	0,2	0,3	3,8	0,5	0,2	1,8	0,7	0,2	0,2		0,3	0,1		
16,0	17,9	2,2	0,5		3,4	0,1	0,2	3,4	0,3	0,3	1,9	0,2		0,6		0,2			
18,0	19,9	3,2	0,3		4,0	0,5		3,3	0,3	0,1	2,4	0,2		0,2					
20,0	21,9	0,8			2,7	0,1	0,1	3,8		0,1	1,6	0,2		0,1					
22,0	23,9	1,8			2,7	0,1		2,7			1,1	0,1		0,2					
24,0	25,9	1,8			1,9			1,3			0,8	0,1							
26,0	27,9	0,8	0,1		1,0			1,4			0,7								
28,0	29,9	0,6			0,5			0,9			0,2								
30,0	31,9	0,3			0,1			0,2			0,1								
32,0	33,9							0,1											

Таблица 23

Повторяемость (%) температуры воздуха в указанных пределах при различном направлении ветра

Температура воздуха, °С		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль	%
от	до										
					Январь						
—34,9	—30,0		0,03	0,03							0,1
—29,9	—25,0		0,1	0,03						0,03	0,1
—24,9	—20,0	0,2	1,2	0,03	0,03	0,06	0,03	0,1	0,03	0,6	2,2
—19,9	—15,0	0,5	3,2	0,4	0,1	0,3	0,2	0,4	0,3	0,7	6,0
—14,9	—10,0	1,2	6,4	1,1	0,8	0,5	0,3	0,8	0,6	1,6	13,2
—9,9	—5,0	1,9	7,9	3,4	1,3	1,1	0,9	1,7	1,4	2,9	22,5
—4,9	0,0	3,1	8,1	4,2	3,2	2,2	2,2	3,0	2,2	4,1	32,1
0,0	4,9	1,2	2,6	2,6	3,3	2,1	2,2	2,4	1,0	2,1	19,3
5,0	9,9	0,1	0,4	0,5	1,4	0,4	0,5	0,3	0,1	0,2	4,0
10,0	14,9		0,03	0,03	0,2	0,2	0,1				0,5
15,0	19,9					0,03					0,1
%		8,2	29,8	12,2	10,2	6,7	6,4	8,7	5,6	12,2	100
					Апрель						
—9,9	—5,0									0,03	0,03
—4,9	0,0	0,5	0,7	0,1	0,1		0,03		0,1	0,3	1,8
0,0	4,9	3,6	3,1	0,7	0,3	0,2	0,4	1,1	0,8	1,0	11,2
5,0	9,9	5,2	6,7	2,6	0,8	0,5	1,2	1,8	2,0	2,6	23,4
10,0	14,9	4,2	6,9	4,1	1,5	0,7	1,9	2,2	1,9	2,6	26,1
15,0	19,9	2,8	5,0	3,8	1,9	0,9	1,2	1,4	1,1	1,6	19,6
20,0	24,9	1,1	2,5	2,7	2,2	0,6	0,6	1,4	0,7	0,6	12,3
25,0	29,9	0,3	0,7	0,9	1,1	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	4,6
30,0	34,9		0,1	0,2	0,4	0,1	0,03	0,03	0,03	0,1	0,9
35,0	39,9				0,03						0,03
%		17,6	25,7	15,2	8,1	3,5	5,7	8,2	7,0	9,0	100
					Июль						
5,0	9,9			0,03							0,03
10,0	14,9	0,2	0,1					0,03		0,2	0,5
15,0	19,9	2,4	1,5	0,2	0,1	0,1	0,4	0,4	0,8	2,7	8,6
20,0	24,9	8,1	7,4	1,3	0,4	0,4	0,7	1,5	3,8	5,4	28,9
25,0	29,9	8,8	6,8	2,0	0,8	0,8	0,7	1,7	3,3	2,3	27,3
30,0	34,9	9,7	5,7	1,3	0,5	0,5	0,6	1,4	3,3	0,9	23,9
35,0	39,9	2,6	2,2	0,6	0,8	0,7	0,5	0,8	1,6	0,5	10,3
40,0	44,9	0,1	0,1		0,03	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5
%		31,8	23,8	5,4	2,6	2,5	2,9	5,8	12,9	12,3	100
					Октябрь						
—9,9	—5,0	0,1	0,2	0,03			0,03	0,03	0,1	0,2	0,5
—4,9	0,0	0,4	1,7	0,3	0,1	0,03	0,1	0,4	0,5	1,8	5,1
0,0	4,9	1,7	4,3	1,4	0,6	0,5	0,7	0,8	1,7	5,1	16,8
5,0	9,9	3,3	7,5	2,9	1,3	0,8	1,0	1,6	2,8	6,8	27,9
10,0	14,9	3,5	5,6	3,0	2,1	0,9	1,2	2,0	2,9	4,2	25,4
15,0	19,9	2,0	3,1	2,7	2,0	1,0	0,7	0,9	1,0	2,3	15,6
20,0	24,9	0,5	1,2	1,3	1,0	0,5	0,4	0,5	0,4	0,6	6,2
25,0	29,9	0,1	0,1	0,2	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	2,3
30,0	34,9		0,03	0,03	0,03	0,1				0,1	0,2
%		11,4	23,6	11,7	7,6	4,3	4,4	6,4	9,4	21,3	100

