

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ  
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

УКРАИНСКОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ  
УПРАВЛЕНИЕ ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

УКРАИНСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

# КЛИМАТ Харькова

Под редакцией  
канд. геогр. наук В. Н. БАБИЧЕНКО

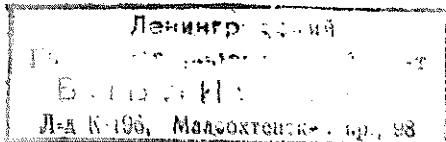


Ленинград Гидрометеоиздат  
1983

В книге дается описание основных особенностей формирования климата Харькова. Рассматриваются такие факторы климатообразования, как солнечная радиация и атмосферная циркуляция. В ней приводятся физико-географические условия города, а также краткая история развития метеорологических наблюдений. Подробно представлены показатели основных метеорологических величин (атмосферное давление, температура воздуха и почвы, влажность воздуха, облачность, осадки) и атмосферных явлений. Дана детальная характеристика климатических сезонов. Большое внимание уделяется микроклиматическим особенностям города. Приводятся результаты исследования загрязнения воздушного бассейна города, излагаются отдельные вопросы прикладной климатологии города.

Книга рассчитана на климатологов и специалистов различных отраслей городского хозяйства, использующих информацию о климате города, а также на широкий круг читателей, интересующихся вопросами климата.

322942



КЛИМАТ ХАРЬКОВА

Редактор Л. В. Ковель. Техн. редактор Е. А. Маркова. Корректор Л. И. Хромова

И/К

Сдано в набор 16.03.83. Подписано в печать 11.08.83. М-29154. Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бум. тип. № 1. Гарн. литерат. Печать высокая. Печ. л. 13,5. Кр.-отт. 13,76. Уч.-изд. л. 15,99. Тираж 530 экз. Индекс ПРЛ-223. Заказ № 140. Цена 1 руб. Гидрометеоиздат, 199053, Ленинград, 2-я линия, д. 23

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

К 1903040000-108  
069(02)-83 15-82(2)

© Украинский региональный научно-исследовательский институт (УкрНИИ), 1983 г.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Проблема взаимодействия природы и города в настоящее время приобретает большое практическое значение и становится объектом фундаментальных исследований.

Современное градостроительство и планирование социально-экономического развития города невозможны без научно обоснованного использования природных ресурсов вообще и климатических в частности.

Харьков — один из крупнейших промышленных, научно-технических и культурных центров страны. Город занимает площадь более 303 км<sup>2</sup>. Он разделен на девять административных районов. На 1 января 1979 г. население Харькова составило 1 млн. 444 тыс. человек. По числу жителей это шестой город в СССР и второй в УССР.

Крупные города создают свой особый климат, который является результатом воздействия антропогенной деятельности на климат естественного ландшафта.

Формирование климатических особенностей города происходит под влиянием подстилающей поверхности, особенностей застройки и планировки, размещения по территории промышленных и жилых массивов, создания культурных ландшафтов (парков, садов, скверов). Значительное воздействие на климат оказывает загрязненность атмосферы и дополнительное тепло, выделяемое в результате работы промышленных предприятий и транспорта.

При взаимодействии всех этих факторов создается специфический климат города, отличающийся от естественного. В городских условиях температура воздуха всегда выше, чем за городом, влажность воздуха ниже, ветер слабее, количество осадков несколько больше, грозы наблюдаются чаще, сезонные и суточные контрасты температур значительно меньше.

Специальные микроклиматические исследования позволили выявить отдельные районы, отличающиеся термическими, ветровыми характеристиками, режимом увлажнения в разные сезоны года и при разных типах погоды.

Вся эта информация о погодно-климатическом режиме города способствует более научному и рациональному ведению городского хозяйства и используется при перспективном планировании социально-экономического развития города.

В монографии затрагивается обширный круг вопросов, связанных с выявлением особенностей условий формирования климата Харькова. Книга может найти широкое применение при обслуживании различных отраслей городского хозяйства гидрометеорологической информацией. Она полезна для строительных, дорожных, планирующих организаций, проектных научно-исследовательских институтов, преподавателей вузов, школ, кроме того, широкому кругу читателей, интересующихся климатом Харькова.

В монографии помещено большое количество иллюстраций, таблиц, что позволяет использовать ее как справочное пособие.

Обработка материала и форма его представления выполнены согласно методическим рекомендациям отдела прикладной климатологии Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова, составленным с участием Украинского регионального научно-исследовательского института.

В работе над книгой принимал участие большой коллектив исполнителей: сотрудники Украинского регионального научно-исследовательского института, Украинской гидрометеорологической обсерватории, Киевского государственного университета им. Т. Г. Шевченко, Харьковского государственного университета им. А. М. Горького.

Предисловие и п. 1.3 подготовили В. Н. Бабиченко, С. Ф. Рудышина; п. 1.1 — М. М. Айзенберг, Ю. Ф. Кобченко; п. 1.2 — Г. П. Дубинский, В. М. Пицолка; разд. 2 — В. М. Пицолка, Д. Н. Гойса; разд. 3 — Л. З. Прох; п. 3.1 — И. И. Трусов, Т. В. Роик; п. 3.2 — В. И. Ромушкевич, Т. В. Роик; п. 4.1 — В. Н. Бабиченко, Л. М. Гущина, Н. В. Николаева, С. Ф. Рудышина; п. 4.2 — В. М. Пицолка; п. 5.1 — О. Е. Пахалюк, А. В. Пугач; п. 5.2 — В. В. Белецкая, О. Е. Пахалюк; п. 5.3 — И. М. Щербань; п. 6.1 — В. М. Пицолка, В. В. Белецкая; п. 6.2 — В. М. Пицолка, И. И. Трусов; п. 6.3 — И. И. Трусов, Г. В. Мироиченко; п. 6.4 — З. С. Бондаренко; п. 6.5 — И. И. Трусов; п. 6.6 — И. И. Трусов, З. С. Бондаренко; п. п. 6.7—6.9 — В. Н. Бабиченко, И. И. Трусов; разд. 7 — С. Ф. Рудышина, В. Н. Бабиченко, Л. М. Гущина, Н. В. Николаева; разд. 8 — Л. С. Рыбченко, А. В. Шахнович, Г. П. Дубинский, З. А. Ковалевская, М. П. Ткаченко, Н. П. Матееенко, А. М. Римап; п. 8.1 — А. П. Семенова, З. А. Ковалевская; разд. 8.2 — А. П. Семенова; разд. 9 — Ф. В. Корщенко, Л. В. Волеваха; разд. 10 — Е. Н. Киптенко, Н. Н. Михайленко; разд. 11 — М. Б. Барабаш.

Библиографию к монографии составили Н. В. Николаева, В. Г. Клименко.

Работы по контролю исходных материалов, обработке полученных данных, а также по оформлению табличных и графических материалов выполняли в УкрНИИ О. В. Ганноченко, Н. Л. Карпец, Т. В. Козленко, Н. П. Сурмач, Т. П. Ткаченко, О. М. Юкаева, в ГМО — Н. И. Бурдакова, И. И. Дударенко, А. С. Душейко, Л. П. Платонова, Т. Н. Таргонская, Л. Г. Черныш, Т. А. Шестопал. Картографические работы выполнены Т. А. Лебедевой. Большую помощь при подготовке рукописи к печати оказали А. Г. Луговская, О. М. Юкаева.

Научное руководство осуществлено канд. геогр. наук В. Н. Бабиченко. Научно-методическое рецензирование выполнено в отделе прикладной климатологии Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова д-ром геогр. наук Ц. А. Швер, Н. Г. Горышиной, Г. И. Прилипка и Л. Г. Васильевой.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Харьков — крупный административный, индустриальный, научный и культурный центр Харьковской области, до 1934 г. столица УССР. Город расположен в северо-восточной части УССР, при слиянии рек Харьков и Лопань с р. Уды, относящихся к бассейну Северского Донца.

Это ведущий на Украине и третий в стране (после Москвы и Ленинграда) центр машиностроения. В Харькове размещаются крупные предприятия энергетического машиностроения, электротехнической промышленности. Продукция промышленных предприятий широко известна в нашей стране и за рубежом.

Харьков является крупнейшим транспортным узлом СССР. Здесь сходятся железнодорожные линии, автомобильные магистрали и авиалинии, соединяющие западные, центральные и восточные районы с Донбассом, Приднепровьем, Крымом и Кавказом.

В Харькове успешно работает научный центр АН УССР, целью которого является организация комплексных исследований в области естественных и общественных наук. Здесь функционирует большая сеть научно-исследовательских институтов, проектных организаций, конструкторских и творческих бюро, лабораторий и т. д.

Город постоянно растет и благоустраивается. В последние десятилетия на его окраинах выросли крупные жилые массивы — Павлово Поле, Селекционная станция, проспект Гагарина, Салтовка. На очереди строительство новых жилых районов — Холодногорского, Алексеевского, Рогановского и др.

Особое значение для благоустройства и чистоты города имеет проблема улучшения водоснабжения города. Строительство канала Днепр—Донбасс, сооружение ряда водохранилищ (наиболее крупное — Печенежское), насосных станций, очистных сооружений и водопровода позволило значительно улучшить водный баланс города. Проводятся работы по очистке и углублению харьковских рек, которые благоприятно влияют на климат города.

Харьков можно отнести к зеленым городам. Украшают его зеленые бульвары, парки, сады, скверы. Работы по озеленению ведутся ежегодно и в дальнейшем зеленые насаждения будут занимать до двух третей всей городской территории.

### 1.1. Физико-географические условия местоположения города и его окрестностей

Значительное влияние на микроклимат города оказывает рельеф местности. Поверхность территории Харькова и его окрестностей представляет собой холмистую равнину, изрезанную речными до-

линами, балками и оврагами. Город расположен на пяти холмах и занимает три крупные речные долины. Формирование рельефа тесно связано с формированием геологических комплексов и тектонических структур. В тектоническом отношении описываемая территория находится в пределах северо-восточного борта Днепровско-Донецкой впадины и характеризуется постепенным поднятием докембрийского кристаллического фундамента. Наиболее древние обнажения горных пород наблюдаются в долине р. Харьков.

Гидрогеологические условия на территории города и его окрестностей довольно благоприятные. Большое влияние на природные компоненты оказывают грунтовые воды первого от дневной поверхности водоносного горизонта. Кроме того, создаются условия для формирования водоносных горизонтов на меньшей глубине. Прослойки песка, встречающиеся в толще суглинков, при определенных условиях, возникающих в результате естественных процессов или хозяйственной деятельности, могут стать коллекторами для накопления воды.

— Центр города лежит в междуречье рек Лопань и Харьков. В геоморфологическом отношении оно представляет собой левобережные террасы Лопани. Северная часть Харькова расположена на водораздельном плато этих рек. Здесь отмечается и абсолютная высота земной поверхности в пределах города, достигающая 205 м. Западная часть города занимает междуречье рек Уды и Лопань, являющееся террасами Уды. Юго-западная окраина расположена на правобережье р. Уды в пределах плато и правобережных террас этой реки. Восточная часть города находится на левобережье рек Харьков и Уды, ниже впадения в нее Лопани. Эта территория представляет собой террасовую зону шириной до 10 км. На пойме р. Уды у южной окраины города абсолютные отметки земной поверхности не превышают 95 м. Значительная амплитуда высот в пределах города (110 м) способствовала развитию овражно-балочной сети.

Наибольшую высоту (до 237—250 м) поверхность описываемой территории имеет в пределах водоразделов рек Уды и Ворскла, Уды и Лопань.

Важнейшим элементом рельефа являются речные долины, обычно имеющие значительную ширину. Долины всех основных рек имеют резко выраженное асимметричное строение: крутой и высокий правый склон, низкий и пологий террасированный левый. Наличие террас указывает на сложный и длительный путь их развития. После отступления последнего полтавского морского бассейна на территории Большого Харькова образовалась первичная аккумулятивная равнина. В течение плиоцена происходило формирование гидрографической сети и накопление континентальных отложений, которые сохранились от размыва на некоторых участках наиболее высоких геоморфологических уровней. В пределах речных долин сформировались террасы (различные авторы насчитывают их от восьми до двенадцати).

Характерным элементом рельефа являются также балки и овраги. В некоторых районах они так многочисленны, что представляют собой основную форму рельефа. Размеры их различны и зависят от возраста. Длина современных балок не превышает 2—3 км, древних — порядка 10 км и более. Глубина их от нескольких метров до десятков метров. По форме они представляют собой долины; нередко встречаются и цирковидные балки.

Преобладают овраги двух типов: неветвящиеся и сильно ветвящиеся, древовидные. Короткие, глубокие и сильно ветвящиеся овраги имеют широкое распространение на высоких и крутых правых склонах речных долин.

В городе широко практикуется выравнивание территории путем засыпки отдельных участков строительным и промышленным мусором. При этом возникают источники загрязнения, так как засыпаются наиболее пониженные участки территории, на которых происходит подъем уровня грунтовых вод. Это способствует вымыванию вредных веществ из указанных отходов, что отрицательно сказывается на микроклимате прилегающих территорий.

Гидрографическая сеть описываемой территории относится к бассейну р. Северский Донец, который является наиболее крупным притоком Дона. Он берет начало на Среднерусской возвышенности и, направляясь на юг, а затем на юго-восток, пересекает ряд областей УССР и РСФСР. Общая протяженность реки 1053 км, площадь бассейна 98 900 км<sup>2</sup>. Северский Донец принимает много притоков.

Наиболее крупной рекой, протекающей в черте города и его окрестностях, является р. Уды, впадающая в р. Северский Донец справа на 815 км от ее устья. Длина реки 164 км, площадь водосбора 3894 км<sup>2</sup>. Начинается она в с. Бессоновка Октябрьского района Белгородской области на высоте 190 м над ур. м. Отметка устья — 85 м над ур. м. Средний уклон водной поверхности 0,64 ‰.

Поверхность бассейна равнинная, абсолютные высоты — 250—150 м. Преобладающие эрозионные формы рельефа — долины, балки и овраги. Глубина эрозии от 50—100 до 100—200 м. Густота овражно-балочной сети достигает 2,5 км на 1 км<sup>2</sup>, а речной сети 0,24. Лесов мало, преобладают широколиственные с примесью дуба.

Долина реки трапециевидная, в среднем шириной 2,0—2,2 км, глубиной 85—100 м, с отчетливо выраженной асимметрией склонов: правый более крутой, высокий, расчленен оврагами и балками, а левый — пологий, низкий, террасированный. Выделяется от 3 до 8 террас.

Пойма двусторонняя, луговая, торфянистая, в среднем шириной 200—300 м, местами пересеченная протоками, ложбинами и озерами.

Русло извилистое и умеренно извилистое, малозаросшее. Преобладающая ширина его в среднем и нижнем течении 6—8 м, наибольшая 16—18 м, глубина 0,3—0,8 м, скорость течения 0,1—

0,2 м/с. Оно глубоко врезано в дно долины, имеет хорошо выраженные задернованные берега высотой 1,5—2,0 м и крутизной 30—40°. Дно песчаное, местами каменистое.

Река Уды имеет много притоков, среди которых наиболее крупным является Лопань (длина 96 км, площадь бассейна 2000 км<sup>2</sup>) с притоком Харьков (74 км, 1160 км<sup>2</sup>).

Река Лопань берет начало в заболоченной балке у с. Долбино Белгородской области на высоте 190 м над ур. м. Впадает в р. Уды слева на 55 км от ее устья, у с. Филиппово, в 5 км ниже г. Харькова, на высоте 96,1 м над ур. м. Длина реки 96 км, площадь бассейна 2000 км<sup>2</sup>, средний уклон водной поверхности 0,98 ‰.

Бассейн реки, расположенный на южных склонах Среднерусской возвышенности, представляет собой возвышенную, глубоко расчлененную и сильно овражную равнину. Густота овражно-балочной сети порядка 1,0—1,25 км на 1 км<sup>2</sup>; глубина эрозии 100—200 м. Грунты пылевато-тяжелосуглинистые, почвы черноземные. В верхнем и среднем течении реки преобладают луговые степи, в нижнем — широколиственные леса с преобладанием дуба. Густота речной сети достигает 0,26, а овражно-балочной 2,5 км на 1 км<sup>2</sup>; глубина эрозии 100—200 м.

Долина реки трапецидальная, местами U-образная, обычно шириной 1,5—3,0 км. Правый склон выпуклый, умеренно крутой (10—12°), сильно изрезан балками и оврагами, левый — прямой, пологий (до 5°), умеренно расчлененный. Преобладающая высота склонов 40—50 м. Пойма ровная, увлажненная, заросшая влаголюбивыми травами, реже кустарником. Ширина ее от 300—400 до 700—800 м, весной затопляется на 10—15 дней слоем воды от 0,5—1,0 до 1,5—2,0 м. Русло Лопани умеренно извилистое, почти неразветвленное. Ширина его от 1—3 до 10—20 м, глубина от 0,3—0,5 до 0,5—1,0 м. Скорость течения изменяется от 0,2—0,3 до 0,7—0,8 м/с (г. Харьков). Дно песчаное, твердое. Местами русло искусственно выпрямлено. Берега низкие (1,0—1,5 м), пологие и умеренно крутые. В г. Харькове они искусственно обвалованы и высота их достигает 3—5 м. В центре города река заключена в гранит, берега облицованы камнем (район Советской площади).

Основным притоком Лопани является р. Харьков. Она берет начало у с. Бондаревка Октябрьского района Белгородской области на высоте 160 м над ур. м., впадает в Лопань на 11 км от устья, почти в центре города, на высоте 102 м над ур. м. Длина реки 74 км, площадь водосбора 1160 км<sup>2</sup>, средний уклон водной поверхности 0,77 ‰.

Рельеф бассейна равнинный, глубоко расчлененный, сильно овражный (1,0—1,25 км на 1 км<sup>2</sup>). Абсолютные отметки земной поверхности 150—200 м. Грунты малопроницаемые, пылевато-тяжелосуглинистые, почвы черноземные. Господствуют луговые степи, распространены и широколиственные леса с преобладанием дуба. Густота речной сети достигает 0,19.



Трапецеидальная долина р. Харьков имеет ширину в среднем 2 км. Правый склон высотой 30—60 м крутой и умеренно крутой, левый — высотой 10—30 м пологий, террасированный. В черте города луговая терраса сильно видоизменена: занята набережными, улицами, застроена домами. В пригородах ее используют под огороды, сенокосы, пастбища и другие угодья.

Пойма двусторонняя, луговая, низкая, местами заболоченная, заросшая луговыми травами, осокой и камышом; заболоченные участки местами покрыты редким кустарником. В период весеннего половодья пойма затопляется на глубину от 1,0 до 3,0 м сроком на 10—15 дней. Преобладающая ширина ее 300—500 м, наибольшая 1,5 км; на устьевом участке в пределах г. Харькова она вовсе отсутствует.

Русло реки умеренно и сильно извилистое, неразветвленное. Преобладающая ширина его 2—6 м, наибольшая 15 м (г. Харьков). Глубины порядка 0,3—0,4 м, наибольшая 1,4 м. Местами река ежегодно пересыхает. Берега низкие и пологие. Преобладающая высота их 1,0 м, наибольшая 4,0 м (Большая Даниловка). В черте города русло реки искусственно углублено, а берега обвалованы. Красношальная набережная облицована камнем, вдоль русла разбиты скверы. В верхнем течении дно сильно заилено, в нижнем оно плотное, сложено мелкозернистым песком.

Годовой ход уровня рек Уды, Лопань и Харьков характеризуется ясно выраженным весенним половодьем, низкой и продолжительной летне-осенней и зимней меженью, иногда нарушаемой невысокими и кратковременными дождевыми паводками.

Подъем уровня весной начинается в конце февраля — начале марта, в течение 5—10 дней формируется пик весеннего половодья. Максимальные уровни обычно высотой 1,5—2,0 м, а в теплые годы 3,5—4,0 м над среднемеженным уровнем, бывают во второй половине марта, реже — в первых числах апреля, на отдельных реках — в период весеннего ледохода. Спад, как и подъем, происходит довольно интенсивно, к концу половодья он замедляется и чаще всего во второй половине апреля — первой половине мая устанавливается летне-осенняя межень, характеризующаяся низкими уровнями. На реках Уды и Харьков она довольно устойчивая, на р. Лопань неустойчивая. В отдельные годы дождевые паводки в период межени вызывают кратковременные подъемы уровня, достигающие 0,5—1,0 м, а иногда и 1,6—2,0 м.

Наинизшие уровни летом бывают в июле—августе (р. Лопань) или в августе—сентябре (реки Уды, Харьков). В этот период в засушливые годы реки на отдельных участках пересыхают.

Наинизшие зимние уровни приходятся на конец декабря — начало января, в особо суровые зимы реки на отдельных участках промерзают до дна.

Талые воды дают до 70 % годового стока. В засушливые годы, а также в годы с холодными зимами сток в реки прекращается. Наибольшее количество взвешенных наносов проносится рекой

в период весеннего половодья, а наименьшее — в период межени.

Ледостав на реках устанавливается во второй половине ноября — первой половине декабря. Иногда ему предшествуют забереги; осенний ледоход бывает очень редко (р. Харьков). Средняя толщина льда 20—40 см, наибольшая 50—80 см (февраль—март). Средняя продолжительность ледостава 2,5—3,0 месяца. Вскрываются реки обычно в марте. Весенний ледоход продолжается от 1 до 10 дней. На р. Уды в теплые зимы во время оттепелей в январе—феврале наблюдается временный ледоход продолжительностью до 5 дней.

В основном вода в реках относительно чистая, используется для искусственного орошения, технических целей, хозяйственно-бытовых нужд населения.

В бассейнах вышеуказанных рек имеются естественные и искусственные водоемы. Немногочисленные озера, как правило, приурочены к долинам рек и расположены в поймах. Пруды построены в балках и долинах рек. Они используются для орошения, разведения рыбы и в рекреационных целях.

В послевоенные годы в окрестностях города создано несколько водохранилищ. Наиболее крупное из них — Печенежское — в долине р. Северский Донец. Оно начинается от плотин у с. Печенеги и заканчивается севернее устья р. Старица. Длина его более 50 км, ширина до 3—4 км, глубина достигает 21 м. Площадь водного зеркала превышает 9400 га, а объем 500 млн. м<sup>3</sup>. Амплитуда колебаний уровня воды за год равна 3—5 м, а площадь зеркала уменьшается в 1,5—2,0 раза. Зимой водохранилище замерзает. Толщина льда достигает 40 см. Водоохранилище играет большую роль в водоснабжении г. Харькова. Через Кочеток оно дает воду харьковскому водопроводу. На берегах водохранилища создаются оздоровительные базы, дома отдыха, пионерские лагеря. Воду водохранилища намечается использовать для искусственного орошения и обводнения харьковских рек.

Рассматриваемая территория относится к южной лесостепи, где преобладают мощные украинские черноземы и серые оподзоленные лесные почвы. Мощные черноземы, образовавшиеся на лёссах различного механического состава, неодинаковы по этому признаку и варьируют от песчаных и крупнопылеватых легких суглинков до тяжелосуглинистых и даже глинистых. Мощность почвенного покрова обычно составляет 110—120 см. Сверху, до глубины 40—50 см, располагается гумусный горизонт, с содержанием гумуса до 8 %, ниже — переходный, с постепенно светлеющей окраской.

Наиболее крупные массивы серых оподзоленных почв приурочены к дренированным балкам и оврагам, обычно правым берегам рек. К таким массивам относятся участки плато между реками Северский Донец, Уды, Лопань и Харьков.

На лёссовых террасах рек встречаются осолоделые и солонцеватые черноземы, а на наиболее низких лёссовых террасах и на суглинистых окраинах песчаных террас — солонцы и карбонат-

ные, а также хлоридные солончаки. К песчаным террасам приурочены подзолистые почвы.

По данным геоботанического районирования, Харьков и его окрестности относятся к Левобережному лесостепному геоботаническому округу с луговыми степями и липово-дубовыми лесами. Лиственные леса делятся, согласно эколого-фитоценотической классификации лесов, на пойменные широколиственно-смешанные, пойменно-мелколиственные, байрачные и нагорные широколиственно-смешанные.

Остепненные луга представлены двумя формациями мелкозлаковых и мелкоосоковых видов, развивающихся на повышенных участках поймы. Крупнозлаковые и крупноосоковые занимают низкие уровни поймы на болотно-глеевых почвах.

На низинных болотах речных пойм формируется травяная эвтрофная растительность. Основными формациями являются заросли болотного высокотравья.

Искусственные водоемы и лесные насаждения, крупные массивы которых расположены в пределах города и его окрестностей, в значительной степени регулируют радиационный и тепловой режим земной поверхности и атмосферы, создают характерный ветровой режим и определяют микроклимат города. Их влияние проявляется на метеорологическом режиме прилегающих территорий. В теплое время года в зоне влияния водохранилищ и лесонасаждений снижается температура воздуха, увеличивается его влажность, изменяется ветровой режим.

## 1.2. Краткая история развития метеорологических наблюдений

Метеорологические наблюдения в Харькове начаты в 1738 г., но вскоре были прекращены [12]. В отдельные годы велись наблюдения над числом дней с осадками (1838 г.), над температурой воздуха (1841 г.) и количеством осадков (1849 г.). Наблюдения по этим величинам продолжались до 1893 г. В 1841—1849 гг. метеорологические наблюдения проводились при физическом кабинете университета. В 1840—1891 гг. в городе работало несколько осадкомерных постов [14].

Развитие метеорологических наблюдений в Харькове неразрывно связано с именем В. Н. Каразина — основателя и ректора Харьковского университета. В 1810 г. в селе Кручик (50 км к северо-западу от Харькова) он основал метеорологическую станцию и составил программу наблюдений за температурой, давлением, осадками, направлением ветра, определением общего состояния погоды [13]. Эта станция работала до 1840 г.

В. Н. Каразин разрабатывал «электроатмосферный снаряд» для утилизации атмосферного электричества. Он обратил внимание на существование турбулентных движений в атмосфере. Свообразным обобщением многолетних теоретических и практических разработок В. Н. Каразина в области метеорологии явилась статья «Известия о предвестиях погоды» (1839 г.). В этой работе

впервые отмечены основные признаки приближающегося атмосферного фронта.

Идеи В. Н. Каразина получили развитие в трудах выдающихся ученых-климатологов Харьковского университета В. И. Лапшина, Ю. И. Морозова, Н. Д. Пильчикова, Д. К. Педаева.

Профессор физико-математического отделения университета В. И. Лапшин с 1839 г. проводил у себя во дворе регулярные метеорологические наблюдения. В 1840 г. результаты этих наблюдений он опубликовал в «Харьковских губернских ведомостях». В 1843 г. В. И. Лапшин представил доклад о необходимости организации метеорологической обсерватории при университете. Однако обсерватория была создана лишь через 48 лет (1891 г.). В 1851 г. появилась работа В. И. Лапшина «Несколько климатических данных, относящихся к г. Харькову», а в 1855 г. — «О климате Харьковской губернии» [34, 35].

Ю. И. Морозов, преемник идей В. И. Лапшина, выполнил «Исследование климата Харьковской губернии относительно ветров и температуры» (1867 г.), опубликовал работы «О количестве атмосферных осадков в г. Харькове» (1880 г.), «Зима в Харькове в 1884 г.» (1885 г.), «Предсказание и исследование бурь в России» (1877 г.), написал ряд руководств по метеорологии. Он является автором очерка «О климате города», в котором использованы метеорологические наблюдения с 1870 по 1887 г. [42—46]. В этой работе приведены ежедневные данные по температуре воздуха, атмосферным осадкам и ветру за три срока (7 ч утра, 13 ч дня и 21 ч вечера).

Воспитанник Харьковского университета профессор Н. Д. Пильчиков разрабатывал специальные вопросы метеорологии — поляризация небесного свода, атмосферное электричество, земной магнетизм, условия распространения электромагнитных волн в атмосфере и др. Благодаря его стараниям при физическом кабинете университета было основано магнитно-метеорологическое отделение и в 1891 г. организована метеорологическая обсерватория [58]. Ее метеорологическая площадка находится в университетском саду.

Харьковская обсерватория, являясь одной из старейших на Украине, сыграла важную роль в создании и организации гидро-метеорологической службы республики.

С 1892 г. результаты наблюдений этой станции публиковались в «Записках Харьковского университета». Затем было открыто несколько метеостанций в Харьковской и Курской губерниях. Сегью руководила Главная физическая обсерватория.

Заведовал метеорологической обсерваторией преподаватель физики и метеорологии приват-доцент университета М. П. Косач, украинский общественный деятель и писатель. Он помогал организовать станции в Харьковской губернии, сконструировал регистратор силы ветра, электрический термограф и другие оригинальные приборы.

В 1895 г. в Харьковском университете еще студентом начал

свою научную и педагогическую деятельность Д. К. Педаев, впоследствии профессор университета и Харьковского гидрометеорологического института. С 1906 г. он руководил метеорологической сетью Харьковской губернии. Под его руководством были изданы материалы наблюдений за осадками, температурой воздуха, данные первых аэрологических наблюдений, труды метеорологической сети земства. Для первого «Климатического атласа УССР» Д. К. Педаев составил карты изотерм и написал текст. Ряд его климатологических работ в дальнейшем был использован при подготовке проектов большого Днестра, планировании развития Харькова и др. Он был одним из пионеров аэрологических и актинометрических исследований на Украине [48—56].

Метеорологическая станция с 1892 по 1917 г. находилась при магнитно-метеорологическом отделении физического кабинета Харьковского университета.

В разные годы в городе и его окрестностях метеорологические наблюдения проводились и на других станциях: при Харьковском политехническом институте (в период 1892—1917 гг.), при Харьковской сельскохозяйственной опытной станции (1909—1936 гг.) и т. д.

Следует отметить, что после Великой Октябрьской революции в Харьковском сельскохозяйственном институте некоторое время работал профессор Г. Н. Высоцкий, который оставил заметный след в отечественной метеорологической науке.

Продолжительный период на Харьковской сельскохозяйственной опытной станции работал агрометеорологом Н. П. Низеньков, сконструировавший прибор для определения минимальной температуры почвы на глубине узла кущения озимых культур («коробка Низенькова») [47].

С 1917 по 1923 г. городская станция относилась к метеорологической обсерватории и подчинялась Главнауке; с 1923 по 1931 г. метеостанция находилась при геофизическом отделе Харьковской астрономической обсерватории, а с 1931 по 1941 г. метеорологическая станция была в ведении УГМС УССР.

В апреле 1952 г. метеостанция была реорганизована в кустовую гидрометстанцию и с 1936 по 1955 г. входила в опорную сеть Гидрометслужбы.

Харьков, АМСГ была организована в 1932 г. С момента открытия станция именовалась «Авиаметбюро Харьков», а с 1934 г. — АМСГ I разряда. Перерывы в работе станции были с сентября 1941 по 1943 г. До 1936 г., а также в 1943 и 1944 гг. станция не входила в опорную сеть. В конце 1955 г. городская метеостанция (обсерватория) закрыта и в основной сети оставлена только АМСГ.

После освобождения Харькова в 1943 г. был создан отдел гидрометслужбы Харьковского военного округа (начальник В. М. Земляков, затем П. Е. Нефедов и К. Т. Логвинов), позднее преобразованный в Харьковское гидрометеобюро.

В ноябре 1943 г. в г. Змиеве (под Харьковом) начала работать гидрометстанция. Созданная при ней кустовая метеорологическая группа осуществляла методическое руководство 47 метеостанциями и 92 метеопостами.

Кустовая гидрометстанция в 1958 г. была объединена с Харьковским гидрометеобюро, что положило начало образованию Харьковской гидрометеорологической обсерватории (ГМО). Харьковская ГМО всегда была административным и методическим центром по проведению гидрометеорологических наблюдений и обслуживанию народного хозяйства восточных областей Украины. В Харьковской ГМО были организованы группы метеорологического, гидрологического и агрометеорологического режимов, синоптических и гидрологических прогнозов. В 1964 г. синоптическая группа и радиоаппаратная были переведены в АМСГ. В Сокольниках создана оперативная служба.

В 1947 г. была сформирована агрометеорологическая группа. Она обслуживает организации декадными бюллетенями, прогнозами, агрообзорами. Группа подготовила и издала агрометеорологический ежегодник за 1961—1963 гг., краткие агрометеорологические характеристики по шести районам, составила агрометеорологическую характеристику произрастания овощных культур, плодовых деревьев. В 1961 г. закончены исследования «Зависимость развития и урожайности кукурузы на территории Харьковской области от температуры и увлажнения». В 1949 г. на АМСГ было сделано одно из первых ароклиматических описаний аэропортов Украины (О. И. Гладун). В дальнейшем (1953—1960 гг.) выполнялись работы по изучению опасных явлений погоды (туманов, низких облаков, гроз).

Метеорологические наблюдения в последующие годы обобщались в ряде публикаций. Материалы основных метеорологических наблюдений по Харькову до 1961 г. регулярно публиковались в метеорологических ежегодниках, а в дальнейшем — в метеорологических ежемесячниках. Данные за отдельные годы обобщены по всем метеорологическим величинам и помещены в «Справочник по климату СССР», вып. 10 [68]. В 1973 г. издан «Справочник по климату СССР» по гололедно-изморозевым явлениям и обледенению проводов, в котором помещены и данные по Харькову [69].

В 1970 г. на территории города была основана сеть пунктов для наблюдения по загрязнению атмосферы.

С 1978 г. сотрудники и студенты Харьковского государственного университета занимаются изучением микроклимата города.

В последние годы в практику метеорологических наблюдений широко внедряются средства механизации и автоматизации.

### **1.3. Характеристика материала метеорологических наблюдений и методика его обработки**

При написании настоящей монографии систематизирован и обобщен весь имеющийся материал наблюдений по Харькову. Для

климатической информации, помещенной в монографии, использованы данные метеорологических станций: Харьков, обсерватория (с 1892 по 1955 г.) и Харьков, АМСГ (с 1935 по 1980 г.).

Для большинства метеорологических величин в работе приведены средние и крайние (наибольшие и наименьшие) их значения за весь период наблюдений, среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) и коэффициент вариации ( $C_v$ ).

Основная характеристика атмосферных явлений представлена двумя показателями — числом дней и продолжительностью. Среднее число дней рассчитано с точностью до десятых, а явления, наблюдавшиеся не ежегодно, — до сотых.

Характеристика радиационного и светового режима города выполнена по материалам, заимствованным из работ [57, 68].

Для характеристики температуры воздуха приведены данные обсерватории и АМСГ; для характеристики солнечного сияния, атмосферного давления, температуры почвы, облачности и атмосферных явлений — данные АМСГ.

По атмосферным осадкам, влажности воздуха и другим величинам использованы материалы «Справочника по климату СССР» [68].

Как правило, средние были получены путем непосредственного подсчета данных первичных измерений без приведения их к многолетнему периоду, в связи с чем они могут несколько отличаться от данных «Справочника по климату СССР».

Средние метеорологических величин широко используются для характеристики режима, однако они не описывают изменчивости величин. Для определения границ колебания рассматриваемых величин в монографии приводятся крайние значения величин или даты наступления явлений, сезонов и т. д.

Значения абсолютного минимума и максимума температуры воздуха и другие экстремальные характеристики для некоторых месяцев могут не совпадать с данными, приведенными в «Справочнике по климату СССР», так как в монографии использовались данные по 1980 г.

Следует отметить, что иногда годовая сумма может не совпадать с суммой за отдельные месяцы, так как последние рассчитаны по различным статистическим совокупностям. Сумма наибольших значений за все месяцы, естественно, будет превышать соответствующие данные за год. Это вызвано тем, что данные в отдельные месяцы наблюдаются в разные годы.

Если наибольшие (максимальные) или наименьшие (минимальные) значения (температуры, осадков и др.) наблюдались в ряде лет, в таблицах указывается лишь один год, ближайший по времени к моменту подготовки монографии.

Изменчивость любой величины может служить приближенным критерием для оценки возможных погрешностей в определении средних. Чем больше изменчивость величины, тем большее число лет наблюдений необходимо использовать для получения его средней с заданной точностью. При нормальном законе распре-

деления метеорологических величин их изменчивость можно представить с помощью средней и среднего квадратического отклонения. Так, в интервале  $x \pm 3\sigma$  укладывается 99 % всех встречающихся значений величины. Вычитая или прибавляя к средней  $x$  утроенное значение среднего квадратического отклонения, можно получить его минимум или максимум. В интервале  $x \pm 2\sigma$  находится 95 %, а в интервале  $x \pm \sigma$  69 % всех значений данной величины. В последнем случае условия можно считать типичными для данной местности.

По большинству метеорологических величин в работе приведены интегральные кривые и графики-изоплеты для расчета значений метеовеличин различной вероятности. Для некоторых величин их вероятностные значения представлены в таблицах. Как правило, они даны для 5, 10, 20, ..., 95 %-ной вероятности (обеспеченности) и соответствуют значениям, превышающим приведенное значение один раз в 20, 10, 5 лет и почти ежегодно. Эти данные дают представление о том, какие значения метеорологических величин или явлений преобладают и как часто они наблюдаются в отдельные месяцы.

Микроклиматические особенности города и его окрестностей составлены на основании многолетних данных «Справочника по климату СССР» [68], четырех метеорологических станций города Харькова (обсерватория, АМСГ, технологический институт, опытная станция) и метеорологической станции Казачья Лопань. Для написания этого раздела также привлекались данные за отдельные годы метеорологических станций: Харьков, обсерватория и Казачья Лопань за 1945—1955 гг. (ежедневные); Харьков, АМСГ и Казачья Лопань за 1966—1980 гг. (месячные); Харьков, обсерватория и Харьков, АМСГ за 1951—1955 гг. (ежедневные); Харьков, АМСГ и Харьков, Сокольники за 1976—1977 гг. (ежедневные). В работе широко использовались материалы микроклиматической сети, которая работала с ноября 1980 г. по июнь 1981 г. В дополнение к этим наблюдениям эпизодически проводились синхронные разрезы и маршруты микроклиматических съемок (в 1976—1980 гг.—сотрудниками ХГУ, а в 1981 г.—сотрудниками УкрНИИ и ХГУ).

Характеристики загрязнения воздушного бассейна составлены по данным наблюдений на семи стационарных постах Украинского УГКС за период 1976—1980 гг.

Для биоклиматической характеристики города были рассчитаны составляющие теплового баланса человека за 1970—1976 гг. по методике, разработанной Б. А. Айзенштамом [63].

Характеристика физико-географических особенностей и озеленения города и его окрестностей составлена в основном по литературным данным [3, 4, 60, 64, 65, 67].

В списке литературы приведены только работы, имеющие непосредственное отношение к климату города Харькова. Литература, касающаяся описания климата других городов и смежных вопросов, указана в монографии «Климат Киева».



## 2. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ

Солнечная радиация имеет огромное значение для самых разнообразных процессов и явлений, происходящих на земле и в ее атмосфере. Приход солнечной радиации к земной поверхности обуславливается в основном астрономическими факторами — высотой солнца и продолжительностью дня. Летом в районе Харькова солнце поднимается высоко над горизонтом и день довольно

Таблица 1

Высота ( $h_{\odot}$ ) и азимут ( $A_{\odot}$ ) солнца (...°) на 15-е число каждого месяца

| Месяц | 6 ч 30 мин  |             | 9 ч 30 мин  |             | 12 ч 30 мин |             | 15 ч 30 мин |             | 18 ч 30 мин |             |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|       | $h_{\odot}$ | $A_{\odot}$ | $h_{\odot}$ | $A_{\odot}$ | $h_{\odot}$ | $A_{\odot}$ | $h_{\odot}$ | $A_{\odot}$ | $h_{\odot}$ | $A_{\odot}$ |
| I     | —           | 72          | 11,0        | 38          | 18,5        | 8           | 6,0         | 47          | —           | 81          |
| II    | —           | 78          | 17,5        | 42          | 27,2        | 9           | 14,0        | 50          | —           | 85          |
| III   | 2,3         | 84          | 27,7        | 46          | 36,8        | 10          | 22,2        | 55          | —           | 92          |
| IV    | 12,5        | 90          | 39,5        | 51          | 49,0        | 12          | 31,2        | 65          | 2,5         | 102         |
| V     | 19,5        | 96          | 46,8        | 56          | 56,5        | 14          | 37,5        | 73          | 10,5        | 108         |
| VI    | 22,2        | 100         | 50,2        | 61          | 61,5        | 15          | 40,5        | 76          | 13,0        | 110         |
| VII   | 20,0        | 94          | 48,0        | 60          | 60,0        | 13          | 40,0        | 74          | 12,2        | 108         |
| VIII  | 15,0        | 93          | 42,0        | 55          | 53,5        | 12          | 35,0        | 68          | 6,7         | 103         |
| IX    | 8,2         | 87          | 34,5        | 46          | 43,0        | 10          | 25,7        | 62          | —           | 98          |
| X     | 1,2         | 76          | 24,7        | 38          | 31,0        | 9           | 14,7        | 57          | —           | 93          |
| XI    | —           | 69          | 16,0        | 33          | 21,7        | 8           | 6,2         | 52          | —           | 86          |
| XII   | —           | 68          | 10,2        | 31          | 16,0        | 8           | 2,4         | 47          | —           | 80          |

длинный, зимой — наоборот (табл. 1, рис. 1). Поэтому в различные сезоны существует большая разница в притоке солнечной радиации.

Освещение помещений, улиц, дворов прямыми солнечными лучами зависит от высоты и азимута солнца. Высота солнца, т. е. угол между направлением на солнце и горизонтальной плоскостью, определяет угол падения на нее солнечных лучей. Азимут — угол между плоскостью меридиана и вертикальной плоскостью,

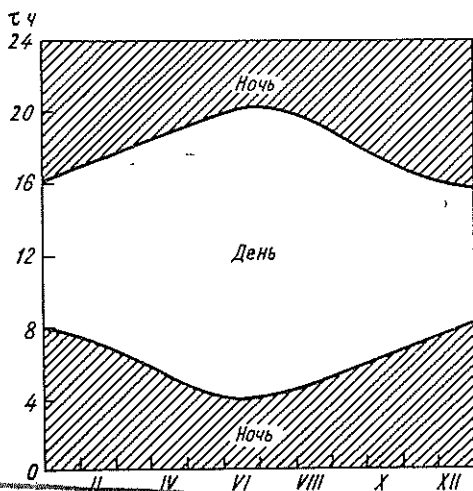


Рис. 1. Продолжительность  $\tau$  (ч) дня и ночи

проходящей через солнце,— определяет, с какой стороны падают солнечные лучи. Азимут солнца обычно отсчитывают от направления на юг. В табл. 1 помещены значения высоты ( $h_{\odot}$ ) и азимута  $A_{\odot}$  солнца, полученные для основных актинометрических сроков на 15-е число каждого месяца.

## 2.1. Продолжительность солнечного сияния

Важной характеристикой режима солнечной радиации является продолжительность солнечного сияния (ПСС). Для ее определения служит гелиограф. В качестве характеристик ПСС используются следующие показатели: возможная ППС, равная промежутку времени от восхода до захода солнца в данном пункте при безоблачном небе с учетом закрытости горизонта; фактическая и относительная ПСС. На ПСС сильно влияет облачность, из-за которой фактическая продолжительность солнечного сияния оказывается в среднем намного меньше возможной.

В Харькове наименьшие значения (28 ч) месячной суммы ПСС, или 11 % возможной, наблюдаются в декабре, что вызвано как наименьшей продолжительностью дня, так и наибольшей вероятностью пасмурного состояния неба в этом месяце (табл. 2). В январе ПСС возрастает до 52 ч (20 % возможной), а в феврале ее сумма уже более чем в два раза превышает декабрьскую. Максимум солнечного сияния зимой приходится на послеполуденные часы (12—13 ч), что вызвано суточным ходом облачности. В зимние месяцы изменчивость ПСС наибольшая, о чем свидетельствуют наибольшие в годовом ходе коэффициенты вариации ( $C_v = 0,50 \dots 0,54$ ).

Таблица 2

Продолжительность  $\tau$  (ч) солнечного сияния

| Месяц | $\tau_{\text{возм}}$ | $\tau_{\text{наблюдавшаяся}}$ |      |              |          |       |                      |      | $\frac{\tau_{\text{набл}}}{\tau_{\text{возм}}}$ % | $\frac{\tau_{\text{наиб}}}{\tau_{\text{наим}}}$ |
|-------|----------------------|-------------------------------|------|--------------|----------|-------|----------------------|------|---|---|
|       |                      | $\tau_{\text{наим}}$          | год  | $\bar{\tau}$ | $\sigma$ | $C_v$ | $\tau_{\text{наиб}}$ | год  |   |   |
| I     | 265                  | 13                            | 1952 | 52           | 28,1     | 0,54  | 105                  | 1972 | 20  | 8,1   |
| II    | 280                  | 10                            | 1973 | 70           | 34,8     | 0,50  | 179                  | 1976 | 25  | 17,9  |
| III   | 366                  | 45                            | 1978 | 116          | 40,0     | 0,34  | 215                  | 1972 | 32  | 4,8   |
| IV    | 410                  | 91                            | 1958 | 177          | 42,3     | 0,24  | 272                  | 1952 | 43  | 3,0   |
| V     | 475                  | 158                           | 1978 | 247          | 43,0     | 0,17  | 324                  | 1958 | 52  | 2,0   |
| VI    | 486                  | 188                           | 1958 | 280          | 45,9     | 0,16  | 369                  | 1975 | 58  | 2,0   |
| VII   | 490                  | 224                           | 1976 | 295          | 38,3     | 0,13  | 367                  | 1953 | 60  | 1,6   |
| VIII  | 447                  | 195                           | 1960 | 262          | 38,2     | 0,15  | 321                  | 1975 | 58  | 1,6   |
| IX    | 378                  | 127                           | 1978 | 204          | 37,4     | 0,18  | 264                  | 1964 | 54  | 2,1   |
| X     | 332                  | 52                            | 1970 | 126          | 32,2     | 0,26  | 199                  | 1958 | 38  | 3,8   |
| XI    | 272                  | 18                            | 1977 | 53           | 26,8     | 0,50  | 132                  | 1958 | 19  | 7,3   |
| XII   | 251                  | 8                             | 1974 | 28           | 15,0     | 0,54  | 56                   | 1953 | 11  | 7,0   |
| Год   | 4452                 | 1526                          | 1978 | 1910         | 169,5    | 0,09  | 2176                 | 1975 | 43  | 1,4   |

Примечание. Здесь и во всех других таблицах следует читать  $\pm \sigma$ .

Весной в связи с увеличением продолжительности дня и уменьшением облачности ПСС фактическая и относительная значительно увеличивается. В марте она составляет 116 ч (32 % возможной), в апреле 177 ч (43 % возможной), в мае 247 ч (52 % возможной).

Наибольшая сумма часов (295 ч) с солнечным сиянием и наибольший процент (60 %) от возможной приходится на июль.

Летом максимум ПСС наблюдается в 9—12 ч, а непрерывная продолжительность ее может сохраняться в течение 10—12 ч.

Осенью ПСС значительно сокращается. В сентябре число часов солнечного сияния уменьшается до 204 ч, но отношение наблюдавшегося солнечного сияния к возможному еще велико (54 %). В октябре и ноябре вследствие сокращения дня и увеличения облачности ПСС уменьшается соответственно до 126 и 53 ч.

Характеристикой относительной устойчивости радиационного режима может служить отношение между наибольшими и наименьшими значениями ПСС (табл. 2). Наибольшая относительная устойчивость ПСС отмечается с мая по сентябрь, когда указанное отношение составляет 1,6—2,1.

В зимние месяцы вследствие изменчивости облачного покрова неустойчивость радиационного режима возрастает в 3—8 раз и соотношение между наибольшими и наименьшими значениями ПСС достигает 7,0—17,9. Фактически в Харькове солнце светит в году в среднем 1910 ч. В отдельные годы в зависимости от характера синоптических процессов число часов солнечного сияния может отличаться от средней.

Так, погодные условия в 1978 г. обусловили наименьшую годовую ПСС (1526 ч), а в 1975 г.—наибольшую (2176 ч).

Городские условия оказывают определенное влияние на продолжительность солнечного сияния. Уменьшение ПСС отмечается в промышленных районах города из-за наличия пыли и дыма в атмосфере. Для районов города с застройкой высотными зданиями ПСС занижается вследствие значительной закрытости горизонта.

Необходима и такая характеристика солнечного сияния, как число дней без солнца, т. е. когда солнечное сияние не наблюдается в течение всего дня. В Харькове наибольшее число дней без солнца (13—22) отмечается зимой с максимумом (22 дня) в декабре (табл. 3). В то же время бывают зимы, когда в течение всего месяца наблюдается солнечная погода (февраль 1976 г.). Для этого времени года характерна и наибольшая изменчивость числа дней без солнца ( $\sigma = 5$ ).

Весной число дней без солнца значительно уменьшается. В марте насчитывается 10 дней без солнца, в апреле 4. С мая по сентябрь число таких дней не превышает 2. В июне—июле дней без солнца почти не бывает (1976 г.). В октябре их число увеличивается до 7, а в ноябре—до 16. В среднем за год отмечается 94 дня без солнца. В 1954 г. их было всего 72, а в 1960 г.—117 дней.