Таблица 24

Годовой и сезонный ход поступления осадков на горизонтальную и вертикальные поверхности (мм)

Ориентация	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Горизонтальная	28	46	7	21	103
С	18	20		10	48
СВ	17	19		11	47
В	16	16		7	39
ЮВ	14	13	1	6	34
Ю	15	15		8	38
ЮЗ	17	17		8	42
З	17	18		9	44
СЗ	17	20		9	46

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 3

1. ВВЕДЕНИЕ 5

1.1. Физико-географические условия местоположения города и его окрестностей 5
1.2. Общая характеристика климата 8
1.3. Краткая история развития метеорологических наблюдений 9

2. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ 11

2.1. Продолжительность солнечного сияния 12
2.2. Радиационный баланс и его составляющие 13
2.3. Радиационный режим вертикальных и наклонных поверхностей 17
2.4. Естественная освещенность и фотосинтетически активная радиация 21

3. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ 23

3.1. Атмосферное давление 30
3.2. Ветер 32

4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ 37

4.1. Температура воздуха 37
4.2. Температура почвы 47

5. РЕЖИМ АТМОСФЕРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ 49

5.1. Влажность воздуха 49
5.2. Атмосферные осадки и снежный покров 52

6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ 57

6.1. Облачность 57
6.2. Атмосферные явления 61

7. КОМПЛЕКСНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 69

8. ХАРАКТЕРИСТИКА БИОКЛИМАТА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ 72

8.1. Методы биоклиматических оценок 72
8.2. Суточный ход показателей теплового состояния человека 74
8.3. Распределение тепловых нагрузок в различные периоды дня 79
8.4. Суммы влагопотерь испарением за первую и вторую рабочие смены 81
8.5. Годовой ход показателей теплового состояния человека . . . 82

9. МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ И БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОДА 86

9.1. Городские ландшафты 86
9.2. Методика микроклиматических и биоклиматических наблюдений 86
9.3. Микроклимат и биоклимат открытых городских пространств 87
9.4. Микроклимат и биоклимат зеленых насаждений 90
9.5. Микроклимат и биоклимат зон жилой застройки 92
9.6. Расчетные значения тепловой нагрузки и температуры стен в неозелененной застройке 96
9.7. Микроклимат и биоклимат городских улиц 97
9.8. Микроклиматические и биоклиматические различия между Нукусом и Тахиаташем 100

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 102

ПРИЛОЖЕНИЕ. Таблицы климатических данных 104
Радиационный и световой режим
1. Почасовая продолжительность солнечного сияния (ч) . . . 104
2. Повторяемость непрерывной продолжительности солнечного сияния по градациям (в % от общего числа случаев с непрерывным солнечным сиянием не менее 2 ч). 1953—1979 гг. 105
Особенности атмосферной циркуляции
3. Давление воздуха (гПа) в различные часы суток 106
4. Повторяемость (%) направления и средняя скорость ветра (м/с) по направлениям 106
5. Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с) в различные часы суток. 1966—1979 гг. 107
Термический режим
6. Температура воздуха (°С) в различные часы суток 108
7. Температура (°С) поверхности почвы в различные часы суток. 1966—1979 гг. 108
Режим атмосферного увлажнения
8. Парциальное давление водяного пара (гПа) в различные часы суток. 1966—1979 гг. 109
9. Относительная влажность r (%) в различные часы суток. 1966—1979 гг. 109
10. Повторяемость (%) относительной влажности воздуха по градациям в 13 ч. 1936—1960 гг. 109
11. Дефицит насыщения (гПа) в различные часы суток. 1966—1979 гг. 110
12. Наибольшее и наименьшее месячное и годовое количество осадков (мм) различной обеспеченности (%). 1912—1913, 1915—1917, 1936—1964 гг. 110
Режим облачности и атмосферные явления
13. Повторяемость (%) ясного (0—2 балла), полуясного (3—7 баллов) и пасмурного (8—10 баллов) состояния неба по общей и нижней облачности в различные часы суток 111
14. Средняя облачность (баллы) в различные часы суток. 1966—1979 гг. 112
15. Повторяемость (%) различных форм облаков в различные часы суток 113
Комплексные климатические характеристики
16. Повторяемость (%) температуры и относительной влажности воздуха во все сроки 115
17. Повторяемость (%) температуры и относительной влажности воздуха в 7 ч 117
18. Повторяемость (%) температуры и относительной влажности воздуха в 13 ч 119
19. Повторяемость (%) температуры воздуха и различной скорости ветра 121
20. Повторяемость (%) температуры воздуха и различной скорости ветра в 7 ч 124
21. Повторяемость (%) температуры воздуха и различной скорости ветра в 13 ч 126
22. Повторяемость (%) температуры воздуха и скорости ветра по градациям при различных условиях облачности в 13 ч 129
23. Повторяемость (%) температуры воздуха в указанных пределах при различном направлении ветра 131
24. Годовой и сезонный ход поступления осадков на горизонтальную и вертикальные поверхности (мм) 132