Таблица 3  
Число дней  $n$  без солнца

| Месяц | $n_{\text{наим}}$ | Год  | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|-------------------|------|-----------|----------|-------------------|------|
| I     | 4                 | 1972 | 16,4      | 4,7      | 23                | 1966 |
| II    | 2                 | 1976 | 12,7      | 5,3      | 22                | 1973 |
| III   | 2                 | 1960 | 9,6       | 4,1      | 16                | 1978 |
| IV    | 0                 | 1968 | 4,2       | 2,9      | 12                | 1958 |
| V     | 0                 | 1975 | 1,8       | 1,1      | 6                 | 1978 |
| VI    | 0                 | 1976 | 0,8       | 0,9      | 4                 | 1977 |
| VII   | 0                 | 1976 | 0,6       | 0,7      | 3                 | 1978 |
| VIII  | 0                 | 1974 | 1,3       | 1,3      | 5                 | 1973 |
| IX    | 0                 | 1967 | 2,3       | 1,9      | 7                 | 1976 |
| X     | 2                 | 1971 | 6,8       | 3,1      | 13                | 1952 |
| XI    | 6                 | 1958 | 16,0      | 4,7      | 24                | 1977 |
| XII   | 14                | 1953 | 21,6      | 3,3      | 27                | 1976 |
| Год   | 72                | 1954 | 94,1      | 12,6     | 117               | 1960 |

## 2.2. Радиационный баланс подстилающей поверхности

На земную поверхность поток солнечной радиации поступает в виде прямой  $S'$  и рассеянной  $D$  радиации, падающей от всех точек небесного свода. Сумма этих потоков представляет собой суммарную радиацию  $Q$ . Суммарная радиация, а также отраженная является коротковолновым излучением (0,3—4,0 мкм).

Суммарная радиация зависит от многих факторов (высоты солнца, продолжительности дня, прозрачности атмосферы, наличия облачности). Влияние астрономических факторов (высоты солнца и продолжительности дня) на суточный и годовой ход радиации отчетливо проявляется в условиях ясного состояния неба. В районе Харькова возможные суммы суммарной радиации (при ясном состоянии неба) в среднем составляют 6300 МДж/(м<sup>2</sup>·год).

Для суточного хода суммарной радиации при ясном состоянии неба характерна симметричность относительно полудня. Появление асимметричности вызывается наличием облачности, а также, особенно для города, значительным загрязнением воздуха пылью, продуктами выбросов заводов, выхлопными газами автотранспорта.

В годовом ходе максимум (658 МДж/м<sup>2</sup>) месячных сумм суммарной радиации при средних условиях облачности приходится на июнь (табл. 4), а минимум (71 МДж/м<sup>2</sup>) — на декабрь. В течение года характерно резкое увеличение месячных сумм суммарной радиации от февраля к марту (в среднем на 50 МДж/м<sup>2</sup>), связанное как с возрастанием высоты солнца и продолжительности дня, так и с лучшей прозрачностью атмосферы в марте, и резкое их уменьшение (на 189 МДж/м<sup>2</sup>) от сентября к октябрю.

Таблица 4

Средние месячные суммы солнечной радиации (МДж/м<sup>2</sup>) и среднее альbedo  $A_k$   
(по Н. И. Гойсе)

| Месяц | Q    | $B_k$ | $E_{эф}$ | B    | $A_k$ % |
|-------|------|-------|----------|------|---------|
| I     | 105  | 46    | 58       | —12  | 55      |
| II    | 176  | 88    | 63       | 25   | 50      |
| III   | 326  | 222   | 84       | 138  | 32      |
| IV    | 440  | 368   | 134      | 234  | 16      |
| V     | 628  | 506   | 172      | 334  | 19      |
| VI    | 658  | 532   | 180      | 352  | 19      |
| VII   | 654  | 527   | 184      | 343  | 19      |
| VIII  | 582  | 470   | 172      | 298  | 19      |
| IX    | 419  | 339   | 151      | 188  | 19      |
| X     | 230  | 184   | 109      | 75   | 19      |
| XI    | 105  | 84    | 67       | 17   | 21      |
| XII   | 71   | 46    | 54       | —8   | 34      |
| Год   | 4394 | 3412  | 1428     | 1984 | 27      |

Примечание. Q — суммарная радиация,  $B_k$  — поглощенная радиация,  $E_{эф}$  — эффективное излучение, B — радиационный баланс.

Часть спектра суммарной радиации (0,38—0,71 мкм), которую растения могут использовать в процессе фотосинтеза в течение вегетационного периода, называется фотосинтетически активной радиацией (ФАР). Максимальные значения (331 МДж/м<sup>2</sup>) ФАР для Харькова наблюдаются в июле, а минимальные (38 МДж/м<sup>2</sup>) — в декабре (табл. 5).

Таблица 5

Суммы фотосинтетически активной радиации ФАР (МДж/м<sup>2</sup>) (по Н. А. Перелет)

| Месяц | ФАР | Месяц | ФАР |
|-------|-----|-------|-----|
| I     | 54  | VII   | 331 |
| II    | 88  | VIII  | 285 |
| III   | 163 | IX    | 205 |
| IV    | 222 | X     | 117 |
| V     | 302 | XI    | 54  |
| VI    | 323 | XII   | 38  |

Одним из элементов радиационного баланса подстилающей поверхности является альbedo  $A_k$ , характеризующее отражательную способность поверхности. Альbedo определяется отношением отраженной радиации к суммарной и выражается в долях единицы или в процентах. Естественная поверхность обладает различной отражательной способностью [68]. Для открытой поверхности с естественным (травяным) покровом в районе Харькова альbedo в теплый период года мало изменяется (16—19 %) (см.

табл. 4). В холодный период со снежным покровом  $A_k$  составляет в среднем в начале зимы 20—30 %, в январе—феврале 50—55 %, а в дни со свеживыпавшим снегом возрастает до 70—80 %.

От альbedo подстилающей поверхности в значительной мере зависит радиация, поглощенная этой поверхностью. Это влияние проявляется в том, что годовая амплитуда колебаний поглощенной радиации  $B_k$  больше, чем суммарной. Годовой ход поглощенной радиации такой же, как и суммарной (табл. 4). Максимум ( $532 \text{ МДж/м}^2$ )  $B_k$  приходится на июнь, а минимум ( $46 \text{ МДж/м}^2$ ) — на декабрь—январь.

Земная поверхность, поглощая солнечную энергию, нагревается и сама становится источником теплового излучения. Разность между собственным излучением земной поверхности (излучение длинноволновой радиации поверхностью земли, соответствующее ее температуре) и встречным длинноволновым излучением атмосферы представляет собой эффективное излучение  $E_{\text{эф}}$ . Эффективное излучение является расходной частью радиационного баланса подстилающей поверхности.

Основные изменения эффективного излучения происходят из-за разности температур подстилающей поверхности и воздуха, а также из-за влияния облачности. В суточном ходе максимум  $E_{\text{эф}}$  наблюдается после полудня, а минимум — перед восходом солнца. В годовом ходе максимальные суммы ( $184 \text{ МДж/м}^2$ ) эффективного излучения отмечаются в июле, а минимальные ( $54 \text{ МДж/м}^2$ ) — в декабре (см. табл. 4).

Собственно радиационным балансом  $B$  подстилающей поверхности называют сумму всех потоков радиации на уровне деятельной поверхности. В зависимости от соотношения приходных и расходных составляющих радиационный баланс может быть положительным или отрицательным. Он определяется теми факторами, которые наиболее существенно влияют на его составляющие. Днем главной составляющей  $B$  есть суммарная радиация, поэтому определяющими факторами являются высота солнца, прозрачность атмосферы, облачность, состояние подстилающей поверхности. Ночью радиационный баланс можно представить как эффективное излучение. При этом определяющее значение приобретают температура воздуха и подстилающая поверхность, а также облачность.

Наибольшие колебания радиационного баланса наблюдаются при ясном состоянии неба. Для широты Харькова в околополюденное время интенсивность радиационного баланса при ясном состоянии неба в январе в среднем составляет  $-0,042 \text{ кВт/м}^2$ , в июне—июле  $0,544 \text{ кВт/м}^2$ . В годовом ходе радиационный баланс отрицателен в декабре—январе ( $-8-12 \text{ МДж/м}^2$ ), что обусловлено небольшой суммарной радиацией (низкая высота солнца) и большим альbedo (наличие снежного покрова). Максимальные ( $352 \text{ МДж/м}^2$ ) значения  $B$  отмечаются в июне. Радиационный баланс за год в Харькове составляет  $1984 \text{ МДж/м}^2$  (табл. 4), т. е. 45 % суммарной радиации.

### 2.3. Радиационный режим вертикальных и наклонных поверхностей

Для задач строительства и гелиоэнергетики необходимы данные о радиационном режиме вертикальных и наклонных поверхностей. Характеристики солнечной радиации на указанные выше поверхности можно определять через составляющие радиационного баланса горизонтальной поверхности, используя соответствующие расчетные методы [57]. Кроме того, для вычисления прихода прямой солнечной радиации на наклонную поверхность обычно используют формулу:

$$S_n = S \cos i,$$

где  $S_n$  — поток прямой радиации на наклонную поверхность,  $S$  — поток прямой радиации на перпендикулярную поверхность,  $i$  — угол падения солнечных лучей на наклонную поверхность, который определяется высотой солнца, углом наклона склона, азимутом солнца и азимутом проекции нормали к склону на горизонтальную плоскость, отсчитываемым от плоскости меридиана.

Приход прямой радиации на вертикальную поверхность можно рассматривать как частный случай прихода радиации на наклонную поверхность.

В табл. 6 представлены сведения о возможной продолжительности облучения солнечными лучами стен разной ориентации в течение суток для широты Харькова. Непосредственно солнечными лучами большую часть светлого времени суток облучаются южные стены зданий. Время восхода и захода солнца для города и возможное время облучения стен южной ориентации приведены в табл. 7. Данные табл. 6 и 7 получены для условий безоблачного неба. Наличие облачности уменьшает приход прямой солнечной радиации, а в пасмурные дни исключает ее поступление полностью.

Кроме облачности, на приход солнечной радиации на наклонную поверхность сильное влияние оказывает экспозиция и

Таблица 6

Возможная дневная продолжительность (ч мин) облучения солнечными лучами стен разной ориентации для  $\varphi=50^\circ$  на 15-е число каждого месяца (по З. И. Пивоваровой)

| Месяц | Ориентация стен |      |       | Месяц | Ориентация стен |      |       |
|-------|-----------------|------|-------|-------|-----------------|------|-------|
|       | С               | В, З | Ю     |       | С               | В, З | Ю     |
| I     | —               | 4,16 | 8,32  | VII   | 6,34            | 7,59 | 9,24  |
| II    | —               | 4,56 | 9,52  | VIII  | 4,10            | 7,17 | 10,24 |
| III   | —               | 5,54 | 11,48 | IX    | 1,04            | 6,21 | 11,38 |
| IV    | 2,48            | 6,51 | 10,54 | X     | —               | 5,26 | 10,52 |
| V     | 5,34            | 7,41 | 9,48  | XI    | —               | 4,32 | 9,04  |
| VI    | 7,20            | 8,10 | 9,00  | XII   | —               | 4,04 | 8,08  |

Таблица 7

Время восхода (захода) солнца и время начала (конца) облучения прямой солнечной радиацией (ч мин) на 15-е число каждого месяца южных (северных) стен для  $\varphi=50^\circ$  (по З. И. Пивоваровой)

| Месяц | Восход | Начало | Конец | Заход |
|-------|--------|--------|-------|-------|
| I     | 7,44   | —      | —     | 16,16 |
| II    | 7,04   | —      | —     | 16,56 |
| III   | 6,06   | —      | —     | 17,54 |
| IV    | 5,09   | 6,33   | 17,27 | 18,51 |
| V     | 4,19   | 7,06   | 16,54 | 19,41 |
| VI    | 3,50   | 7,30   | 16,30 | 20,10 |
| VII   | 4,01   | 7,18   | 16,42 | 19,59 |
| VIII  | 4,43   | 6,48   | 17,12 | 19,17 |
| IX    | 5,39   | 6,11   | 17,49 | 18,21 |
| X     | 6,34   | —      | —     | 17,26 |
| XI    | 7,28   | —      | —     | 16,32 |
| XII   | 7,56   | —      | —     | 16,04 |

Примечание. Зимой время начала и конца облучения солнечной радиацией южных стен совпадает с восходом и заходом солнца. Летом время начала облучения солнечной радиацией южных стен совпадает с концом облучения северных стен, и наоборот. Время указано истинное солнечное.

крутизна склонов (табл. 8). На северные склоны в течение года поступает значительно меньше радиации, чем на горизонтальную поверхность, причем увеличение крутизны склонов еще больше ослабляет ее приход. Южные склоны во все месяцы года получают прямой радиации больше, чем горизонтальная поверхность. При этом с увеличением крутизны ( $20^\circ$ ) склонов увеличивается

Таблица 8

Прямая солнечная радиация (МДж/м<sup>2</sup>) на склонах разной ориентации

| Месяц | Угол наклона, ... ° |     |     |                  |     |     |
|-------|---------------------|-----|-----|------------------|-----|-----|
|       | 5                   | 10  | 20  | 5                | 10  | 20  |
|       | Северная ориентация |     |     | Южная ориентация |     |     |
| I     | 17                  | 10  | —   | 32               | 39  | 55  |
| II    | 44                  | 32  | 11  | 64               | 75  | 92  |
| III   | 114                 | 98  | 62  | 146              | 159 | 182 |
| IV    | 179                 | 166 | 131 | 205              | 214 | 230 |
| V     | 285                 | 270 | 238 | 306              | 309 | 321 |
| VI    | 349                 | 335 | 303 | 360              | 360 | 363 |
| VII   | 337                 | 320 | 298 | 351              | 351 | 351 |
| VIII  | 285                 | 267 | 223 | 309              | 318 | 336 |
| IX    | 187                 | 164 | 119 | 223              | 234 | 264 |
| X     | 89                  | 71  | 34  | 121              | 139 | 162 |
| XI    | 19                  | 12  | 2   | 32               | 37  | 49  |
| XII   | 11                  | 5   | —   | 23               | 27  | 39  |



и поступающая прямая радиация. Склоны восточной и западной экспозиций получают примерно такое же количество радиации, как и горизонтальная поверхность.

Приход солнечной радиации на вертикальную поверхность зависит от астрономических факторов, ориентации стен относительно стран света, от прозрачности атмосферы и облачности. В табл. 9 приведены суммы прямой и суммарной радиации на вертикальную поверхность разных ориентаций, которые рассчитаны согласно [57].

Таблица 9

Прямая и суммарная радиация (МДж/м<sup>2</sup>) на вертикальную поверхность разной ориентации

| Месяц | Ориентация поверхности |     |     |     |     |                    |     |     |     |     |
|-------|------------------------|-----|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|-----|
|       | С                      | СВ  | В   | ЮВ  | Ю   | С                  | СВ  | В   | ЮВ  | Ю   |
|       | Прямая радиация        |     |     |     |     | Суммарная радиация |     |     |     |     |
| I     | —                      | —   | 17  | 58  | 88  | 40                 | 40  | 48  | 75  | 97  |
| II    | —                      | 3   | 29  | 84  | 119 | 45                 | 50  | 86  | 101 | 128 |
| III   | —                      | 17  | 68  | 130 | 169 | 74                 | 95  | 157 | 238 | 267 |
| IV    | 4                      | 39  | 102 | 145 | 141 | 103                | 152 | 233 | 287 | 282 |
| V     | 18                     | 77  | 143 | 157 | 131 | 154                | 209 | 296 | 320 | 290 |
| VI    | 36                     | 100 | 164 | 160 | 121 | 165                | 230 | 309 | 316 | 263 |
| VII   | 28                     | 93  | 162 | 169 | 131 | 169                | 236 | 324 | 338 | 290 |
| VIII  | 9                      | 68  | 146 | 184 | 178 | 125                | 196 | 286 | 345 | 327 |
| IX    | —                      | 33  | 115 | 176 | 205 | 77                 | 118 | 219 | 300 | 333 |
| X     | —                      | 9   | 65  | 142 | 184 | 52                 | 61  | 122 | 165 | 251 |
| XI    | —                      | 8   | 16  | 50  | 73  | 38                 | 45  | 51  | 96  | 108 |
| XII   | —                      | —   | 12  | 49  | 70  | 39                 | 39  | 43  | 71  | 88  |

В Харькове в течение всего года прямая солнечная радиация поступает на стены южной, восточной и западной ориентаций. Северные стены облучаются радиацией только с апреля по август и получают минимальные суммы радиации. Максимальные значения радиации отмечаются на вертикальных поверхностях, ориентированных на юг. Причем в холодный период года максимальные суммы радиации наблюдаются на южных стенах, а в период с апреля по август — на юго-восточных. Сумма радиации на вертикальную поверхность западной ориентации близка сумме радиации восточной стены. Годовой ход суммарной радиации на вертикальную поверхность разной ориентации аналогичен годовому ходу прямой радиации.

#### 2.4. Естественная освещенность

Основной характеристикой светового режима территории является освещенность  $E$  горизонтальной поверхности. Естественная освещенность представляет собой плотность светового потока, отнесенную к единице поверхности. Ее величина пропорциональна

соответствующей плотности потока коротковолновой солнечной радиации (прямой, рассеянной или суммарной). Поэтому освещенность зависит от высоты солнца, прозрачности атмосферы, облачности и альbedo подстилающей поверхности. В больших промышленных городах, к которым относится Харьков, на освещенность оказывают влияние запыленность и задымленность воздуха. При определенных метеорологических условиях загрязнение атмосферы уменьшает освещенность.

Естественная суммарная освещенность  $E_Q$  складывается из прямой освещенности  $E_S$ , создаваемой прямыми солнечными лучами, и рассеянной  $E_D$ , поступающей от небесного свода и отраженной от земной поверхности. За единицу освещенности принят люкс (лк).

В настоящее время инструментальные наблюдения над освещенностью почти не проводятся и сведения о естественной освещенности можно получить по материалам актинометрических наблюдений, используя световой эквивалент радиации. Вопросы, связанные с методами наблюдений и расчета освещенности, рассматриваются в [68].

Годовой ход суммарной освещенности аналогичен суммарной радиации с выраженным максимумом ( $108 \cdot 10^7$  лк) в июне—июле (табл. 10). В мае—июле велика роль и рассеянной освещенности. Ее доля в суммарной  $E_Q$  составляет 49—52%. В эти месяцы часто наблюдается кучевая облачность, способствующая рассеянию солнечных лучей, поэтому освещенность возрастает не только за счет прямых солнечных лучей, но и за счет света, рассеянного облаками. Из-за короткой продолжительности светового дня и преобладания пасмурного состояния неба зимой освещенность минимальна ( $9—25 \cdot 10^7$  лк) и осуществляется в основном за счет рассеянной.

Таблица 10

Суммы суммарной  $E_Q$  и рассеянной  $E_D$  освещенности ( $10^7$  лк)  
(по О. Д. Бартеневой, Е. А. Поляковой и др.)

| Месяц | $E_Q$ | $E_D$ | Месяц | $E_Q$ | $E_D$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| I     | 16    | 12    | VII   | 108   | 53    |
| II    | 25    | 20    | VIII  | 90    | 40    |
| III   | 45    | 28    | IX    | 63    | 31    |
| IV    | 63    | 36    | X     | 31    | 19    |
| V     | 96    | 50    | XI    | 15    | 10    |
| VI    | 108   | 52    | XII   | 9     | 7     |

### 3. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Циркуляция атмосферы является одним из основных климатообразующих факторов. Перенос и трансформация воздушных масс совместно с радиационными и местными условиями формируют особенности годового и суточного хода основных метеорологических величин. Циркуляционные процессы обуславливают наиболее существенные непериодические изменения погоды и, как правило, они перекрывают влияние радиационных и местных факторов.

Значительная удаленность города от морей обуславливает умеренно-континентальный климат (продолжительную, но несуровую зиму с оттепелями и умеренно теплое, иногда жаркое лето). Район Харькова, как и центральные части Украины, относится к умеренному климатическому поясу области атлантико-континентального влияния с умеренным увлажнением.

Равнинный характер территории способствует распространению воздушных масс с Атлантики, Средиземного и Черного морей, и в тоже время не препятствует вторжениям континентальных воздушных масс. Это особенно существенно в холодный период года, когда на Украину распространяются западные отроги континентального антициклона с низкой температурой воздуха и без существенных осадков. В тех случаях, когда с запада или юго-запада к периферии континентального антициклона приближается циклон, активизируются атмосферные фронты, наблюдается частая смена погоды с осадками, чередование морозов и оттепелей с сопутствующими опасными явлениями погоды.

Основными центрами действия атмосферы над северо-востоком Украины являются [22, 61]:

- сибирский зимний антициклон, отроги которого распространяются на запад и юго-запад;
- исландская барическая депрессия, усиливающаяся зимой и ослабевающая летом;
- арктический антициклон;
- средиземноморская депрессия, в которой развиваются циклоны, смещающиеся на Украину с юго-запада;
- азорский антициклон, ядра и гребни которого активны летом.

Взаимодействие этих центров действия атмосферы обуславливает адвекцию воздушных масс и их трансформацию под влиянием географических условий. Процесс адвекции особенно активен в холодную часть года, процесс трансформации преобладает летом. Циркуляционные факторы климата существенное влияние имеют зимой в связи с ослаблением притока солнечной радиации и активизацией циклонической деятельности. В рассматриваемом районе в конце лета и начале осени преобладает западный тип циркуляции.

Зима начинается при поступлении арктического воздуха в тылу циклонов, смещающихся к востоку, или при распространении с востока отрогов континентального антициклона.

Циклоническая деятельность ослабевает в конце весны и начале осени (табл. 11). С антициклонической циркуляцией связана значительная повторяемость сухих континентальных воздушных масс: зимой — холодных, летом — теплых (X).

Таблица 11

Число циклонов и антициклонов на северо-востоке Украины (по данным Гидрометцентра СССР)

| Барическая система | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII |
|--------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|
| Циклоны            | 65 | 45 | 48  | 38 | 61 | 53 | 65  | 47   | 35 | 47 | 42 | 49  |
| Антициклоны        | 38 | 50 | 35  | 52 | 49 | 44 | 48  | 56   | 41 | 34 | 45 | 15  |

Зимой часто наблюдаются выносы теплого и влажного воздуха с юго-запада, впереди циклонов. Весной активизируются отроги и ядра азорского антициклона, усиливается действие радиационных факторов, что обуславливает частую повторяемость солнечной сухой погоды. На конец зимы и раннюю весну приходится и наибольшая частота выхода на Украину южных и юго-западных циклонов, которые обуславливают возникновение ряда опасных явлений погоды — ветра, гололеда, тумана, метели. Эти явления часто наблюдаются при росте атмосферного давления в Сибири, что приводит к блокированию движения циклонов к востоку.

Лето характеризуется ослаблением адвекции и усилением роли радиационных и местных факторов климата. Активность ядер азорского антициклона обуславливает устойчивость сухой и теплой погоды, иногда с засухой и суховеями. Нарушение летней циркуляции наступает в начале сентября.

Осенью разрушаются отроги азорского антициклона и все чаще с востока распространяются отроги сибирского антициклона. Циклоническая деятельность выражается в движении циклонов с северо-запада, запада и юго-запада. Юго-западные циклоны смещаются на Украину со Средиземного моря и низовий Дуная, что сопровождается выносами теплого и влажного воздуха, иногда обладающим свойствами тропического. Западные циклоны приносят влажный воздух умеренных широт с Атлантики; северо-западные (ныряющие) циклоны приходят со Скандинавии и Балтики; эпизодически наблюдаются северные (с Баренцева моря) и южные (с Черного моря) циклоны.

Основным элементом структуры атмосферы в переходное и зимнее время года, вызывающим активность циклонической деятельности, является холодная высотная барическая ложбина, ориентированная своей осью с севера на Украину [61]. Именно

под ее передней восточной частью юго-западные циклоны выходят к северо-востоку, с ее тыловой западной частью связаны северо-западные циклоны. В этой ложбине располагаются атмосферные фронты, проходящие через Украину и обуславливающие существенные изменения погоды.

Циклоническая деятельность обуславливает основной перенос воздушных масс. Из района Исландии поступает морской умеренный воздух, приносящий зимой потепление, а летом похолодание. Зимние оттепели обусловлены распространением с юга морского умеренного воздуха, иногда даже бывшего тропического воздуха, поступающего с юго-запада или юга. Арктический воздух чаще проникает на северо-восток Украины летом, чем зимой. Осенью усиливается западный перенос.

Частая повторяемость антициклонических ситуаций и трансформация воздушных масс, происходящая на месте при интенсивном прогреве территории, формирует континентальный умеренный воздух. Условия для трансформации складываются летом в отрогах азорского антициклона. Зимой сильное ночное радиационное выхолаживание территории обусловлено в основном прояснением в отрогах сибирского антициклона.

Совместное действие всех факторов климата в районе Харькова зимой формирует основные типы погоды, связанные с влиянием антициклона с востока, выносами морского умеренного воздуха с Атлантики в теплых секторах циклонов, затоком арктического воздуха с сильными морозами в тыловых ядрах антициклонов высокого давления, резким потеплением при выносах теплого и влажного средиземноморского воздуха с Черного моря.

Летом наблюдаются основные типы погоды, обусловленные трансформацией воздушной массы в континентальный умеренный воздух, трансформацией континентального умеренного воздуха в квазитропический (когда жара достигает  $36-39^{\circ}\text{C}$ ), выносами морского умеренного воздуха, приносящего пасмурную погоду с осадками.

Нарушение в умеренных широтах господствующего западного переноса обычно сопровождается рядом опасных явлений погоды.

Опасные и особо опасные явления погоды в Харьковской области, как правило, связаны с блокированием циклонов в результате усиления западного или юго-западного отрога сибирского антициклона. Среди синоптических ситуаций, обуславливающих особо опасные явления погоды, ведущее место занимает блокирование юго-западных циклонов и движение активных меридиональных холодных фронтов с запада.

Особо опасные ситуации возникают здесь в среднем 5—6 раз в год, в том числе: дожди — 2 раза, град — 1 раз, снегопад, метель, ветер, гололед, пыльная буря по 1 разу в два-три года.

В последнее десятилетие наиболее катастрофическими были буран в январе 1970 г. и смерч в июле 1974 г.

Буран возник в результате макромасштабного нарушения западного переноса при движении антициклона с северо-запада на

Украину по Нордкапской оси (рис. 2). Этот антициклон усилил западную периферию сибирского антициклона при одновременном мощном выносе теплого и влажного воздуха впереди юго-западного циклона. В процессе антициклонического преобразования высотного деформационного поля на границе между мощными и высокими барическими системами возникла малоподвижная, устойчивая, исключительно активная фронтальная зона, расположенная широтно над севером Украины.

Активность фронтальной зоны привела к регенерации циклона на арктическом фронте. Это послужило причиной возникновения

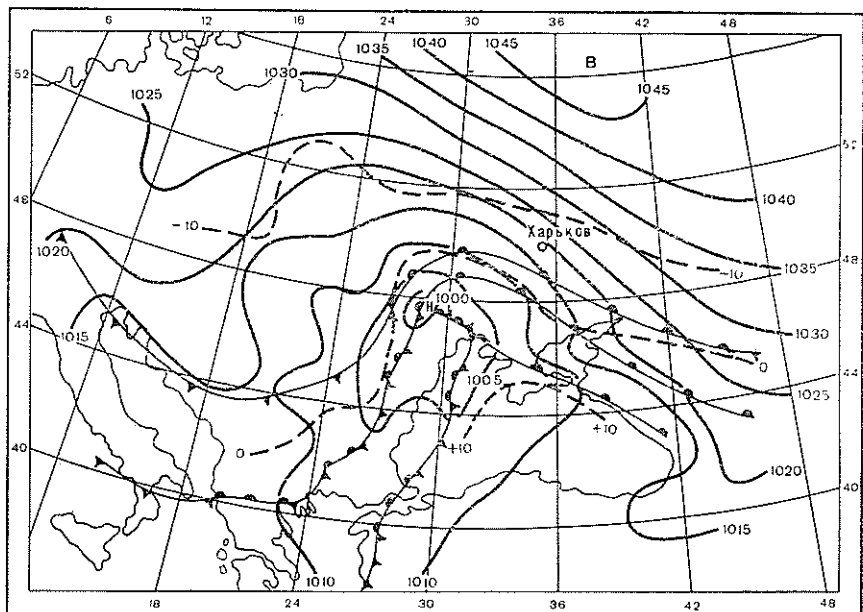


Рис. 2. Карта погоды. 9 ч 18 января 1970 г.

бурана, который на несколько дней нарушил транспортное движение на значительной части территории северо-востока Украины. Вдоль фронтальной зоны на площади длиной до 1500 км и шириной 200—300 км за дни бурана выпало около 30—40 млрд. т. воды; месячная сумма осадков в ряде пунктов в 3—5 раз превысила норму.

Активная меридиональность процессов может сопровождаться шквалами и смерчами. Так, 1 июля 1974 г. во второй половине дня на границе Харьковской и Днепропетровской областей возник мощный очаг кучево-дождевых облаков с грозами и шквалами, который быстро перемещался на северо-северо-восток, на Харьков—Белгород—Щигры, проделав за 6 ч путь в 300—350 км. Штормовая погода, охватившая зону шириной 2—3 км, пронеслась через центр города и произвела значительные разруше-

ния. Скорость южного ветра во время шторма превысила 30 м/с. Шквалы в городе продолжались 40—45 мин; было поломано около 50 тысяч деревьев, сорвано множество крыш и т. п. Затем буря сместилась на север.

Атмосферный процесс, вызвавший возникновение шквалов, характеризовался выходом с Балканского полуострова на Украину активного циклона на холодной ветви расположенного меридионально арктического фронта (рис. 3). В теплом секторе

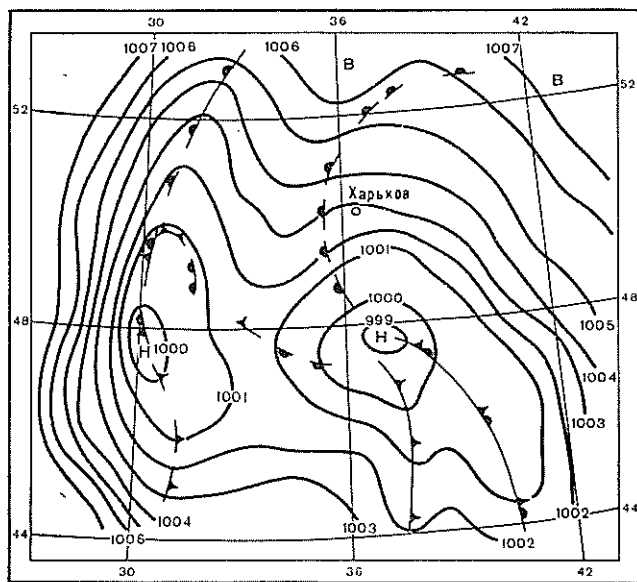


Рис. 3. Карта погоды. 18 ч 1 июля 1974 г.

этого циклона находился фронт окклюзии, связанный с полярно-фронтальным циклоном. У поверхности земли температура воздуха местами была до 32°C, удельная влажность достигала 13 г/кг. Шквалы и смерчоподобные вихри возникли на границе между мезоантициклоном и мезоциклоном диаметром 50—80 км, где горизонтальный контраст температуры составлял 6—7°C/50 км. По данным радиолокатора, верхняя граница кучево-дождевых облаков достигала 13 км. Шквалы и смерчи перемещались к северо-северо-востоку со скоростью 35—40 км/ч и более по восточной периферии вытянутой меридионально зоны интенсивных ливней.

### 3.1. Атмосферное давление

Атмосферное давление — это давление, производимое атмосферой на находящиеся в ней предметы и на земную поверхность [71]. Атмосферное давление распределяется неравномерно, причем оно

все время меняется. От распределения давления и его динамики зависит перемещение различных барических образований у земной поверхности (циклонов, антициклонов, гребней, ложбин), определяющих погоду.

При антициклонах обычно наблюдается малооблачная погода с хорошо выраженным, особенно летом, суточным ходом метеорологических величин. С циклонами связано ухудшение погоды: увеличение облачности, усиление ветра и его изменение, резкие колебания температуры и влажности воздуха, выпадение осадков на атмосферных фронтах и т. д.

Атмосферное давление измеряется с помощью ртутного барометра, установленного на метеорологической станции в Харькове на высоте 140,4 м над уровнем моря.

Нормальное атмосферное давление равно 1013 гПа. Давление воздуха с высотой уменьшается, поэтому следует учитывать высоту местности над уровнем моря. Разность высот в черте города колеблется в небольших пределах (50—60 м), поэтому значительных изменений средних значений на территории города не наблюдается.

Разность средних месячных значений давления на метеорологической станции и на уровне моря в среднем составляет 16—18 гПа.

Годовой ход давления обусловлен сильным выхолаживанием земной поверхности и нижнего слоя тропосферы зимой и нагревом летом.

Наибольшие значения давления приходятся на холодный период года с максимумом (1004,2 гПа) в ноябре, а наименьшие — на теплый с минимумом (994,9 гПа) в июле (табл. 12). Таким образом, в среднем амплитуда равна 9,3 гПа.

Таблица 12

Атмосферное давление (гПа) на уровне станции  $p$  и на уровне моря  $p^*$

| Месяц | $\bar{p}_{\text{наим}}$ | $\bar{p}$ | $\bar{p}_{\text{наиб}}$ | $p_{\text{мин}}$ | Год  | $p_{\text{макс}}$ | Год  | $p^*$  |
|-------|-------------------------|-----------|-------------------------|------------------|------|-------------------|------|--------|
| I     | 992,7                   | 1003,4    | 1011,4                  | 966,7            | 1912 | 1034,7            | 1905 | 1021,4 |
| II    | 992,3                   | 1002,6    | 1011,0                  | 961,8            | 1896 | 1034,8            | 1898 | 1020,6 |
| III   | 990,7                   | 1000,5    | 1009,0                  | 966,6            | 1895 | 1030,0            | 1898 | 1018,2 |
| IV    | 994,2                   | 998,9     | 1006,3                  | 971,1            | 1912 | 1027,5            | 1901 | 1015,9 |
| V     | 994,1                   | 998,9     | 1002,9                  | 971,1            | 1912 | 1019,0            | 1893 | 1015,4 |
| VI    | 990,1                   | 995,7     | 1000,3                  | 974,9            | 1899 | 1011,1            | 1895 | 1011,9 |
| VII   | 990,9                   | 994,9     | 998,7                   | 977,3            | 1901 | 1012,3            | 1904 | 1011,0 |
| VIII  | 993,3                   | 997,0     | 1002,1                  | 979,9            | 1894 | 1011,7            | 1900 | 1013,3 |
| IX    | 996,7                   | 1001,0    | 1006,9                  | 974,1            | 1905 | 1018,8            | 1904 | 1017,6 |
| X     | 996,9                   | 1003,4    | 1010,3                  | 974,1            | 1894 | 1027,4            | 1908 | 1020,4 |
| XI    | 994,7                   | 1004,2    | 1014,5                  | 974,2            | 1904 | 1027,9            | 1896 | 1021,8 |
| XII   | 993,8                   | 1003,1    | 1014,1                  | 965,7            | 1892 | 1035,5            | 1899 | 1021,0 |
| Год   | 998,4                   | 1000,3    | 1003,8                  | 961,8            | 1896 | 1035,5            | 1899 | 1017,4 |



В отдельные годы среднее месячное давление может существенно отличаться от среднего многолетнего. Зимой давление изменяется в более широких пределах, чем летом. В зимние месяцы амплитуда колебаний (18,7—20,3 гПа) в два раза больше, чем в летние (7,8—10,2 гПа).

Пределы колебаний давления в отдельные сроки видны по абсолютным максимумам и абсолютным минимумам. В центральной части города (Харьков, обсерватория) наиболее высокое давление (1035,5 гПа) наблюдалось в декабре 1899 г., а наиболее низкое (961,8 гПа)—в феврале 1896 г. На южной его окраине (Харьков, АМСГ) соответственно 1033,2 гПа в феврале 1972 г., и 956,3 гПа в феврале 1946 г.

Среднее давление за год в Харькове на высоте метеорологической станции и на уровне моря равно соответственно 1000,3 и 1017,4 гПа. Среднее давление за год устойчиво и из года в год изменяется незначительно. Разность между крайними его значениями составляет 5,4 гПа.

Изменения давления имеют определенные закономерности не только в годовом ходе, но и в суточном. В суточном ходе давления обнаруживаются два максимума и два минимума (рис. 4). Утренний максимум давления, связанный с развитием

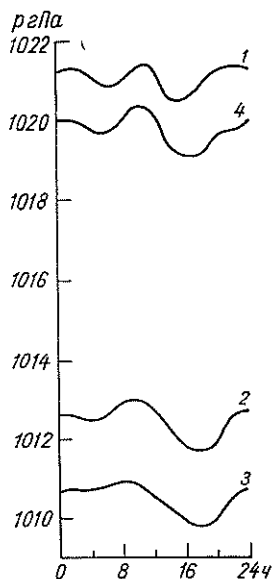


Рис. 4. Суточный ход атмосферного давления  $p$  (гПа) на уровне моря.

1 — январь, 2 — апрель, 3 — июль, 4 — октябрь.

конвекции, является основным. Зимой он отмечается в 9—12 ч, летом в 7—9 ч. Вторичный максимум, менее четкий, наблюдается зимой в предутренние часы (6—7 ч), а летом — в 23 ч.

Послеполуденный минимум давления — основной, он связан с дневным прогревом воздуха и развитием облачности. Этот минимум выражен летом в 17—19 ч, зимой в 14—16 ч, вторичный минимум — зимой в предутренние часы (6—7 ч), летом — в 3—5 ч.

Колебание давления в течение одних суток (суточная амплитуда) в среднем невелико. Однако суточные изменения давления в зависимости от интенсивности циркуляции атмосферы могут в несколько раз перекрываться более значительными неперiodическими колебаниями. В отдельные сутки при прохождении фронта или глубокого циклона давление может измениться на 25—30 гПа и настолько же повыситься в тыловой части циклона или при распространении антициклона.

Зимой суточные изменения давления больше, чем летом. Так, средняя междусуточная изменчивость давления в январе более

чем в два раза превышает ее в июле (табл. 13). Резкие колебания давления за короткие промежутки времени неблагоприятно сказываются на состоянии человека.

Таблица 13

| Средняя междусуточная изменчивость давления (гПа) |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|
| Месяц . . . . .                                   | I   | IV  | VII | X   |
| $\Delta p$ гПа . . . . .                          | 5,6 | 4,2 | 2,6 | 4,8 |

### 3.2. Ветер

Ветер — это горизонтальное движение воздуха относительно земной поверхности, обусловленное нарушением равновесия атмосферы. Он является одной из основных метеорологических величин, оказывающей значительное влияние на жизнь и деятельность человека. Хорошо известна положительная роль ветра, он очищает атмосферу городов от пыли, промышленных загрязнений, уменьшает летний зной. Ветер является также одним из источников энергетических ресурсов. Но нередко он наносит ущерб различным отраслям народного хозяйства. Сильный ветер выдувает посевы, разрушает постройки, повреждает провода линии связи и электропередачи, сдувает верхний плодородный слой почвы и переносит его на большие расстояния.

Ветер характеризуется направлением и скоростью, которые определяются особенностями барического рельефа и значением барического градиента. На режим ветра оказывают влияние физико-географические условия района.

Особенности атмосферной циркуляции в Харькове в холодный период года обуславливают преобладание (30—40 %) восточного и юго-восточного направления ветра (табл. 14, рис. 5). Это

Таблица 14

Повторяемость (%) направления ветра и штилей

| Месяц | С  | СВ | В  | ЮВ | Ю  | ЮЗ | З  | СЗ | Штиль |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| I     | 8  | 11 | 15 | 15 | 8  | 12 | 13 | 10 | 8     |
| II    | 8  | 11 | 15 | 17 | 8  | 11 | 12 | 10 | 8     |
| III   | 9  | 11 | 15 | 15 | 10 | 10 | 11 | 11 | 8     |
| IV    | 10 | 12 | 16 | 17 | 8  | 7  | 9  | 10 | 11    |
| V     | 12 | 13 | 13 | 12 | 7  | 10 | 8  | 12 | 13    |
| VI    | 12 | 14 | 9  | 10 | 6  | 9  | 9  | 15 | 16    |
| VII   | 13 | 11 | 9  | 7  | 4  | 8  | 11 | 19 | 18    |
| VIII  | 12 | 11 | 10 | 9  | 6  | 6  | 11 | 15 | 20    |
| IX    | 11 | 7  | 9  | 8  | 8  | 9  | 13 | 14 | 21    |
| X     | 8  | 10 | 13 | 11 | 6  | 10 | 14 | 13 | 15    |
| XI    | 7  | 9  | 22 | 17 | 8  | 10 | 9  | 9  | 9     |
| XII   | 6  | 10 | 17 | 18 | 9  | 12 | 10 | 8  | 10    |
| Год   | 10 | 11 | 13 | 13 | 7  | 10 | 11 | 12 | 13    |

объясняется влиянием отрога сибирского антициклона, которое проявляется на Украине с октября по май. По периферии антициклона с восточным и юго-восточным потоками перемещаются массы выхолаженного над Евразийским континентом воздуха.

Летом на территории Украины сказывается влияние отрога азорского антициклона, в связи с чем устанавливается западный и северо-западный, а на восточной периферии северный поток морского воздуха умеренных широт. Поэтому во все летние месяцы часто наблюдается ветер такого направления. Преобладание в летний сезон размытых барических полей обуславливает значительную повторяемость штилей.

Город оказывает существенное влияние на формирование режима ветра. Наличие в городе поверхностей с повышенной шеро-

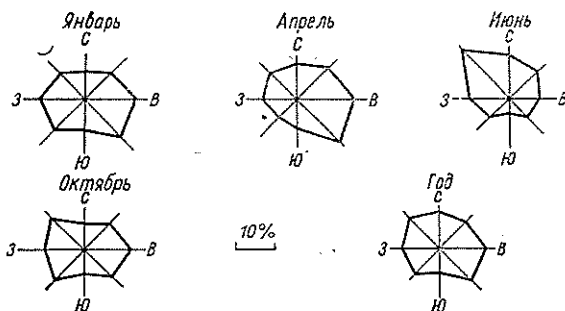


Рис. 5. Повторяемость (%) направления ветра.

ховатостью (высоких зданий, парков, скверов, бульваров) приводит к постоянному возникновению местных усилений и ослаблений ветра. Скорость ветра в городе почти в полтора раза меньше, чем за городом, где защищенность станции меньше.

Годовой ход скорости ветра непосредственно связан с характером и интенсивностью атмосферной циркуляции, а также физико-географическим положением станции и степенью защищенности флюгера. В холодный период года благодаря усилению циклонической деятельности скорость ветра больше, чем в теплый период. Наибольшая скорость ветра (5,8 м/с) отмечается в феврале, близкие к ней значения (5,6—5,7 м/с) бывают в декабре, марте (табл. 15). В отдельные годы скорость ветра в холодный период колеблется от 3,0 (ноябрь 1964 г.) до 9,4 м/с (ноябрь 1952 г.). Наименьшая скорость (3,6—3,7 м/с) наблюдается в августе—сентябре. От года к году в летние месяцы скорость ветра изменяется от 2,1 м/с в июле 1936 г., августе 1964 г. до 5,2 м/с в июне 1947 г.

Средняя скорость ветра за год равна 4,8 м/с и колеблется в сравнительно небольших пределах от 3,2 (1964 г.) до 5,7 м/с (1951 г.).

Изменчивость ( $\sigma$ ) средней месячной скорости ветра в теплый период менее 1 м/с, в холодный более 1 м/с и только в ноябре  $\sigma$  равно 2 м/с.

Таблица 15  
Скорость ветра  $\bar{v}$  (м/с)

| Месяц | $\bar{v}_{\text{наим}}$ | Год  | $\bar{v}$ | $\sigma$ | $\bar{v}_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|-------------------------|------|-----------|----------|-------------------------|------|
| I     | 3,8                     | 1964 | 5,5       | 1,1      | 8,2                     | 1951 |
| II    | 3,6                     | 1964 | 5,8       | 1,3      | 8,8                     | 1951 |
| III   | 3,4                     | 1964 | 5,7       | 1,0      | 7,6                     | 1954 |
| IV    | 3,2                     | 1964 | 5,2       | 1,0      | 7,2                     | 1953 |
| V     | 2,8                     | 1964 | 4,8       | 0,9      | 6,9                     | 1945 |
| VI    | 2,6                     | 1936 | 4,4       | 0,8      | 5,6                     | 1949 |
| VII   | 2,1                     | 1936 | 3,9       | 0,8      | 5,2                     | 1947 |
| VIII  | 2,1                     | 1964 | 3,6       | 0,7      | 5,0                     | 1951 |
| IX    | 2,4                     | 1951 | 3,7       | 0,8      | 5,3                     | 1938 |
| X     | 2,5                     | 1963 | 4,4       | 0,9      | 7,0                     | 1946 |
| XI    | 3,0                     | 1964 | 5,4       | 2,0      | 9,4                     | 1952 |
| XII   | 3,5                     | 1963 | 5,6       | 1,1      | 7,7                     | 1944 |
| Год   | 3,2                     | 1964 | 4,8       | 1,0      | 5,7                     | 1951 |

Данные о повторяемости различных скоростей ветра по месяцам представлены в табл. 16. Наиболее часто (38—45 %) в течение года наблюдается ветер скоростью 2—5 м/с. Ветер скоростью 10 м/с и более с ноября по апрель бывает в 13—16 %, а с мая по октябрь — в 5—10 %. Сильный ветер (более 15 м/с) возникает еще реже. С октября по апрель он отмечается в 3—4 %, а с мая по сентябрь — в 1—2 %.

Ущерб, причиняемый ветром, в значительной степени зависит от его продолжительности и усугубляется обычно другими опасными для народного хозяйства явлениями погоды, такими, как метели, пыльные бури, ливни и др.

Продолжительность ветра с большими скоростями в теплый период года обычно меньше, чем в холодный. При ливнях и грозах наблюдается резкое шквалистое, но кратковременное усиление ветра.

По ежечасным наблюдениям определена средняя (из числа случаев) и максимальная непрерывная продолжительность различных скоростей ветра (табл. 17).

Суточный ход скорости ветра отчетливо выражен при хорошей, ясной, установившейся погоде. Причиной его является суточное изменение интенсивности турбулентного перемешивания. В ночные часы в нижних слоях атмосферы часто наблюдается инверсия. Конвекция отсутствует и турбулентное перемешивание очень ослаблено. С восходом солнца происходит развитие термической конвекции, усиливается турбулентный обмен между слоями атмосферы и в результате сверху вниз приходит воздух движущийся с большими скоростями. Суточный ход скорости ветра прослеживается в течение всего года (табл. 18). Но особенно хорошо он выражен в теплый период. Амплитуда суточного изменения средних скоростей ветра летом достигает 3 м/с, уменьшаясь до 0,4—0,8 м/с зимой, при годовом значении 2 м/с.

Таблица 16

## Повторяемость (%) скорости ветра по градациям

| 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 | 21-24 | 25-28 | 29-34 | 35-40 |
| I     | 14,0                | 19,6 | 21,5 | 18,3 | 11,9 | 5,8   | 4,8   | 1,6   | 1,8   | 0,7   | —     | —     | —     | —     |
| II    | 12,9                | 18,3 | 20,4 | 19,4 | 12,9 | 5,2   | 5,7   | 1,7   | 3,0   | 0,5   | —     | —     | —     | —     |
| III   | 13,6                | 17,8 | 20,7 | 18,9 | 13,0 | 5,3   | 5,3   | 2,1   | 2,7   | 0,6   | 0,04  | —     | —     | —     |
| IV    | 17,2                | 20,3 | 21,8 | 16,3 | 10,9 | 4,7   | 3,8   | 1,5   | 2,3   | 1,0   | —     | 0,1   | 0,1   | 0,04  |
| V     | 21,1                | 20,1 | 20,7 | 16,8 | 10,5 | 3,5   | 3,2   | 1,8   | 1,7   | 0,6   | —     | —     | —     | —     |
| VI    | 25,3                | 22,0 | 22,1 | 14,7 | 7,7  | 3,9   | 1,6   | 1,1   | 1,3   | 0,3   | 0,04  | —     | —     | —     |
| VII   | 26,6                | 22,1 | 23,0 | 14,2 | 8,5  | 2,4   | 1,3   | 0,6   | 1,1   | 0,2   | —     | —     | —     | —     |
| VIII  | 31,3                | 23,6 | 19,5 | 13,5 | 7,2  | 1,9   | 1,8   | 0,2   | 0,7   | 0,3   | —     | —     | —     | —     |
| IX    | 30,4                | 23,1 | 19,7 | 13,0 | 7,4  | 3,4   | 2,0   | 0,6   | 0,3   | 0,1   | —     | —     | —     | —     |
| X     | 23,7                | 20,9 | 20,5 | 16,6 | 8,6  | 3,9   | 2,2   | 1,6   | 1,6   | 0,4   | 0,04  | —     | —     | —     |
| XI    | 16,5                | 18,6 | 22,2 | 16,4 | 13,2 | 5,6   | 2,9   | 1,4   | 2,7   | 0,5   | —     | —     | —     | —     |
| XII   | 15,3                | 15,6 | 21,5 | 19,4 | 12,2 | 6,3   | 3,9   | 2,0   | 2,7   | 1,1   | 0,04  | 0,04  | —     | —     |
| Год   | 20,7                | 20,2 | 21,1 | 16,4 | 10,4 | 4,3   | 3,2   | 1,4   | 1,8   | 0,5   | 0,01  | 0,01  | 0,01  | —     |

Таблица 17

Средняя и наибольшая непрерывная продолжительность  $\tau$  (ч) различных скоростей ветра

| Месяц | Скорость ветра, м/с |                      |              |                      |              |                      |              |                      |              |                      |              |                      |              |                      |              |                      |              |                      |
|-------|---------------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|
|       | 0-1                 |                      | ≤2           |                      | ≤3           |                      | ≤4           |                      | ≤5           |                      | ≥8           |                      | ≥12          |                      | ≥16          |                      | ≥20          |                      |
|       | $\bar{\tau}$        | $\tau_{\text{наиб}}$ | $\bar{\tau}$ | $\tau_{\text{наиб}}$ | $\bar{\tau}$ | $\tau_{\text{наиб}}$ | $\bar{\tau}$ | $\tau_{\text{наиб}}$ | $\bar{\tau}$ | $\tau_{\text{наиб}}$ | $\bar{\tau}$ | $\tau_{\text{наиб}}$ | $\bar{\tau}$ | $\tau_{\text{наиб}}$ | $\bar{\tau}$ | $\tau_{\text{наиб}}$ | $\bar{\tau}$ | $\tau_{\text{наиб}}$ |
| I     | 3,6                 | 35                   | 2,5          | 35                   | 2,1          | 92                   | 2,0          | 94                   | 1,8          | 85                   | 1,9          | 8                    | —            | 3                    | —            | —                    | —            | —                    |
| II    | 3,5                 | 30                   | 2,6          | 40                   | 2,1          | 100                  | 2,0          | 165                  | 1,9          | 198                  | 2,1          | 23                   | 1,0          | 2                    | —            | —                    | —            | —                    |
| III   | 3,4                 | 23                   | 2,6          | 41                   | 2,1          | 58                   | 1,9          | 111                  | 1,8          | 115                  | 1,9          | 39                   | 1,4          | 6                    | 1,0          | —                    | —            | —                    |
| IV    | 3,8                 | 25                   | 2,4          | 25                   | 2,0          | 49                   | 1,8          | 68                   | 1,8          | 90                   | 1,5          | 34                   | 1,5          | 5                    | —            | —                    | —            | —                    |
| V     | 3,2                 | 31                   | 2,4          | 38                   | 2,0          | 47                   | 1,8          | 72                   | 1,7          | 139                  | 1,7          | 20                   | —            | 6                    | —            | —                    | —            | —                    |
| VI    | 2,9                 | 17                   | 2,2          | 35                   | 1,9          | 35                   | 1,8          | 84                   | 1,6          | 56                   | 1,7          | 18                   | 1,0          | 1                    | —            | —                    | —            | —                    |
| VII   | 3,2                 | 22                   | 2,3          | 25                   | 2,0          | 47                   | 1,8          | 99                   | 1,6          | 58                   | 1,3          | 8                    | 1,0          | 2                    | —            | —                    | —            | —                    |
| VIII  | 3,7                 | 31                   | 2,5          | 34                   | 2,1          | 43                   | 2,0          | 78                   | 2,3          | 52                   | 1,5          | 8                    | 1,0          | —                    | —            | —                    | —            | —                    |
| IX    | 3,5                 | 26                   | 2,5          | 38                   | 2,1          | 113                  | 2,0          | 143                  | 1,7          | 71                   | 1,7          | 22                   | 1,0          | 1                    | —            | —                    | —            | —                    |
| X     | 3,4                 | 24                   | 2,4          | 24                   | 2,4          | 41                   | 2,1          | 53                   | 1,7          | 79                   | 1,5          | 18                   | 1,3          | 13                   | 1,0          | 3                    | 1,0          | —                    |
| XI    | 3,9                 | 29                   | 2,8          | 58                   | 2,2          | 71                   | 2,0          | 181                  | 1,7          | 67                   | 1,7          | 24                   | 1,2          | 4                    | 1,0          | 1                    | —            | —                    |
| XII   | 4,4                 | 45                   | 2,6          | 47                   | 2,2          | 69                   | 2,0          | 106                  | 1,7          | 78                   | 1,7          | 23                   | 1,6          | 7                    | —            | 4                    | —            | —                    |

Таблица 18

Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)

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

Скорость ветра по градациям в разные часы суток представлена в табл. 19.

Таблица 19

Повторяемость (%) скорости ветра по градациям в разные часы суток

| Месяц | Время, ч | Скорость ветра, м/с |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|----------|---------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |          | 0-1                 | 2-5  | 6-9  | 10-13 | 14-17 | 18-20 | 21-24 | 25-28 | 29-34 | 35-40 |
| I     | 1        | 15,5                | 39,8 | 29,6 | 10,6  | 3,3   | 1,2   | —     | —     | —     | —     |
|       | 7        | 14,0                | 43,6 | 28,9 | 9,5   | 3,5   | 0,5   | —     | —     | —     | —     |
|       | 13       | 11,0                | 41,2 | 30,5 | 13,0  | 3,8   | 0,5   | —     | —     | —     | —     |
|       | 19       | 15,7                | 39,7 | 31,6 | 9,4   | 3,0   | 0,6   | —     | —     | —     | —     |
| II    | 1        | 14,2                | 41,9 | 28,6 | 9,9   | 4,1   | 1,3   | —     | —     | —     | —     |
|       | 7        | 13,9                | 40,2 | 32,4 | 9,2   | 4,3   | —     | —     | —     | —     | —     |
|       | 13       | 10,9                | 35,5 | 33,7 | 13,6  | 5,9   | 0,4   | —     | —     | —     | —     |
|       | 19       | 12,6                | 37,4 | 34,3 | 10,8  | 4,3   | 0,6   | —     | —     | —     | —     |
| III   | 1        | 16,3                | 38,8 | 28,4 | 10,6  | 5,6   | 0,3   | —     | —     | —     | —     |
|       | 7        | 17,2                | 42,0 | 28,4 | 9,3   | 3,1   | —     | —     | —     | —     | —     |
|       | 13       | 8,6                 | 33,2 | 37,6 | 13,0  | 6,2   | 1,4   | —     | —     | —     | —     |
|       | 19       | 12,2                | 39,9 | 33,5 | 9,3   | 4,4   | 0,5   | 0,2   | —     | —     | —     |
| IV    | 1        | 25,0                | 42,2 | 22,4 | 6,8   | 3,2   | 0,2   | —     | 0,2   | —     | —     |
|       | 7        | 19,3                | 46,7 | 23,5 | 7,4   | 2,4   | 0,5   | —     | —     | 0,2   | —     |
|       | 13       | 7,0                 | 31,3 | 37,6 | 13,9  | 7,3   | 2,3   | —     | 0,2   | 0,2   | 0,2   |
|       | 19       | 17,5                | 48,1 | 25,3 | 5,7   | 2,2   | 1,2   | —     | —     | —     | —     |

| Месяц | Время,<br>ч | Скорость ветра, м/с |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------------|---------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |             | 0-1                 | 2-5  | 6-9  | 10-13 | 14-17 | 18-20 | 21-24 | 25-28 | 29-34 | 35-40 |
| V     | 1           | 33,7                | 39,8 | 20,9 | 3,8   | 1,6   | 0,2   | —     | —     | —     | —     |
|       | 7           | 25,1                | 42,1 | 25,8 | 4,1   | 2,6   | 0,3   | —     | —     | —     | —     |
|       | 13          | 7,2                 | 34,2 | 36,7 | 13,6  | 6,7   | 1,6   | —     | —     | —     | —     |
|       | 19          | 18,2                | 47,2 | 26,0 | 5,6   | 2,8   | 0,2   | —     | —     | —     | —     |
| VI    | 1           | 40,6                | 41,1 | 15,0 | 2,4   | 0,7   | 0,2   | —     | —     | —     | —     |
|       | 7           | 33,4                | 43,7 | 17,6 | 4,1   | 0,9   | 0,3   | —     | —     | —     | —     |
|       | 13          | 9,4                 | 41,4 | 32,4 | 10,0  | 6,1   | 0,5   | 0,2   | —     | —     | —     |
|       | 19          | 17,7                | 50,2 | 24,3 | 5,6   | 2,0   | 0,2   | —     | —     | —     | —     |
| VII   | 1           | 41,8                | 42,1 | 14,1 | 1,5   | 0,3   | 0,2   | —     | —     | —     | —     |
|       | 7           | 33,3                | 46,8 | 17,5 | 1,8   | 0,6   | —     | —     | —     | —     | —     |
|       | 13          | 8,9                 | 44,0 | 34,3 | 8,3   | 4,2   | 0,3   | —     | —     | —     | —     |
|       | 19          | 22,6                | 47,4 | 25,1 | 3,3   | 1,3   | 0,3   | —     | —     | —     | —     |
| VIII  | 1           | 43,5                | 42,1 | 12,3 | 1,4   | 0,5   | 0,2   | —     | —     | —     | —     |
|       | 7           | 38,2                | 44,7 | 14,8 | 1,6   | 0,5   | 0,2   | —     | —     | —     | —     |
|       | 13          | 11,5                | 38,7 | 36,6 | 10,4  | 2,1   | 0,7   | —     | —     | —     | —     |
|       | 19          | 31,7                | 46,9 | 19,4 | 1,5   | 0,5   | —     | —     | —     | —     | —     |
| IX    | 1           | 40,4                | 41,8 | 14,1 | 3,4   | 0,3   | —     | —     | —     | —     | —     |
|       | 7           | 38,7                | 44,0 | 14,7 | 2,6   | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
|       | 13          | 9,2                 | 36,8 | 37,4 | 12,9  | 3,2   | 0,5   | —     | —     | —     | —     |
|       | 19          | 33,1                | 48,3 | 15,9 | 2,5   | 0,2   | —     | —     | —     | —     | —     |
| X     | 1           | 30,9                | 40,2 | 21,3 | 4,6   | 2,8   | 0,2   | —     | —     | —     | —     |
|       | 7           | 29,0                | 46,2 | 17,2 | 5,3   | 2,0   | 0,3   | —     | —     | —     | —     |
|       | 13          | 9,8                 | 35,1 | 38,2 | 10,1  | 6,3   | 0,5   | —     | —     | —     | —     |
|       | 19          | 25,4                | 44,0 | 24,1 | 4,1   | 1,5   | 0,7   | 0,2   | —     | —     | —     |
| XI    | 1           | 17,5                | 40,0 | 31,9 | 6,6   | 3,6   | 0,4   | —     | —     | —     | —     |
|       | 7           | 20,2                | 39,5 | 27,7 | 7,7   | 4,5   | 0,4   | —     | —     | —     | —     |
|       | 13          | 10,5                | 41,3 | 33,2 | 8,8   | 5,3   | 0,7   | —     | 0,2   | —     | —     |
|       | 19          | 17,6                | 42,5 | 25,6 | 10,6  | 3,0   | 0,7   | —     | —     | —     | —     |
| XII   | 1           | 15,6                | 37,0 | 31,3 | 9,5   | 5,2   | 1,2   | 0,2   | —     | —     | —     |
|       | 7           | 16,6                | 37,1 | 31,3 | 9,8   | 4,0   | 1,2   | —     | —     | —     | —     |
|       | 13          | 13,3                | 37,7 | 30,8 | 11,9  | 5,3   | 1,0   | —     | —     | —     | —     |
|       | 19          | 15,5                | 36,6 | 32,8 | 9,5   | 4,6   | 1,0   | —     | —     | —     | —     |
| Год   | 1           | 28,0                | 40,3 | 22,6 | 6,0   | 2,6   | 0,5   | 0,01  | 0,01  | —     | —     |
|       | 7           | 24,9                | 43,1 | 23,3 | 6,0   | 2,4   | 0,3   | —     | —     | 0,01  | —     |
|       | 13          | 9,8                 | 37,4 | 34,9 | 11,6  | 5,3   | 0,9   | 0,01  | 0,03  | 0,01  | 0,01  |
|       | 19          | 20,0                | 44,0 | 26,5 | 6,5   | 2,5   | 0,5   | 0,03  | —     | —     | —     |



Наибольшие скорости ветра в среднем за год и во все месяцы года отмечаются при восточном и северо-восточном направлениях ветра (табл. 20). В холодный период года средние скорости ветра при всех направлениях больше, чем в теплый.

Таблица 20

Средняя скорость ветра (м/с) по направлениям

| Месяц | С   | СВ  | В   | ЮВ  | Ю   | ЮЗ  | З   | СЗ  |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| I     | 5,8 | 6,6 | 6,9 | 6,0 | 5,5 | 5,3 | 5,4 | 5,8 |
| II    | 5,5 | 6,6 | 7,0 | 7,2 | 5,4 | 5,4 | 6,0 | 6,0 |
| III   | 6,2 | 6,5 | 7,1 | 6,4 | 5,4 | 5,8 | 5,4 | 6,1 |
| IV    | 5,8 | 6,0 | 6,6 | 5,8 | 5,4 | 5,7 | 5,5 | 5,6 |
| V     | 5,2 | 5,9 | 5,8 | 5,3 | 5,0 | 5,2 | 5,5 | 5,4 |
| VI    | 5,1 | 5,1 | 5,2 | 4,8 | 4,2 | 4,8 | 4,8 | 5,2 |
| VII   | 5,0 | 5,2 | 5,0 | 3,8 | 3,4 | 4,6 | 4,7 | 5,0 |
| VIII  | 4,2 | 5,1 | 4,6 | 4,5 | 4,1 | 4,5 | 4,4 | 4,6 |
| IX    | 4,2 | 4,8 | 4,9 | 4,2 | 4,2 | 4,9 | 4,7 | 4,5 |
| X     | 4,5 | 6,4 | 5,7 | 4,8 | 4,4 | 5,2 | 5,3 | 5,2 |
| XI    | 5,6 | 6,5 | 7,3 | 5,8 | 4,4 | 5,0 | 5,1 | 6,0 |
| XII   | 5,6 | 7,4 | 7,0 | 5,9 | 5,1 | 5,4 | 5,7 | 5,7 |
| Год   | 5,2 | 6,0 | 6,1 | 5,4 | 4,7 | 5,2 | 5,2 | 5,4 |

Для решения ряда практических задач важны комплексные характеристики (табл. 21). Зимой наиболее низкая средняя температура наблюдается при северном, северо-восточном направлениях ветра и при штилевом состоянии погоды, а наиболее высокая — при южном.

Таблица 21

Средняя температура воздуха (°С) по направлениям ветра

| Месяц | С     | СВ    | В    | ЮВ   | Ю    | ЮЗ   | З    | СЗ   | Штиль |
|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| I     | -12,5 | -11,8 | -7,3 | -4,3 | -2,4 | -3,6 | -5,4 | -8,5 | -9,3  |
| II    | -9,4  | -11,0 | -7,5 | -5,1 | -2,3 | -2,8 | -4,4 | -6,7 | -8,2  |
| III   | -3,9  | -4,2  | -2,1 | 0,2  | 0,6  | 0,5  | -0,1 | -2,0 | -1,8  |
| IV    | 6,0   | 6,6   | 8,5  | 9,8  | 9,3  | 8,7  | 9,5  | 5,5  | 6,9   |
| V     | 13,4  | 14,8  | 16,4 | 17,5 | 16,9 | 16,2 | 13,9 | 13,5 | 14,4  |
| VI    | 18,7  | 20,0  | 21,4 | 22,0 | 20,8 | 20,4 | 18,6 | 18,0 | 18,1  |
| VII   | 21,4  | 22,8  | 24,3 | 23,5 | 22,6 | 21,8 | 19,7 | 20,1 | 19,8  |
| VIII  | 19,0  | 20,2  | 22,9 | 22,4 | 21,8 | 20,7 | 18,6 | 18,5 | 18,9  |
| IX    | 12,4  | 14,2  | 16,2 | 16,5 | 17,3 | 16,1 | 13,0 | 12,7 | 12,9  |
| X     | 5,0   | 5,5   | 6,7  | 8,8  | 9,9  | 8,3  | 7,0  | 5,0  | 5,3   |
| XI    | -2,9  | -1,2  | 0,1  | 3,0  | 4,1  | 2,4  | 1,1  | -1,1 | 0,4   |
| XII   | -7,4  | -9,0  | -4,8 | -0,9 | 0,3  | -1,4 | -2,7 | -5,6 | -4,9  |
| Год   | 5,0   | 5,6   | 7,9  | 9,5  | 9,9  | 8,9  | 7,4  | 5,8  | 6,0   |

Летом самые низкие температуры воздуха отмечаются при западном и северо-западном ветре, когда на материк распространяются прохладные морские воздушные массы. Самые высокие средние температуры летом связаны с восточным, юго-восточным и южным направлениями.

В январе ветер скоростью 3—6 м/с наиболее часто (31 %) наблюдается при температуре от —9,0 до 3,0 °С, а в июле наибольшая повторяемость (25 %) ветра такой же скорости бывает при температуре 15,0—21,0 °С (табл. 22).

Таблица 22

Повторяемость (%) сочетаний температуры воздуха и скорости ветра по градациям

| Температура воздуха, °С |       | Скорость ветра, м/с |      |      |       |      |
|-------------------------|-------|---------------------|------|------|-------|------|
| от                      | до    | 0—2                 | 3—6  | 7—10 | 11—14 | ≥ 15 |
| Январь                  |       |                     |      |      |       |      |
| < —21,1                 |       | 1,3                 | 1,5  | 0,4  | —     | —    |
| —21,0                   | —15,1 | 5,1                 | 6,5  | 3,3  | 0,1   | —    |
| —15,0                   | —9,1  | 6,1                 | 10,6 | 5,5  | 0,5   | 0,3  |
| —9,0                    | —3,1  | 6,7                 | 15,9 | 6,6  | 0,5   | 0,2  |
| —3,0                    | —2,9  | 8,0                 | 15,0 | 5,0  | —     | 0,1  |
| > —3,0                  |       | 0,1                 | 0,3  | 0,3  | 0,1   | —    |
| Июль                    |       |                     |      |      |       |      |
| < 15,0                  |       | 5,5                 | 5,6  | 0,2  | —     | —    |
| 15,0                    | 20,9  | 18,1                | 25,1 | 4,4  | 0,1   | —    |
| 21,0                    | 24,9  | 7,4                 | 12,9 | 3,5  | —     | —    |
| 25,0                    | 30,9  | 4,7                 | 8,3  | 2,4  | —     | —    |
| ≥ 31,0                  |       | 0,4                 | 0,9  | 0,5  | —     | —    |

Ветер скоростью 15 м/с и более относится к опасным явлениям погоды, а скоростью 25 м/с и более является уже особо опасным. Такой ветер приносит значительный ущерб народному хозяйству.

Увеличение барических градиентов и усиление ветра происходит при распространении на Украину отрога восточного антициклона и выхода циклонов с юга и юго-запада. Летом сильный ветер отмечается при прохождении фронтов и интенсивной грозовой деятельности. Чаще всего это связано с выходом ложбин или циклонов с запада и северо-запада. Сильный ветер наблюдается преимущественно в зимний и весенний сезоны (табл. 23). С апреля по октябрь отмечается не более одного дня с сильным ветром, а в остальные месяцы бывает до 2 дней, в феврале — до 3 дней. В среднем за год в городе наблюдается 15 дней с сильным ветром, наибольшее число дней (67) с сильным ветром за рассматриваемый период наблюдалось в 1953 г. Среднее квадра-

тическое отклонение числа дней в отдельные месяцы изменяется от одного до 3 дней, за год  $\sigma$  равно 2 дням.

Таблица 23

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

| Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|-----------|----------|-------------------|------|
| I     | 1,8       | 2,5      | 10                | 1951 |
| II    | 2,7       | 2,9      | 11                | 1953 |
| III   | 1,8       | 2,3      | 10                | 1951 |
| IV    | 1,4       | 2,3      | 12                | 1953 |
| V     | 1,2       | 1,9      | 8                 | 1954 |
| VI    | 1,0       | 1,4      | 6                 | 1953 |
| VII   | 1,0       | 1,5      | 6                 | 1953 |
| VIII  | 0,7       | 1,1      | 4                 | 1954 |
| IX    | 0,4       | 1,0      | 4                 | 1952 |
| X     | 0,5       | 0,8      | 3                 | 1953 |
| XI    | 1,7       | 3,1      | 13                | 1952 |
| XII   | 0,4       | 0,9      | 4                 | 1954 |
| Год   | 14,6      | 1,9      | 67                | 1953 |

Наиболее часто сильный ветер отмечается при преобладающем направлении ветра в этом районе (табл. 24).

Таблица 24

Повторяемость (%) сильного ветра (15 м/с и более) по направлениям

| Месяц | С  | СВ | В  | ЮВ | Ю  | ЮЗ | З  | СЗ |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| I     | 5  | 18 | 23 | 11 | 14 | 8  | 8  | 13 |
| II    | 6  | 20 | 21 | 30 | 1  | 7  | 10 | 5  |
| III   | 9  | 7  | 19 | 23 | 12 | 13 | 5  | 12 |
| IV    | 11 | 5  | 28 | 15 | 6  | 12 | 11 | 12 |
| V     | 10 | 8  | 15 | 15 | 10 | 14 | 14 | 14 |
| VI    | 7  | 2  | 10 | 22 | 5  | 17 | 15 | 22 |
| VII   | 19 | 16 | 5  | —  | —  | 14 | 14 | 32 |
| VIII  | 4  | 12 | 8  | 8  | 20 | 24 | 8  | 16 |
| IX    | —  | —  | 23 | 15 | 15 | 31 | 8  | 8  |
| X     | —  | 13 | 37 | 8  | 8  | 12 | 8  | 14 |
| XI    | 6  | 8  | 56 | 16 | 2  | 6  | —  | 6  |
| XII   | —  | 22 | 38 | 15 | 4  | 6  | 9  | 6  |
| Год   | 6  | 12 | 28 | 17 | 7  | 11 | 8  | 11 |

Максимальная скорость ветра по направлениям представлена в табл. 25. В отдельные годы она может превышать 25 м/с.

Таблица 25

## Максимальная скорость ветра (м/с) по направлениям

| Месяц | С  | СВ | В  | ЮВ | Ю  | ЮЗ | З  | СЗ |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| I     | 18 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| II    | 17 | 20 | 18 | 28 | 16 | 20 | 20 | 20 |
| III   | 18 | 17 | 28 | 20 | 18 | 20 | 20 | 24 |
| IV    | 20 | 18 | 34 | 28 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| V     | 20 | 20 | 20 | 18 | 17 | 20 | 20 | 23 |
| VI    | 17 | 16 | 17 | 24 | 17 | 20 | 17 | 20 |
| VII   | 20 | 17 | 17 | 14 | 10 | 17 | 18 | 20 |
| VIII  | 17 | 17 | 20 | 18 | 20 | 30 | 17 | 17 |
| IX    | 14 | 14 | 20 | 20 | 16 | 18 | 20 | 17 |
| X     | 14 | 17 | 24 | 20 | 17 | 20 | 20 | 20 |
| XI    | 17 | 21 | 28 | 28 | 17 | 18 | 14 | 18 |
| XII   | 12 | 20 | 24 | 20 | 17 | 17 | 21 | 20 |
| Год   | 20 | 21 | 34 | 28 | 20 | 30 | 21 | 24 |

Скорость ветра 28 м/с наблюдалась при восточном и юго-восточном направлениях в феврале—апреле и ноябре. А особо опасные ураганные ветры скоростью 34 м/с бывают при восточном направлении и отмечались они в апреле. При юго-западном ветре в августе скорость ветра достигала 30 м/с.

Большой практический интерес представляет максимальная скорость ветра, а также максимальная скорость по направлениям различной вероятности (табл. 26, 27). Ежегодно при всех направлениях ветра максимальная скорость составляет 22—27 м/с. Наибольшая скорость ветра соответствует преобладающему направлению (восточное и юго-восточное). Ежегодно при таких направлениях ветра наблюдается скорость 26—27 м/с, один раз в пять лет 29—32 м/с. При северо-западном и юго-западном направлениях один раз в 20 лет может отмечаться скорость 30—31 м/с.

Таблица 26

## Максимальная скорость ветра (м/с) различной вероятности

| Скорость ветра, возможная один раз в $n$ лет |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|
| 1  | 5  | 10 | 15 | 20 |
| 27   | 32 | 34 | 35 | 36 |

Используя расчетные скорости ветра можно определить ветровые нагрузки на стены разной ориентации. Активная нагрузка на

Таблица 27

Максимальная скорость ветра (м/с) по направлениям различной вероятности

| Направление<br>ветра | Скорость ветра, возможная один раз в $n$ лет |    |    |    |    |
|----------------------|--|----|----|----|----|
|                      | 1  | 5  | 10 | 15 | 20 |
| С                    | 22   | 24 | 25 | 25 | 26 |
| СВ                   | 23   | 25 | 26 | 26 | 27 |
| В                    | 26   | 29 | 31 | 32 | 32 |
| ЮВ                   | 27   | 32 | 33 | 34 | 35 |
| Ю                    | 22   | 25 | 26 | 26 | 27 |
| ЮЗ                   | 25   | 27 | 29 | 30 | 31 |
| З                    | 23   | 26 | 27 | 28 | 28 |
| СЗ                   | 24   | 27 | 28 | 29 | 30 |

стены складывается, как известно, из действий ветра тех румбов, которые составляют с плоскостью стены угол  $45^\circ$  и более. Для Харькова наиболее наветренными являются стены, обращенные на восток и юго-восток, а летом отмечается значительная повторяемость западного и северо-западного направлений ветра. Естественно, что самая значительная ветровая нагрузка будет приходиться на стены данной ориентации. А если учесть, что преобладающему направлению ветра обычно соответствует и наибольшая скорость, различия в воздействии ветра на стены разной ориентации еще более возрастают (табл. 28). Один раз в 10 лет ветровая нагрузка на стены при восточном и юго-восточном направлениях ветра составляет  $60-68 \text{ кг/м}^2$ , один раз в 20 лет  $64-77 \text{ кг/м}^2$ .

Таблица 28

Ветровая нагрузка ( $\text{кг/м}^2$ ) по направлениям ветра различной вероятности

| Направление<br>ветра | Ветровая нагрузка, возможная один раз в $n$ лет |    |    |    |    |
|----------------------|---|----|----|----|----|
|                      | 1   | 5  | 10 | 15 | 20 |
| С                    | 30  | 36 | 39 | 39 | 42 |
| СВ                   | 33  | 39 | 42 | 42 | 46 |
| В                    | 42  | 53 | 60 | 64 | 64 |
| ЮВ                   | 46  | 64 | 68 | 72 | 77 |
| Ю                    | 30  | 39 | 42 | 42 | 46 |
| ЮЗ                   | 39  | 46 | 53 | 56 | 60 |
| З                    | 33  | 42 | 46 | 49 | 48 |
| СЗ                   | 36  | 46 | 49 | 53 | 56 |

## 4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

### 4.1. Температура воздуха

Температура воздуха является одной из важных метеорологических величин. Все явления и процессы, происходящие в органическом и неорганическом мире, непосредственно связаны с термическими условиями окружающей среды. Кроме того, температура воздуха определяет характер и режим погоды.

Термический режим Харькова формируется под влиянием радиационных факторов климата, атмосферной циркуляции и подстилающей поверхности. Значение каждого из этих факторов в течение года неодинаково. Зимой существенное влияние на

Таблица 29

Средняя месячная и годовая температура воздуха  $\bar{t}$  (°C)

| Месяц                 | $\bar{t}_{\text{наиб}}$ | Год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $\bar{t}_{\text{наим}}$ | Год  |
|-----------------------|-------------------------|------|-----------|----------|-------------------------|------|
| Харьков, обсерватория |                         |      |           |          |                         |      |
| I                     | -1,1                    | 1915 | -7,1      | 3,6      | -15,5                   | 1950 |
| II                    | 0,0                     | 1914 | -6,7      | 3,7      | -16,6                   | 1954 |
| III                   | 3,5                     | 1914 | -1,5      | 2,6      | -7,5                    | 1952 |
| IV                    | 13,3                    | 1950 | 7,6       | 2,3      | 1,7                     | 1929 |
| V                     | 19,5                    | 1921 | 15,1      | 2,2      | 10,2                    | 1918 |
| VI                    | 23,8                    | 1924 | 18,5      | 2,1      | 14,8                    | 1894 |
| VII                   | 24,7                    | 1936 | 20,5      | 1,4      | 16,7                    | 1912 |
| VIII                  | 24,3                    | 1929 | 19,4      | 1,8      | 16,0                    | 1928 |
| IX                    | 18,3                    | 1909 | 13,8      | 1,8      | 10,1                    | 1894 |
| X                     | 12,1                    | 1935 | 7,0       | 2,4      | 1,1                     | 1920 |
| XI                    | 5,3                     | 1923 | 0,5       | 2,5      | -4,9                    | 1920 |
| XII                   | -0,2                    | 1947 | -4,7      | 2,8      | -11,0                   | 1933 |
| Год                   | 8,3                     | 1936 | 6,9       | 0,9      | 5,2                     | 1908 |
| Харьков, АМСГ         |                         |      |           |          |                         |      |
| I                     | -1,7                    | 1975 | -7,3      | 3,9      | -15,7                   | 1950 |
| II                    | -0,4                    | 1973 | -6,1      | 3,5      | -16,6                   | 1954 |
| III                   | 3,3                     | 1966 | -1,2      | 2,3      | -7,5                    | 1952 |
| IV                    | 13,5                    | 1975 | 8,3       | 2,2      | 5,0                     | 1965 |
| V                     | 19,6                    | 1979 | 15,3      | 2,0      | 11,2                    | 1941 |
| VI                    | 23,3                    | 1975 | 19,2      | 1,9      | 16,4                    | 1978 |
| VII                   | 25,3                    | 1938 | 20,9      | 1,8      | 17,6                    | 1976 |
| VIII                  | 23,9                    | 1972 | 19,8      | 1,6      | 17,1                    | 1980 |
| IX                    | 17,7                    | 1937 | 14,2      | 1,7      | 10,6                    | 1973 |
| X                     | 11,4                    | 1974 | 6,8       | 2,1      | 2,5                     | 1976 |
| XI                    | 4,6                     | 1938 | 1,3       | 2,2      | -3,4                    | 1956 |
| XII                   | 2,9                     | 1960 | -3,7      | 2,7      | -9,1                    | 1938 |
| Год                   | 9,4                     | 1966 | 7,3       | 0,9      | 5,4                     | 1945 |

термический режим оказывает атмосферная циркуляция и связанная с ней адвекция воздуха. Летом термический режим определяется в основном радиационными факторами климата, наряду с которыми значительное влияние оказывает также и подстилающая поверхность.

**Средняя месячная температура воздуха.** Одной из важных климатических характеристик, отражающих физико-географические особенности района, является средняя месячная температура воздуха. Годовой ход температуры воздуха почти совпадает с годовым ходом притока солнечной радиации.

В Харькове наиболее низкая средняя месячная температура воздуха ( $-7,0^{\circ}\text{C}$ ) наблюдается в январе (табл. 29). Февраль по температурному режиму мало отличается от января, так как циркуляционные и радиационные факторы этих месяцев близки между собой. Однако в отдельные годы январь может быть значительно теплее или холоднее февраля. Так, в 1941, 1950, 1963 гг. средняя месячная температура в январе была на  $9-11^{\circ}\text{C}$  ниже по сравнению с февралем, в то время как в 1929, 1932, 1956 гг. — на  $8-10^{\circ}\text{C}$  выше, чем в феврале.

Из табл. 30, в которой представлено изменение средней месячной температуры воздуха от месяца к месяцу, видно, что в 61 % всех лет февраль был теплее, а в 39 % холоднее января.

В марте наблюдается повышение температуры воздуха и в среднем она на  $5^{\circ}\text{C}$  выше, чем в феврале. Но в 1898, 1904, 1908, 1952, 1957, 1963 гг. средняя месячная температура в марте была ниже, чем в феврале. А в 1898 и 1952 гг. март был самым холодным месяцем года. Повторяемость таких лет составляет 2 % (табл. 31).

Наиболее интенсивное повышение температуры отмечается от марта к апрелю (на  $9^{\circ}\text{C}$ ) и от апреля к маю (на  $8^{\circ}\text{C}$ ). Поэтому средняя месячная температура апреля всегда (в 100 %) выше средней месячной температуры марта, а средняя месячная температура мая выше средней месячной температуры апреля (табл. 29). В дальнейшем происходит постепенное нарастание температуры воздуха от месяца к месяцу.

Годовой ход температуры воздуха повторяет годовой ход притока солнечной радиации, но несколько запаздывает по сравнению с ним. Поэтому наиболее высокая температура ( $20,9^{\circ}\text{C}$ ) в 67 % лет приходится не на июнь, когда приток радиации максимальный, а на июль (табл. 32). С июля начинается медленный спад температуры. Но все же в 29 % всех лет август бывает теплее июля.

Интенсивное понижение температуры начинается в сентябре. К октябрю температура понижается на  $7^{\circ}\text{C}$ , а от октября к ноябрю — на  $6^{\circ}\text{C}$ . В декабре средняя месячная температура воздуха становится отрицательной и составляет  $-3,7^{\circ}\text{C}$  на южной окраине и  $-4,7^{\circ}\text{C}$  в центре города.

Средняя месячная температура выше  $0^{\circ}\text{C}$  наблюдается с апреля по ноябрь, выше  $15^{\circ}\text{C}$  — с мая по сентябрь.

## Повторяемость (%) изменения средней месяч

| Температура воздуха, °С |      | II-I |      | III-II |     | IV-III |   | V-IV |   | VI-V |     | VII-VI |      |
|-------------------------|------|------|------|--------|-----|--------|---|------|---|------|-----|--------|------|
| от                      | до   | +    | -    | +      | -   | +      | - | +    | - | +    | -   | +      | -    |
| 0,0                     | 2,0  | 21,8 | 17,2 | 8,1    | 5,7 | —      | — | 4,7  | — | 21,9 | 5,8 | 35,6   | 10,4 |
| 2,1                     | 4,0  | 12,7 | 9,2  | 19,5   | —   | 1,1    | — | 7,0  | — | 27,5 | —   | 29,9   | 6,9  |
| 4,1                     | 6,0  | 12,7 | 8,0  | 24,2   | 1,1 | 15,0   | — | 18,4 | — | 29,8 | —   | 16,1   | —    |
| 6,1                     | 8,0  | 9,3  | 1,1  | 18,4   | —   | 25,3   | — | 29,8 | — | 10,4 | —   | 1,1    | —    |
| 8,1                     | 10,0 | 3,4  | 2,3  | 13,8   | —   | 19,6   | — | 20,4 | — | 4,6  | —   | —      | —    |
| 10,1                    | 12,0 | 1,2  | 1,1  | 8,1    | —   | 27,6   | — | 9,2  | — | —    | —   | —      | —    |
| 12,1                    | 14,0 | —    | —    | —      | —   | 10,3   | — | 3,4  | — | —    | —   | —      | —    |
| 14,1                    | 16,0 | —    | —    | 1,1    | —   | 1,1    | — | 1,1  | — | —    | —   | —      | —    |

Примечание. Плюс (+) и минус (—) означают, что температура

Таблица 31

Повторяемость  $P$  (%) месяцев с наиболее низкой средней температурой воздуха

|                 |      |      |      |     |
|-----------------|------|------|------|-----|
| Месяц . . . . . | XII  | I    | II   | III |
| $P$ % . . . . . | 22,4 | 43,4 | 31,8 | 2,4 |

Таблица 32

Повторяемость  $P$  (%) месяцев с наиболее высокой средней температурой воздуха

|                 |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|
| Месяц . . . . . | VI   | VII  | VIII |
| $P$ % . . . . . | 17,1 | 67,0 | 15,9 |

Годовая амплитуда (разность между средней температурой самого холодного и самого теплого месяцев) в Харькове составляет 28 °С.

Отклонения температуры от средней наиболее значительны (8—10 °С) зимой. Летом ход средней месячной температуры воздуха более устойчив. Отклонения не превышают 5 °С. В переходные сезоны они увеличиваются.

Изменчивость средней месячной температуры воздуха наибольшая в зимние месяцы ( $\sigma = 3 \dots 4$  °С), весной она уменьшается, летом достигает минимальных значений (1—2 °С), а осенью вновь возрастает (см. табл. 29). Следовательно, изменчивость температуры воздуха, хорошо выраженная в годовом ходе, находится в обратной зависимости от количества поступающей солнечной радиации. Когда приток солнечной радиации увеличивается (январь—июль), изменчивость температуры воздуха постепенно уменьшается и, наоборот, с уменьшением притока солнечной радиации (август—декабрь) она возрастает.



ной температуры воздуха от месяца к месяцу

| VIII-VII |      | IX-VIII |      | X-IX |      | XI-X |      | XII-XI |      | I-XII |      |
|----------|------|---------|------|------|------|------|------|--------|------|-------|------|
| +        | -    | +       | -    | +    | -    | +    | -    | +      | -    | +     | -    |
| 27,9     | 41,9 | 1,2     | 6,0  | —    | 1,2  | —    | 8,2  | 2,3    | 12,9 | 16,4  | 14,0 |
| —        | 19,7 | —       | 16,7 | —    | 12,9 | —    | 18,8 | 1,2    | 19,7 | 9,5   | 16,5 |
| 1,2      | 9,3  | —       | 35,7 | 1,2  | 24,7 | —    | 21,2 | —      | 27,9 | 2,4   | 12,9 |
| —        | —    | —       | 27,3 | —    | 25,8 | —    | 25,8 | —      | 17,4 | 3,6   | 12,9 |
| —        | —    | —       | 10,7 | —    | 25,9 | —    | 14,1 | —      | 7,0  | —     | 7,0  |
| —        | —    | —       | 1,2  | —    | 5,9  | —    | 8,3  | —      | 9,2  | —     | 1,2  |
| —        | —    | —       | 1,2  | —    | 2,4  | —    | 2,4  | —      | 2,4  | —     | 3,6  |
| —        | —    | —       | —    | —    | —    | —    | 1,2  | —      | —    | —     | —    |

воздуха повышается или понижается по сравнению с предыдущим месяцем.

Среднюю температуру воздуха для каждого месяца заданной вероятности можно определить с помощью графика изоплет (рис. 6).

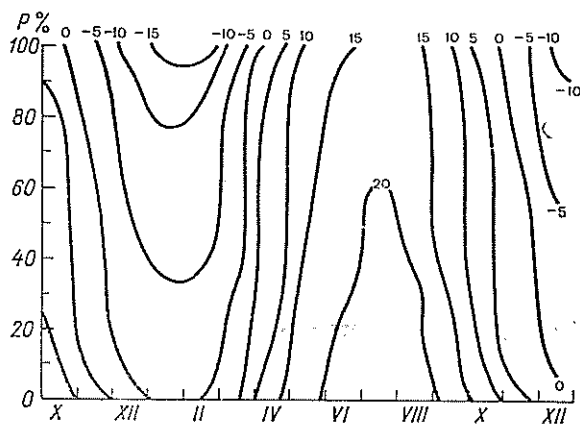


Рис. 6. Изоплеты средней месячной температуры воздуха (°C) различной вероятности P (%) выше указанных пределов.

**Средняя суточная температура воздуха.** Особый интерес при обслуживании городского хозяйства и в повседневной деятельности человека представляет средняя суточная температура воздуха.

Средняя суточная температура имеет хорошо выраженный годовой ход. Наиболее низкие ее значения наблюдаются с середины декабря до конца февраля — начала марта (см. приложе-

ние), а самая низкая средняя суточная температура ( $-8,7$  и  $-8,9^{\circ}\text{C}$ ) бывает в среднем многолетнем 23 и 24 января.

В конце первой декады марта начинается повышение средней суточной температуры воздуха, и 23 марта она становится положительной. В период с 20 июня по 22 августа средняя суточная температура достигает  $20^{\circ}\text{C}$  и выше, наибольшие значения ( $21,7$  и  $21,8^{\circ}\text{C}$ ) в среднем многолетнем отмечаются 16—17 июля. После 22 августа начинается понижение температуры, что объясняется уменьшением высоты солнца и продолжительности дня, и 22 ноября средняя суточная температура становится отрицательной.

В годовом ходе температуры на общем закономерном фоне ее понижения и повышения прослеживаются определенные даты с отклонениями средней суточной температуры воздуха, что связано с повторяемостью аномальных синоптических процессов в эти дни. Например, в январе повышение температуры произошло 20—22, 26, а в июле ее понижение — 2, 3, 20, 21, 25, 28 и т. д.

В течение месяца происходят существенные изменения средней суточной температуры. Наибольших значений они достигают весной ( $22,0^{\circ}\text{C}$ ) и осенью ( $19,0^{\circ}\text{C}$ ). В апреле, например, температура воздуха в отдельные сутки в среднем колеблется от  $3,8$  (1 апреля) до  $12,2^{\circ}\text{C}$  (29 апреля), в марте — от  $-4,5$  (1 марта) до  $3,5^{\circ}\text{C}$  (30 марта), а в мае — от  $13,2$  (1 мая) до  $17,6^{\circ}\text{C}$  (20 мая).

В осенние месяцы средняя суточная температура понижается следующим образом: в сентябре от  $17,4$  до  $9,9^{\circ}\text{C}$  (с 1 по 30 сентября), в октябре от  $10,1$  до  $3,6^{\circ}\text{C}$  (с 1 по 31 октября) и в ноябре от  $3,4$  с (11 ноября) до  $-1,4^{\circ}\text{C}$  (28 ноября).

В отдельные годы амплитуда между самыми высокими и самыми низкими суточными температурами в марте достигала  $36,0^{\circ}\text{C}$ , а суточная температура изменялась от  $-23,0$  (7 марта 1964 г.) до  $12,8^{\circ}\text{C}$  (31 марта 1974 г.), в апреле амплитуда составляла  $27,0^{\circ}\text{C}$  при изменении суточной температуры от  $-5,8$  (1 апреля 1963 г., 2 апреля 1939 г.) до  $21,0^{\circ}\text{C}$  (24 апреля 1950 г.). Аналогичная картина наблюдается и в осенние месяцы.

Зимой и летом ход средней суточной температуры более устойчив, поэтому разность между наиболее холодными и наиболее теплыми сутками составляет  $3-4^{\circ}\text{C}$ . В июле разность температур наименьшая ( $2,0^{\circ}\text{C}$ ) — от  $19,8$  (2 июля) до  $21,8^{\circ}\text{C}$  (17 июля). Однако в отдельные годы летом средняя суточная температура воздуха изменялась в довольно широких пределах: в июне — от  $8,8$  (8 июня 1958 г.) до  $29,2^{\circ}\text{C}$  (26 июня 1957 г., 30 июня 1954 г.), в июле — от  $12,6$  (1 июля 1968 г., 8 июля 1958 г.) до  $31,2^{\circ}\text{C}$  (6 июля 1938 г.), в августе — от  $8,6$  (30 августа 1966 г.) до  $29,9^{\circ}\text{C}$  (2 августа 1936 г.).

В зимнее время наибольших колебаний ( $5,0^{\circ}\text{C}$ ) средняя суточная температура достигает в декабре, изменяясь от  $-0,6$  (5 декабря) до  $-5,6^{\circ}\text{C}$  (31 декабря); в январе — от  $-5,5$  (1 января) до  $-8,9^{\circ}\text{C}$  (24 января), в феврале — от  $-8,4$  (1, 3 февраля)

до  $-4,7^{\circ}\text{C}$  (23 февраля). В отдельные годы зимой разность между крайними суточными температурами составляла  $35^{\circ}\text{C}$  и более. Например, в декабре она колебалась от  $-24,8$  (31 декабря 1969 г.) до  $10,1^{\circ}\text{C}$  (6 декабря 1976 г.).

В течение всего периода наблюдений самая низкая средняя суточная температура воздуха в Харькове составляла  $-32,7^{\circ}\text{C}$  (10 января 1940 г.), а самая высокая  $31,2^{\circ}\text{C}$  (6 июля 1938 г.). Наиболее изменчива температура воздуха в зимние месяцы (зимой  $\sigma = 2,7 \dots 7,5^{\circ}\text{C}$ , а летом  $\sigma = 3 \dots 4^{\circ}\text{C}$ ).

Средняя суточная температура в отдельные годы отклоняется от средней в больших пределах. Зимой эти отклонения довольно значительны. В аномально холодные годы они достигают в отдельные дни  $20^{\circ}\text{C}$  и более, а в аномально теплые  $11-12^{\circ}\text{C}$ . Так, 9 января 1940 г. средняя суточная температура была ниже многолетней на  $24,2^{\circ}\text{C}$ . Летом средняя суточная температура более устойчива, поэтому отклонения составляют всего  $10^{\circ}\text{C}$ . В переходные сезоны отклонения возрастают, но все же крайних значений достигают очень редко.

Изменения средней суточной температуры ото дня ко дню незначительны. В большинстве случаев (71 %) они не превышают  $0,5^{\circ}\text{C}$ , в 7 % температура смежных суток одинаковая, в 22 % изменения достигают  $1,0^{\circ}\text{C}$ .

Междусуточная изменчивость температуры воздуха служит показателем изменчивости погоды. Она зависит главным образом от адвективного фактора. Расчет разности температур смежных суток за отдельные годы показывает, что средняя междусуточная изменчивость температуры воздуха наибольшая ( $3,0^{\circ}\text{C}$ ) в зимнее время (табл. 33). В летнее время вследствие ослабления циклонической деятельности междусуточная изменчивость уменьшается до  $1,8-1,9^{\circ}\text{C}$ . В остальные месяцы она колеблется от  $2,0$  до  $2,3^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 33

Средняя междусуточная изменчивость ( $^{\circ}\text{C}$ ) температуры воздуха

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

**Суточный ход и суточная амплитуда температуры воздуха.** В течение суток температура воздуха испытывает довольно существенные колебания. Суточный ход температуры воздуха в значительной мере определяется ходом радиационного баланса.

После восхода солнца температура воздуха обычно повышается, достигая максимальных значений в  $14-15$  ч, а после  $15$  ч понижается. Минимум температуры отмечается перед восходом солнца. В зимние месяцы наиболее низкие температуры приходятся на  $6-7$  ч, в переходные сезоны минимум смещается на

более ранние часы (5—6 ч), а в мае—июле самые низкие температуры в течение суток отмечаются в 4—5 ч.

Средняя суточная амплитуда температуры воздуха представляет собой разность между максимальной и минимальной температурой воздуха за сутки.

**Минимальная температура воздуха.** При вторжении континентального арктического воздуха и дальнейшем его радиационном выхолаживании наблюдаются низкие значения минимальной температуры.

Минимальная температура воздуха подвержена влиянию местных условий (рельефа, высоты, подстилающей поверхности).

Отрицательные значения среднего минимума отмечаются с ноября по март (табл. 34). Самые низкие его значения ( $-10,5^{\circ}\text{C}$ ) наблюдаются в январе, самые высокие—в июле ( $15,3^{\circ}\text{C}$ ). В отдельные годы средний минимум бывает положительным в марте (1978 г.), ноябре (1917, 1940 гг.), декабре (1960 г.), а отрицательным—в апреле (1929 г.), октябре (1920, 1976 гг.).

Таблица 34  
Средний минимум температуры воздуха  $\bar{t}$  ( $^{\circ}\text{C}$ )

| Месяц                 | $t_{\text{наим}}$ | Год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-----------------------|-------------------|------|-----------|----------|-------------------|------|
| Харьков, обсерватория |                   |      |           |          |                   |      |
| I                     | -19,6             | 1893 | -10,1     | 4,1      | -2,9              | 1915 |
| II                    | -20,8             | 1954 | -10,1     | 4,4      | -1,5              | 1914 |
| III                   | -12,1             | 1928 | -4,5      | 2,8      | 0,6               | 1914 |
| IV                    | -2,0              | 1929 | 2,8       | 1,8      | 8,0               | 1950 |
| V                     | 3,6               | 1918 | 8,9       | 1,9      | 13,4              | 1906 |
| VI                    | 9,0               | 1904 | 12,6      | 1,6      | 16,5              | 1948 |
| VII                   | 11,1              | 1904 | 14,4      | 1,2      | 17,4              | 1931 |
| VIII                  | 10,3              | 1909 | 13,0      | 1,6      | 16,9              | 1929 |
| IX                    | 4,8               | 1916 | 8,2       | 1,6      | 12,2              | 1937 |
| X                     | -3,6              | 1920 | 2,8       | 2,1      | 7,2               | 1929 |
| XI                    | -8,3              | 1902 | -2,0      | 2,8      | 2,4               | 1917 |
| XII                   | -14,6             | 1933 | -7,6      | 3,2      | -2,1              | 1947 |
| Год                   | 0,6               | 1908 | 2,4       | 1,0      | 4,1               | 1925 |
| Харьков, АМСГ         |                   |      |           |          |                   |      |
| I                     | -19,9             | 1950 | -10,5     | 4,3      | -3,5              | 1952 |
| II                    | -21,1             | 1954 | -9,1      | 4,1      | -2,2              | 1957 |
| III                   | -12,3             | 1952 | -4,2      | 2,8      | 0,7               | 1978 |
| IV                    | 0,6               | 1955 | 3,7       | 1,9      | 8,5               | 1975 |
| V                     | 6,7               | 1945 | 9,7       | 1,5      | 13,1              | 1979 |
| VI                    | 11,2              | 1937 | 13,5      | 1,5      | 16,9              | 1975 |
| VII                   | 13,0              | 1976 | 15,3      | 1,2      | 18,6              | 1938 |
| VIII                  | 12,1              | 1950 | 14,3      | 1,2      | 17,6              | 1972 |
| IX                    | 6,2               | 1958 | 9,2       | 1,5      | 11,8              | 1937 |
| X                     | -0,9              | 1976 | 3,2       | 1,9      | 7,7               | 1974 |
| XI                    | -7,5              | 1953 | -1,2      | 2,4      | 2,4               | 1940 |
| XII                   | -11,9             | 1978 | -6,1      | 3,1      | 1,2               | 1960 |
| Год                   | 1,4               | 1956 | 3,2       | 0,9      | 5,1               | 1966 |

Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) среднего минимума равно 3—4°C в холодный период (ноябрь—март) и 1—2°C в теплый период (апрель—октябрь).

При длительных вторжениях холодных арктических масс наблюдаются наиболее низкие значения абсолютного минимума температуры воздуха.

Отрицательные значения абсолютный минимум имеет с октября по апрель (табл. 35). В июне—августе он, как правило, положительный. Наиболее низкий абсолютный минимум (—30°C и ниже) отмечался в декабре—феврале, а в 1893, 1895, 1940, 1964 гг.— даже в марте. В январе 1940 г. был зарегистрирован самый низкий абсолютный минимум температуры воздуха (—35,6°C).

Таблица 35

Абсолютный минимум температуры воздуха  $T$  (°C)

| Месяц                 | $T_{\text{наим}}$ | Год  | $\bar{T}$ | $\sigma$ | $T_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-----------------------|-------------------|------|-----------|----------|-------------------|------|
| Харьков, обсерватория |                   |      |           |          |                   |      |
| I                     | —35,0             | 1940 | —23,0     | 5,5      | —9,7              | 1915 |
| II                    | —35,0             | 1893 | —21,0     | 5,8      | —4,8              | 1914 |
| III                   | —25,7             | 1898 | —15,0     | 4,7      | —5,1              | 1912 |
| IV                    | —12,6             | 1896 | —4,0      | 3,1      | 0,8               | 1951 |
| V                     | —6,0              | 1918 | 1,0       | 2,5      | 8,5               | 1906 |
| VI                    | —1,1              | 1916 | 6,0       | 2,4      | 11,0              | 1903 |
| VII                   | 6,0               | 1900 | 9,0       | 1,3      | 13,4              | 1938 |
| VIII                  | 1,2               | 1900 | 7,0       | 2,4      | 13,5              | 1937 |
| IX                    | —4,8              | 1907 | 1,0       | 2,3      | 7,5               | 1937 |
| X                     | —18,1             | 1912 | —5,0      | 3,3      | 0,6               | 1938 |
| XI                    | —22,0             | 1908 | —12,0     | 5,1      | —2,6              | 1917 |
| XII                   | —31,4             | 1895 | —19,0     | 5,3      | —8,5              | 1912 |
| Год                   | —35,0             | 1940 | —26,0     | 4,3      | —17,9             | 1925 |
| Харьков, АМСГ         |                   |      |           |          |                   |      |
| I                     | —35,6             | 1940 | —22,5     | 5,2      | —13,0             | 1975 |
| II                    | —29,8             | 1967 | —21,7     | 4,8      | —12,1             | 1974 |
| III                   | —32,2             | 1964 | —14,3     | 5,2      | —2,9              | 1978 |
| IV                    | —11,4             | 1952 | —3,0      | 2,8      | 1,6               | 1951 |
| V                     | —1,9              | 1940 | 2,8       | 2,1      | 8,8               | 1979 |
| VI                    | 2,2               | 1937 | 7,1       | 2,1      | 11,5              | 1948 |
| VII                   | 5,7               | 1957 | 10,3      | 1,6      | 13,9              | 1972 |
| VIII                  | 2,2               | 1966 | 8,2       | 2,1      | 12,8              | 1937 |
| IX                    | —2,9              | 1958 | 1,6       | 2,1      | 6,8               | 1937 |
| X                     | —10,0             | 1949 | —4,4      | 2,8      | 1,8               | 1974 |
| XI                    | —20,9             | 1953 | —10,4     | 4,2      | —3,8              | 1938 |
| XII                   | —26,3             | 1959 | —18,3     | 5,1      | —4,0              | 1960 |
| Год                   | —35,6             | 1940 | —25,5     | 3,8      | —18,6             | 1971 |

Наиболее высокие значения абсолютного минимума наблюдаются в июле (9—10°C). В сентябре и октябре абсолютный

минимум становится отрицательным. Значительное понижение температуры воздуха в эти месяцы наносит большой ущерб народному хозяйству. Особенно низкий абсолютный минимум температуры ( $-18,1^{\circ}\text{C}$ ) наблюдался в октябре 1912 г.

Изменчивость абсолютного минимума наибольшая ( $\sigma = 5 \dots 6^{\circ}\text{C}$ ) зимой, а наименьшая ( $\sigma = 1 \dots 2^{\circ}\text{C}$ ) летом. (X)

Средний из абсолютных минимумов дает представление о том, какое понижение температуры можно ожидать почти ежегодно.

Частоту появления абсолютного минимума различной вероятности в течение года можно определить по графику изоплет (рис. 7).

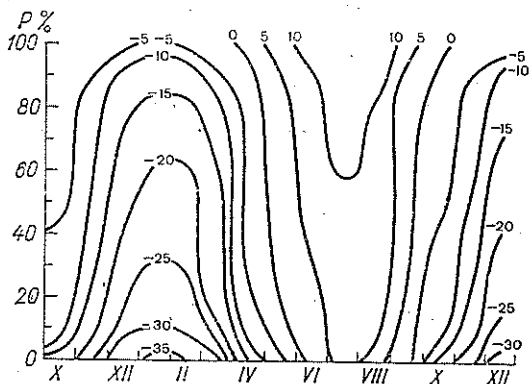


Рис. 7. Изоплеты абсолютного минимума температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) различной вероятности  $P$  (%) ниже указанных пределов.

**Заморозки.**<sup>1</sup> Заморозок — это понижение температуры воздуха до  $0^{\circ}\text{C}$  и ниже на фоне установившихся положительных температур. Заморозки отмечаются в основном в переходные сезоны. Период, в течение которого они не наблюдаются, называют безморозным. Заморозки бывают обычно ночью или в ранние утренние часы при ясной тихой или со слабым ветром погоде в результате радиационного выхолаживания подстилающей поверхности или при адвекции холодного воздуха.

В Харькове, в северной возвышенной части города (Харьков, обсерватория), последний заморозок в среднем наблюдается 29 апреля, а первый — 5 октября (табл. 36). Продолжительность безморозного периода составляет 158 дней. В то же время на юго-западной окраине города (Харьков, АМСГ) заморозки наступают и оканчиваются на 5 дней позже, а продолжительность безморозного периода на 11 дней больше. Ранее наступление заморозков осенью в городе можно объяснить местоположением станции, которая размещена в университетском саду на участке, отличающемся большей морозоопасностью.

В отдельные годы средние даты весенних и осенних заморозков могут сдвигаться в ту или другую сторону на месяц и более. Так, самый поздний заморозок в городе наблюдался 2 июня

<sup>1</sup> Эта часть раздела подготовлена М. П. Ткаченко.

Таблица 36

Даты первого и последнего заморозка и продолжительность  $\tau$  (дни) безморозного периода

| Станция               | Дата заморозка      |      |         |          |               |      |                  |      |         |          |               |      | Г <sub>нач</sub> | Год  | $\tau$ | $\sigma$ | Г <sub>кон</sub> | Год  |
|-----------------------|---------------------|------|---------|----------|---------------|------|------------------|------|---------|----------|---------------|------|------------------|------|--------|----------|------------------|------|
|                       | последнего (весной) |      |         |          |               |      | первого (осенью) |      |         |          |               |      |                  |      |        |          |                  |      |
|                       | самая ранняя        | год  | средняя | $\sigma$ | самая поздняя | год  | самая ранняя     | год  | средняя | $\sigma$ | самая поздняя | год  |                  |      |        |          |                  |      |
| Харьков, обсерватория | 24 III              | 1951 | 29 IV   | 15,0     | 2 VI          | 1916 | 10 IX            | 1900 | 5 X     | 10,0     | 31 X          | 1955 | 113              | 1916 | 158    | 19,0     | 200              | 1905 |
| Харьков, АМСГ         | 24 III              | 1966 | 4 V     | 11,3     | 9 V           | 1952 | 18 IX            | 1958 | 10 X    | 12,5     | 10 XI         | 1967 | 149              | 1956 | 158    | 16,3     | 208              | 1938 |
| Казачья Лопань        | 31 III              | 1973 | 8 V     | 13,4     | 1 VI          | 1937 | 9 IX             | 1939 | 27 IX   | 11,5     | 9 XI          | 1967 | 120              | 1936 | 141    | 16,3     | 201              | 1967 |

1916 г., а самый первый осенью — 10 сентября 1900 г. В условиях ранней весны и поздней осени начало и окончание заморозков возможно соответственно 10 ноября (1967 г.) и 24 марта (1951, 1966 гг.). Продолжительность безморозного периода может колебаться от 113 (1916 г.) до 208 дней (1938 г.).

Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) дат первого и последнего заморозков составляет 10—15 дней, а  $\sigma$  безморозного периода равно 16—19 дням.

Сравнивая данные метеостанций, находящихся в разных районах города (Харьков, обсерватория; Харьков, АМСГ) с данными метеостанции Казачья Лопань, расположенной за городом (45 км), можно видеть, что в городе начало заморозков осенью наступает на 6—10 дней позже, его окончание — на 4—9 дней раньше, а продолжительность безморозного периода на 14—25 дней больше.

Весной температура воздуха в период заморозков может понижаться до  $-5^{\circ}\text{C}$ . В большинстве случаев (78 %) последний заморозок бывает интенсивностью до  $-2^{\circ}\text{C}$ , а понижение температуры воздуха до  $-1^{\circ}\text{C}$  наблюдается через год (табл. 37). Один раз в 10 лет (10 %) возможны заморозки интенсивностью  $-3^{\circ}\text{C}$  и ниже. Такие заморозки заканчиваются, как правило, в середине апреля. Так, в 1938 г. последний заморозок интенсивностью  $-4,6^{\circ}\text{C}$  отмечался 13 апреля. Особо опасны заморозки в мае, температура воздуха в этот период может понижаться до  $-2^{\circ}\text{C}$ . Такая температура воздуха в мае наблюдалась два раза (1940, 1952 гг.).

Таблица 37

Повторяемость (%) заморозков различной интенсивности

| Показатель          | Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$ |              |              |       |
|---------------------|---|--------------|--------------|-------|
|                     | 0,0... -1,0                             | -1,1... -2,0 | -2,1... -3,0 | <-3,0 |
| Последний заморозок | 50,0                                    | 27,5         | 12,5         | 10,0  |
| Первый заморозок    | 46,1                                    | 28,2         | 23,1         | 2,6   |

Вероятность начала заморозков в сентябре 23 %, их интенсивность может доходить до  $-3^{\circ}\text{C}$ . Например, в 1958 г. при раннем наступлении холодной погоды осенью первый заморозок наблюдался 18 сентября (температура воздуха  $-2,9^{\circ}\text{C}$ ). Один раз в 30 лет возможны осенние заморозки интенсивностью  $-3,0^{\circ}\text{C}$  и ниже. Так, в 1972 г. первый заморозок отмечался 3 ноября, температура воздуха понизилась до  $-4,6^{\circ}\text{C}$ .

Колебания в датах наступления и прекращения заморозков обуславливают в отдельные годы значительную изменчивость продолжительности безморозного периода. Чаще (72 %) безморозный период составляет 160—200 дней (табл. 38). Вероятность



безморозных периодов менее 150 дней составляет 3 %, а более 200 дней — 8 %.

Таблица 38

Повторяемость  $P$  (%) различной продолжительности  $\tau$  безморозного периода

|                      |            |         |         |         |
|----------------------|------------|---------|---------|---------|
| $\tau$ дни . . . . . | $\leq 160$ | 161—180 | 181—200 | $> 200$ |
| $P$ % . . . . .      | 20,6       | 38,4    | 33,4    | 7,6     |

**Максимальная температура воздуха.** Максимальная температура наблюдается в самую теплую часть суток, когда наиболее интенсивно турбулентное перемешивание воздуха.

Средняя максимальная температура воздуха с апреля по октябрь всегда положительная (табл. 39). В отдельные годы средний максимум бывает положительным даже в январе (1936, 1948 гг.), феврале (1925, 1957 гг.), декабре (1947, 1960 гг.), а иногда его значения в несколько раз ниже среднего многолетнего максимума температуры воздуха (январь 1950 г., февраль 1929, 1954 гг., декабрь 1933, 1938 гг.).

В марте в связи с увеличением притока солнечного тепла начинается постепенное повышение дневных температур. С апреля, сразу после таяния снега, происходит интенсивный рост максимальных температур, которые наибольших значений достигают в июле (26,6 °С). Для начала осени (сентября и первой половины октября) характерно постепенное понижение дневных температур, однако еще и поздней осенью наблюдаются возвраты тепла с очень высокими температурами.

Среднее квадратическое отклонение максимальной температуры в течение года изменяется незначительно и равно 2—3 °С.

Предельно высокие температуры характеризует абсолютный максимум температуры воздуха.

Зимой максимальные температуры наблюдаются в тех случаях, когда происходит быстрая адвекция теплых воздушных масс. При этом положительные значения абсолютного максимума составляют 11—13 °С (табл. 40). В теплое время рекордные максимумы отмечаются при стационарных антициклонах с малооблачной погодой и при отсутствии адвекции морского воздуха. С мая по сентябрь абсолютные максимумы превышают 30 °С.

Самый высокий абсолютный максимум был зафиксирован в июле 1931 г. (38,8 °С) и августе 1946 г. (37,6 °С).

Изменчивость ( $\sigma$ ) абсолютного максимума составляет 2—3 °С и только в марте она увеличивается до 5 °С, что обусловлено неустойчивостью погодных условий в этом месяце.

Средний из абсолютных максимумов дает представление о температурах, которые можно ожидать ежегодно, тогда как абсолютный максимум температуры воздуха отмечается крайне редко. В июне—августе максимальная температура всегда выше 25 °С. В это время она может повышаться до 35 °С и выше с различной вероятностью (рис. 8).

Таблица 39

Средний максимум температуры воздуха  $\bar{t}$  (°C)

| Месяц                 | $t_{\text{наиб}}$ | Год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | $t_{\text{наим}}$ | Год  |
|-----------------------|-------------------|------|-----------|----------|-------------------|------|
| Харьков, обсерватория |                   |      |           |          |                   |      |
| I                     | 1,1               | 1948 | -4,2      | 3,3      | -11,3             | 1950 |
| II                    | 1,6               | 1925 | -3,4      | 3,5      | -12,1             | 1929 |
| III                   | 7,5               | 1914 | 2,1       | 2,6      | -2,5              | 1929 |
| IV                    | 19,3              | 1950 | 12,9      | 3,0      | 5,6               | 1929 |
| V                     | 26,5              | 1921 | 21,3      | 2,5      | 16,0              | 1912 |
| VI                    | 30,8              | 1924 | 24,4      | 2,5      | 20,3              | 1933 |
| VII                   | 31,5              | 1936 | 26,5      | 1,8      | 22,9              | 1912 |
| VIII                  | 31,7              | 1929 | 25,8      | 2,0      | 22,8              | 1933 |
| IX                    | 24,1              | 1923 | 20,1      | 2,1      | 16,7              | 1914 |
| X                     | 18,4              | 1935 | 11,8      | 3,2      | 6,1               | 1946 |
| XI                    | 8,3               | 1923 | 3,4       | 2,4      | -2,4              | 1920 |
| XII                   | 2,4               | 1947 | -2,2      | 2,5      | -7,7              | 1933 |
| Год                   | 13,4              | 1934 | 11,5      | 0,9      | 9,9               | 1912 |

## Харьков, АМСГ

|      |      |      |      |     |       |      |
|------|------|------|------|-----|-------|------|
| I    | 0,7  | 1936 | -4,2 | 3,4 | -11,8 | 1950 |
| II   | 1,5  | 1957 | -3,0 | 3,0 | -11,9 | 1954 |
| III  | 6,5  | 1966 | 2,3  | 2,2 | -2,3  | 1963 |
| IV   | 19,2 | 1950 | 13,4 | 2,6 | 9,6   | 1958 |
| V    | 25,6 | 1979 | 21,1 | 2,4 | 16,2  | 1941 |
| VI   | 30,3 | 1946 | 25,0 | 2,2 | 21,3  | 1978 |
| VII  | 32,4 | 1938 | 26,6 | 2,3 | 22,6  | 1976 |
| VIII | 30,9 | 1938 | 25,8 | 2,1 | 21,6  | 1980 |
| IX   | 24,5 | 1937 | 20,0 | 2,1 | 15,4  | 1973 |
| X    | 18,7 | 1935 | 11,5 | 2,8 | 5,7   | 1946 |
| XI   | 7,7  | 1969 | 4,1  | 2,0 | -0,6  | 1956 |
| XII  | 4,9  | 1960 | -1,1 | 2,5 | -7,0  | 1938 |
| Год  | 13,9 | 1975 | 11,8 | 1,0 | 9,5   | 1976 |

Таблица 40

Абсолютный максимум температуры воздуха  $T$  (°C)

| Месяц                 | $T_{\text{наиб}}$ | Год  | $\bar{T}$ | $\sigma$ | $T_{\text{наим}}$ | Год  |
|-----------------------|-------------------|------|-----------|----------|-------------------|------|
| Харьков, обсерватория |                   |      |           |          |                   |      |
| I                     | 11,2              | 1948 | 3,0       | 2,4      | -0,8              | 1947 |
| II                    | 11,0              | 1915 | 4,0       | 3,2      | -6,0              | 1954 |
| III                   | 20,5              | 1947 | 11,0      | 5,1      | 2,5               | 1929 |
| IV                    | 28,4              | 1950 | 22,0      | 3,1      | 16,1              | 1933 |
| V                     | 34,1              | 1924 | 29,0      | 2,6      | 22,7              | 1916 |
| VI                    | 38,5              | 1924 | 32,0      | 2,6      | 25,5              | 1933 |
| VII                   | 38,8              | 1931 | 34,0      | 2,8      | 28,0              | 1916 |
| VIII                  | 37,5              | 1946 | 33,0      | 2,7      | 26,2              | 1915 |
| IX                    | 33,0              | 1944 | 29,0      | 2,5      | 22,3              | 1914 |
| X                     | 28,2              | 1952 | 21,0      | 4,2      | 11,7              | 1946 |
| XI                    | 20,2              | 1932 | 13,0      | 3,5      | 5,0               | 1920 |
| XII                   | 10,2              | 1935 | 6,0       | 2,6      | -0,8              | 1920 |
| Год                   | 38,8              | 1931 | 35,0      | 2,2      | 31,0              | 1916 |

| Месяц         | $T_{\text{наиб}}$ | Год  | $\bar{T}$ | $\sigma$ | $T_{\text{наим}}$ | Год  |
|---------------|-------------------|------|-----------|----------|-------------------|------|
| Харьков, АМСГ |                   |      |           |          |                   |      |
| I             | 11,0              | 1971 | 3,6       | 2,6      | -1,2              | 1947 |
| II            | 10,6              | 1966 | 4,1       | 3,0      | -5,5              | 1954 |
| III           | 20,5              | 1975 | 11,8      | 4,8      | 2,9               | 1980 |
| IV            | 30,4              | 1975 | 23,3      | 3,0      | 16,6              | 1965 |
| V             | 32,3              | 1958 | 28,4      | 2,4      | 21,0              | 1978 |
| VI            | 35,6              | 1957 | 31,3      | 2,2      | 27,0              | 1974 |
| VII           | 37,1              | 1936 | 32,9      | 2,3      | 28,5              | 1979 |
| VIII          | 37,6              | 1945 | 32,9      | 2,6      | 25,9              | 1976 |
| IX            | 32,8              | 1944 | 28,1      | 2,4      | 22,4              | 1959 |
| X             | 28,6              | 1952 | 20,0      | 3,3      | 11,8              | 1946 |
| XI            | 18,5              | 1938 | 12,2      | 2,7      | 7,4               | 1956 |
| XII           | 13,4              | 1976 | 6,8       | 2,6      | 2,5               | 1938 |
| Год           | 37,6              | 1946 | 34,2      | 2,0      | 29,3              | 1976 |

Абсолютная амплитуда температуры воздуха за год (разность между наиболее высоким абсолютным максимумом и наиболее низким абсолютным минимумом) составляет 74,4 °С.

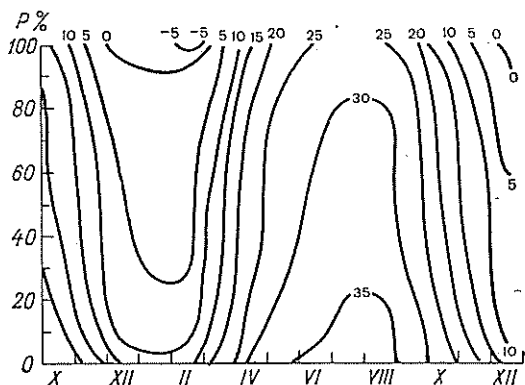


Рис. 8. Изоплеты абсолютного максимума температуры воздуха (°С) различной вероятности  $P$  (%) выше указанных пределов.

В конце книги в приложении приведена средняя суточная, минимальная и максимальная температура воздуха за каждый день в течение всего года. Эти данные являются дополнительной характеристикой возможных термических условий каждого дня и могут быть полезны при оценке текущей погоды. Наряду со средними значениями температуры воздуха представлены также границы возможных колебаний средней, минимальной и максимальной температуры каждого конкретного дня.

## 4.2. Температура почвы

При проектировании и строительстве различных подземных сооружений, прокладке подземных коммуникаций, теплотехнических расчетах, а также при других видах работ часто используют данные о температуре почвы.

Наблюдения за температурой почвы ведутся круглый год, летом — на участке, лишенном растительности и взрыхленном, а зимой — на поверхности снега. В теплый период на этом же участке с помощью коленчатых термометров Савинова определяют температуру на глубинах 5, 10, 15 и 20 см. На участке с естественным травяным покровом производятся наблюдения за температурой почвы на разных глубинах.

Термический режим почвы зависит от приходящей солнечной радиации, адвекции воздушных масс, механического состава и структуры почвы, ее влажности, характера растительности, рельефа, наличия снежного покрова и т. д.

Температура поверхности почвы значительно изменяется на близком расстоянии, и на ее режим большое влияние оказывают местные особенности подстилающей поверхности. В городе большая часть поверхности почвы имеет асфальтовое и каменное покрытие. С поверхности сухого асфальта практически отсутствует испарение, поэтому почти все тепло поглощенной солнечной радиации затрачивается на его нагревание. Это приводит к тому, что дневные температуры в теплый период на поверхности сухого асфальта значительно выше температуры почвы. В ночные часы суток асфальт и каменные покрытия быстро охлаждаются.

**Средняя температура поверхности почвы.** В районе Харькова почвы представлены черноземом суглинистым и тяжелосуглинистым. В зимние месяцы средняя температура поверхности почвы (снега) незначительно отличается от средней температуры воздуха. Наиболее низкая средняя месячная температура почвы  $-7,2^{\circ}\text{C}$  наблюдается в январе (табл. 41). В отдельные годы температура почвы может понижаться до  $-35^{\circ}\text{C}$  (январь 1963 г.) и повышаться до  $16^{\circ}\text{C}$  (январь 1972 г.) В январе—феврале температура почвы наиболее изменчива ( $\sigma = 4^{\circ}\text{C}$ ).

Весной происходит резкое повышение температуры почвы. В марте средняя температура почвы еще отрицательна ( $-1^{\circ}\text{C}$ ). Наиболее интенсивное повышение температуры почвы происходит от марта к апрелю (более чем на  $10^{\circ}\text{C}$ ) и от апреля к маю (на  $9^{\circ}\text{C}$ ). Однако в аномально холодные годы абсолютный минимум температуры на почве (снеге) в марте может понижаться до  $-35^{\circ}\text{C}$  (1964 г.), в апреле — до  $-14^{\circ}\text{C}$  (1963 г.), а в мае — до  $-4^{\circ}\text{C}$  (1952 г.). В аномально теплом 1968 г. в марте температура почвы достигала  $28^{\circ}\text{C}$ , в апреле  $47^{\circ}\text{C}$ , в мае  $57^{\circ}\text{C}$ .

Летом происходит постепенное увеличение температуры почвы от  $24^{\circ}\text{C}$  в июне до  $26^{\circ}\text{C}$  в июле. Следует отметить, что температура почвы в летние месяцы на  $3-5^{\circ}\text{C}$  выше температуры воздуха. В этот сезон температура поверхности почвы не опускалась ниже  $0^{\circ}\text{C}$ . В дневные часы в ясную погоду поверхность почвы сильно нагревается. В это время был зарегистрирован абсолютный максимум ( $60-61^{\circ}\text{C}$ ) температуры почвы.

Осеню отмечают незначительные различия между температурой поверхности почвы и температурой воздуха. Понижение температуры почвы начинается уже в августе, но более значи-

Таблица 41

Температура поверхности почвы (°С) и ее вероятность выше указанных пределов

| Месяц | T <sub>мин</sub> | Год  | $\bar{t}$ | $\sigma$ | Вероятность, % |    |    |    |     |     |     | T <sub>макс</sub> | Год  |
|-------|------------------|------|-----------|----------|----------------|----|----|----|-----|-----|-----|-------------------|------|
|       |                  |      |           |          | 5              | 10 | 20 | 50 | 80  | 90  | 95  |                   |      |
| I     | -35              | 1963 | -7,2      | 4,0      | -2             | -3 | -3 | -7 | -11 | -13 | -15 | 16                | 1972 |
| II    | -34              | 1954 | -6,5      | 4,0      | -1             | -2 | -3 | -6 | -10 | -13 | -16 | 15                | 1966 |
| III   | -35              | 1964 | -1,0      | 2,6      | 2              | 2  | 1  | -1 | -3  | -5  | -6  | 28                | 1968 |
| IV    | -14              | 1963 | 9,5       | 2,5      | 14             | 13 | 12 | 9  | 7   | 6   | 5   | 47                | 1968 |
| V     | -4               | 1952 | 18,3      | 2,4      | 22             | 21 | 20 | 18 | 16  | 15  | 14  | 57                | 1968 |
| VI    | 2                | 1958 | 23,8      | 2,6      | 28             | 27 | 26 | 24 | 21  | 20  | 19  | 60                | 1972 |
| VII   | 5                | 1957 | 25,5      | 2,3      | 29             | 29 | 28 | 26 | 23  | 22  | 21  | 61                | 1972 |
| VIII  | 0                | 1966 | 23,1      | 1,9      | 26             | 26 | 25 | 23 | 21  | 20  | 20  | 61                | 1961 |
| IX    | -6               | 1975 | 15,5      | 2,0      | 19             | 18 | 17 | 16 | 14  | 13  | 12  | 51                | 1963 |
| X     | -11              | 1976 | 7,2       | 2,0      | 11             | 10 | 9  | 7  | 6   | 4   | 3   | 38                | 1966 |
| XI    | -26              | 1953 | 1,0       | 2,2      | 4              | 4  | 3  | 2  | -2  | -3  | -3  | 26                | 1967 |
| XII   | -29              | 1977 | -3,9      | 2,1      | 0              | -1 | -2 | -4 | -7  | -8  | -9  | 13                | 1960 |
| Год   | -35              | 1963 | 8,8       | 1,0      | 11             | 11 | 10 | 9  | 8   | 7   | 6   | 61                | 1972 |

тельное (на 9°C) наблюдается от сентября к октябрю. В ноябре средняя температура поверхности почвы еще положительная (1°C). В осенние месяцы абсолютный минимум температуры почвы имеет отрицательные значения (сентябрь —6°C, октябрь —11°C, ноябрь —26°C). Абсолютный максимум температуры почвы в сентябре иногда достигает 51°C, в октябре 38°C, в ноябре 26°C. Амплитуда температуры на почве за год в Харькове составляет 33°C (по средним) и 96°C (по абсолютным значениям).

**Заморозки на почве.** Средняя дата образования последнего заморозка весной на почве приходится на конец апреля (табл. 42). Бывают годы, когда заморозки прекращаются как в начале апреля (1973 г.), так и в конце мая (1969 г.). Первые заморозки в среднем отмечаются в конце сентября. Самая ранняя дата заморозка осенью зафиксирована 31 августа 1966 г., самая поздняя — 30 октября 1955 г. Изменчивость дат наступления весенних и осенних заморозков одинакова и составляет 11 дней.

Таблица 42

Даты первого и последнего заморозка и продолжительность  $\tau$  (дни) безморозного периода на почве

| Дата заморозка |     |         |          |               |     | $\tau_{\text{наим}}$ | Год | $\bar{\tau}$ | $\sigma$ | $\tau_{\text{наиб}}$ | Год |
|----------------|-----|---------|----------|---------------|-----|----------------------|-----|--------------|----------|----------------------|-----|
| самая ранняя   | год | средняя | $\sigma$ | самая поздняя | год |                      |     |              |          |                      |     |

Последнего (весной)

4 IV | 1973 | 30 IV | 11,2 | 27 V | 1969 | 109 | 1966 | 150 | 17,0 | 184 | 1955

Первого (осенью)

31 VIII | 1966 | 28 IX | 11,1 | 30 X | 1955 |

Средняя продолжительность безморозного периода на поверхности почвы равна 151 дню. В отдельные годы безморозный период колеблется от 109 (1966 г.) до 184 дней (1955 г.).

На глубине 0,25 м средняя дата первого мороза приходится на середину второй декады декабря, а дата последнего мороза относится к концу третьей декады марта. С увеличением глубины (0,5 м) средняя дата первого мороза смещается на конец второй декады января, а последнего — на начало второй декады марта. Средняя продолжительность безморозного периода с глубиной также увеличивается и на глубине 0,25 м составляет 257 дней, а на глубине 0,5 м — 301 день.

Температура почвы на разных глубинах испытывает значительно меньшие колебания от месяца к месяцу, чем температура поверхности почвы. С октября по март температура почвы с глубиной повышается (табл. 43). Летом при интенсивном прогреве поверхности почвы с глубиной идет заметное понижение темпера-

туры почвы. До глубины 1 м температура почвы в годовом ходе следует за температурой ее поверхности. Чем глубже, тем значительно смещается максимум и минимум почвы в годовом ходе. Уменьшение годовой амплитуды температуры почвы с глубиной особенно заметно в зимний сезон, так как снежный покров защищает землю от резких перепадов температуры.

Таблица 43

Средняя месячная температура (°С) почвы по глубинам

| Месяц | Глубина, м |      | Месяц | Глубина, м |      |
|-------|------------|------|-------|------------|------|
|       | 0,25       | 0,5  |       | 0,25       | 0,5  |
| I     | -0,7       | 0,6  | VIII  | 19,6       | 18,6 |
| II    | -1,1       | 0,1  | IX    | 15,1       | 15,3 |
| III   | -0,1       | 0,4  | X     | 9,1        | 10,2 |
| IV    | 6,3        | 5,2  | XI    | 3,7        | 5,3  |
| V     | 13,9       | 12,1 | XII   | 0,3        | 1,9  |
| VI    | 17,7       | 15,8 | Год   | 8,7        | 8,7  |
| VII   | 20,4       | 18,6 |       |            |      |

Среднее число дней с температурой почвы 0°С и ниже за год на глубине 0,25 м составляет 87 дней, на глубине 0,5 м — 36 дней.

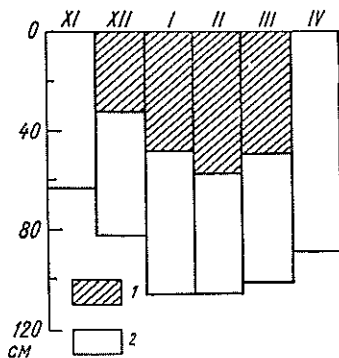


Рис. 9. Средняя (1) и наибольшая (2) глубина проникновения (см) температуры 0°С в почву под естественным покровом.

Число дней с температурой почвы 0°С и ниже значительно колеблется от года к году. В аномально холодные зимы число дней с такой температурой на глубине 0,25 м может достигать 138, а на глубине 0,5 м — 110 дней.

В условиях естественного покрытия поверхности (летом — трава, зимой — снег) ежегодно до отрицательных значений охлаждается лишь верхний слой почвы (50—60 см), но в холодные зимы при небольшой высоте снежного покрова нулевая изотерма проходит до глубины 105 см (рис. 9). Глубина проникновения температуры 0°С в почву не совпадает с глубиной промерзания, так как замерзание почвы зависит от содержания в ней влаги,

растворов солей и других примесей. Глубина проникновения 0 °С и ниже различной вероятности представлена в табл. 44.

Таблица 44

Глубина проникновения нулевой изотермы  $h_{п}$  (см) и ее вероятность выше указанных пределов (по А. К. Шкадовой)

| $h_{п}$ | Вероятность, % |     |    |
|---------|----------------|-----|----|
|         | 2              | 5   | 10 |
| 64      | 107            | 100 | 93 |

Глубина промерзания почвы меньше глубины проникновения температуры 0 °С. В районе Харькова в среднем промерзание почвы (под озимой пшеницей в поле) в ноябре составляет 11 см, в декабре 34 см, в январе 48 см, а в феврале достигает наибольших значений (74 см). В городе, под асфальтовыми покрытиями улиц и площадей, очищаемых от снега, глубина промерзания может быть значительно большей.



## 5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ

### 5.1. Влажность воздуха

Содержание водяного пара в воздухе называют влажностью воздуха. Основным фактором, определяющим режим увлажнения, является атмосферная циркуляция. Наиболее влажный воздух поступает на территорию Украины во все сезоны года со Средиземного моря и с Атлантики. Наиболее беден влагой воздух, поступающий из районов Арктики и центральной части Азиатского материка. Таким образом, воздушные массы в данном районе при одной и той же температуре воздуха будут содержать различное количество водяного пара, в зависимости от района формирования данной воздушной массы.

Водяной пар является очень неустойчивой составной частью атмосферы. Содержание его в воздухе может меняться в зависимости от физико-географических условий местности, времени года, состояния почвы.

Влажность воздуха является одним из элементов увлажнения, имеющего большое народнохозяйственное значение. От влажности воздуха зависит интенсивность испарения с поверхности почвы и водоемов, транспирация влаги растениями, возникновение заморозков, образование туманов. Уровень относительной влажности воздуха существенно влияет на технологические процессы в химической, текстильной и других отраслях промышленности.

Для характеристики влажности воздуха используется несколько показателей. Они отражают либо абсолютное содержание водяного пара в воздухе (например, его упругость, плотность, содержание в единице массы воздуха), либо степень близости воздуха к состоянию насыщения (относительная влажность, дефицит влажности, точка росы). Основные характеристики влажности воздуха — это упругость водяного пара (абсолютная влажность), относительная влажность и дефицит влажности (недостаток насыщения).

**Упругость водяного пара.** Водяной пар, как и всякий газ, обладает упругостью (давлением). Упругостью водяного пара называется парциальное давление водяного пара, содержащегося в воздухе. Упругость водяного пара пропорциональна его плотности и его абсолютной температуре.

В течение года упругость водяного пара меняется параллельно ходу температуры воздуха. Наименьшие ее значения (3,5—3,7 гПа), так же как и температура воздуха, отмечаются зимой в наиболее холодные месяцы — в январе—феврале (табл. 45). В отдельные годы упругость водяного пара в зимние месяцы может достигать более высоких значений. Так, в декабре 1960 г. она составила 7,1 гПа. Наименьшее ее значение (1,6 гПа) было отмечено в феврале 1954 и 1956 гг.

Весной в связи с общим повышением температуры воздуха упругость водяного пара также увеличивается (от февраля

Таблица 45

Упругость водяного пара  $e$  (гПа)

| Месяц | $e_{\text{наим}}$ | Год  | $\bar{e}$ | $\sigma$ | $e_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|-------------------|------|-----------|----------|-------------------|------|
| I     | 1,8               | 1972 | 3,5       | 1,0      | 5,0               | 1959 |
| II    | 1,6               | 1956 | 3,7       | 1,0      | 5,6               | 1957 |
| III   | 3,0               | 1952 | 4,9       | 0,8      | 6,4               | 1966 |
| IV    | 5,4               | 1965 | 7,3       | 1,1      | 9,5               | 1975 |
| V     | 8,0               | 1950 | 9,9       | 1,0      | 12,6              | 1973 |
| VI    | 11,0              | 1957 | 13,1      | 1,2      | 16,2              | 1948 |
| VII   | 12,7              | 1951 | 15,0      | 1,3      | 18,0              | 1941 |
| VIII  | 12,0              | 1975 | 14,2      | 1,4      | 17,8              | 1941 |
| IX    | 7,9               | 1939 | 10,6      | 1,2      | 13,8              | 1937 |
| X     | 5,4               | 1949 | 7,8       | 1,2      | 10,7              | 1974 |
| XI    | 3,7               | 1953 | 6,0       | 1,0      | 8,1               | 1940 |
| XII   | 3,0               | 1963 | 4,5       | 0,9      | 7,1               | 1960 |
| Год   | 7,7               | 1959 | 8,4       | 1,2      | 9,1               | 1937 |

к марту на 1,2 гПа, а от марта к апрелю на 2,4 гПа). Интенсивное нарастание ее (на 2,6—3,2 гПа) происходит от апреля к маю и от мая к июню.

Средняя месячная упругость водяного пара в мае равна 9,9 гПа. В начале весны вследствие более низких температур воздух наиболее беден влагой, и поэтому упругость водяного пара в отдельные годы составляет лишь 3,0 гПа (март 1952 г.). В конце весны упругость водяного пара может достигать 12,6 гПа (май 1973 г.).

Летом продолжающееся повышение температуры воздуха вызывает увеличение упругости водяного пара. В июле упругость водяного пара достигает наибольших значений (15,0 гПа). В отдельные годы в этом месяце она изменяется от 12,7 (1951 г.) до 18,0 гПа (1941 г.). Затем упругость водяного пара постепенно уменьшается. Значительное ее понижение происходит от августа к сентябрю (3,6 гПа) и от сентября к октябрю (2,8 гПа).

В конце осени (ноябрь) упругость водяного пара равна 6,0 гПа. Однако в отдельные годы значения ее в осенние месяцы могут существенно отклоняться от среднего. Общее влагосодержание воздушных масс нижних слоев атмосферы осенью несколько выше весеннего, так как весной большая часть тепла расходуется на испарение, а не на прогревание почвы.

Амплитуда колебаний средней месячной упругости водяного пара составляет 11,5 гПа.

В Харькове средняя упругость водяного пара за год равна 8,3 гПа (табл. 45).

Изменение упругости водяного пара из года в год характеризуют также значения среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ). В течение всего года значения  $\sigma$  весьма однородны и равны 0,8—1,4 гПа.

Суточный ход упругости водяного пара в значительной мере

определяется ходом температуры воздуха. Изменение упругости водяного пара в течение суток заметно лишь в теплый период. В зимние месяцы максимальные ее значения приходятся на 13 ч, а минимальные на 7 ч. Суточная амплитуда в этот сезон незначительная и составляет всего 0,2—0,3 гПа.

Весной происходит переход от зимнего распределения суточного хода упругости водяного пара к летнему. В марте еще сохраняются черты зимнего хода, а в мае уже наблюдается летний тип распределения. В теплый период амплитуда начинает увеличиваться от 0,5—0,7 гПа и достигает максимума (1,6 гПа) в июне. Именно в летние месяцы суточный ход упругости водяного пара прослеживается очень четко. Перед восходом солнца, почти одновременно с минимумом температуры воздуха, наступает и минимум упругости водяного пара. Затем увеличение температуры воздуха влечет за собой рост упругости водяного пара, который к 8—9 ч достигает своего максимума. Далее начинается интенсивное перемешивание нижних влажных слоев воздуха с верхними, более сухими, вследствие усиления восходящих токов. Это приводит к уменьшению упругости водяного пара. Примерно к 15 ч упругость водяного пара достигает второго, более глубокого минимума. В вечерние часы она опять начинает возрастать, так как вертикальные движения ослабевают, а испарение продолжается. В Харькове летом в течение суток изменение упругости водяного пара составляет в среднем 1,1—1,2 гПа. Максимальная амплитуда суточных колебаний упругости водяного пара наблюдалась в июле 1966 г. и составила 2,9 гПа.

Осенью наблюдается постепенный переход от летнего типа распределения упругости водяного пара к зимнему. Если в сентябре еще сохраняются черты летнего типа, то в ноябре ярко прослеживаются признаки зимнего распределения. Суточная амплитуда в это время уменьшается от 0,5 гПа в сентябре до 0,3 гПа в ноябре.

**Относительная влажность.** Наибольший практический интерес представляет относительная влажность, отражающая степень насыщения воздуха водяным паром и являющаяся хорошим показателем степени увлажнения воздуха. Относительная влажность воздуха равна процентному отношению фактической упругости водяного пара в атмосфере к упругости насыщающего пара при той же температуре. Наиболее часто выпадают осадки при относительной влажности от 80 до 100 %, а при влажности менее 40 % выпадение осадков полностью прекращается. На относительную влажность существенное влияние оказывает подстилающая поверхность. Относительная влажность воздуха в приземном слое всегда имеет суточный и годовой ход, примерно обратный ходу температуры воздуха, т. е. при понижении температуры относительная влажность увеличивается, а при ее повышении уменьшается.

Зимой средняя месячная относительная влажность достигает наибольших значений (табл. 46). Максимум ее (87 %) наблю-

Таблица 46

Относительная влажность воздуха  $f$  (%)

| Месяц | $f_{\text{наим}}$ | Год  | $\bar{f}$ | $\sigma$ | $f_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|-------------------|------|-----------|----------|-------------------|------|
| I     | 72                | 1973 | 84        | 4,5      | 91                | 1938 |
| II    | 66                | 1969 | 84        | 5,3      | 92                | 1957 |
| III   | 70                | 1974 | 82        | 4,5      | 89                | 1938 |
| IV    | 55                | 1968 | 68        | 6,9      | 80                | 1940 |
| V     | 40                | 1949 | 59        | 8,1      | 74                | 1973 |
| VI    | 48                | 1954 | 61        | 6,6      | 73                | 1977 |
| VII   | 49                | 1959 | 63        | 7,8      | 74                | 1973 |
| VIII  | 47                | 1972 | 64        | 8,2      | 84                | 1941 |
| IX    | 52                | 1949 | 67        | 6,6      | 80                | 1940 |
| X     | 56                | 1949 | 77        | 6,1      | 86                | 1940 |
| XI    | 76                | 1975 | 85        | 4,1      | 93                | 1960 |
| XII   | 80                | 1948 | 87        | 2,8      | 94                | 1960 |
| Год   | 67                | 1975 | 73        | 2,2      | 77                | 1977 |

дается в декабре. В этом месяце бывает (в 40 %) даже в 13 ч относительная влажность 90 % и выше (табл. 47). В январе и феврале относительная влажность остается высокой, но все же в среднем за месяц она на 3 % ниже, чем в декабре. В отдельные годы зимой она может изменяться от 66 (февраль 1969 г.) до 94 % (декабрь 1960 г.). С февраля начинается понижение относительной влажности. Среднее квадратическое отклонение ее в зимние месяцы составляет 3—5 %, т. е. в это время относительная влажность характеризуется наименьшей изменчивостью.

Весной, с повышением температуры воздуха, происходит интенсивное понижение относительной влажности (от 82 % в марте до 59 % в мае). Ее значения в 13 ч в марте равны 75 %, в апреле 55 %, а в мае 44 %. В мае наиболее часто относительная влаж-

Таблица 47

## Повторяемость (%) относительной влажности воздуха по градациям. 13 ч

| Влажность, % |     | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   |
|--------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| от           | до  |      |      |      |      |      |      |
| 0            | 9   | —    | —    | —    | —    | 0,1  | —    |
| 10           | 19  | —    | —    | —    | 2,4  | 4,7  | 1,7  |
| 20           | 29  | —    | —    | 0,4  | 12,4 | 19,6 | 16,5 |
| 30           | 39  | —    | 0,4  | 2,5  | 12,0 | 26,4 | 29,7 |
| 40           | 49  | 0,3  | 0,7  | 3,8  | 17,4 | 18,3 | 18,8 |
| 50           | 59  | 1,5  | 4,0  | 13,5 | 14,7 | 9,6  | 13,3 |
| 60           | 69  | 8,2  | 14,0 | 17,1 | 14,6 | 7,2  | 8,2  |
| 70           | 79  | 22,9 | 25,5 | 18,6 | 9,6  | 6,1  | 6,2  |
| 80           | 89  | 32,6 | 25,2 | 24,4 | 10,1 | 5,2  | 3,7  |
| 90           | 100 | 34,5 | 30,2 | 19,7 | 6,8  | 2,8  | 1,9  |

| Влажность, % |     | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|--------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| от           | до  |      |      |      |      |      |      |
| 0            | 9   | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| 10           | 19  | 0,5  | 1,8  | 2,4  | 0,9  | —    | —    |
| 20           | 29  | 13,8 | 11,7 | 9,1  | 2,1  | 0,5  | —    |
| 30           | 39  | 27,6 | 21,8 | 21,3 | 8,6  | 1,9  | 0,4  |
| 40           | 49  | 23,7 | 24,9 | 24,1 | 14,1 | 3,5  | 0,8  |
| 50           | 59  | 13,6 | 15,8 | 19,9 | 16,3 | 7,2  | 2,5  |
| 60           | 69  | 8,5  | 9,4  | 7,6  | 16,9 | 12,0 | 9,0  |
| 70           | 79  | 6,3  | 7,1  | 7,8  | 14,4 | 18,6 | 15,4 |
| 80           | 89  | 4,1  | 4,4  | 3,8  | 13,0 | 22,9 | 31,5 |
| 90           | 100 | 1,9  | 3,1  | 4,0  | 13,7 | 33,4 | 40,4 |

ность в 13 ч колеблется в пределах 30—50 %. В отдельные годы она может изменяться от 40 (май 1949 г.) до 89 % (март 1938 г.). Среднее квадратическое отклонение относительной влажности в отдельные месяцы весной изменяется от 5 до 8 %. В апреле начинают прослеживаться черты летнего распределения относительной влажности, в мае ее распределение происходит по летнему типу. В мае наблюдаются наименьшие значения относительной влажности.

Летом относительная влажность по сравнению с маем несколько увеличивается (на 2—5 %) и составляет 63 %. В июне—июле в 13 ч она выше майской на 3, % в связи с активизацией ливневой деятельности и увеличением количества осадков. В августе относительная влажность возрастает в среднем на 3 %, в 13 ч она равна 49 %. В отдельные годы относительная влажность может изменяться от 47 (август 1972 г.) до 84 % (август 1941 г.). Летом наблюдается наибольшая изменчивость относительной влажности (7—8 %).

Осенью происходит заметное увеличение относительной влажности с 67 % в сентябре до 85 % в ноябре. Если в сентябре в 13 ч относительная влажность равна 49 %, то уже в ноябре она может увеличиться до 79 %. Изменяется относительная влажность в этот сезон от 52 (сентябрь 1949 г.) до 93 % (ноябрь 1960 г.). Осенью изменчивость относительной влажности немного меньше (4—7 %) по сравнению с летом. Относительная влажность за год в среднем составляет в городе 73 %.

Суточный ход и амплитуда суточных колебаний относительной влажности обратны суточному ходу температуры воздуха. Максимальные значения относительной влажности отмечаются перед восходом солнца, в момент минимальных значений температуры воздуха (рис. 10). Затем с восходом солнца начинается постепенное падение относительной влажности, и при достижении максимальных температур в послеполуденные часы относительная влажность имеет минимальные значения.

В зимнее время суточный ход относительной влажности прослеживается слабо. Амплитуда суточного хода в среднем в зимние

месяцы составляет всего 8 %, минимум ее приходится на декабрь, когда относительная влажность за сутки меняется всего на 5 %. В феврале амплитуда увеличивается до 13 %.

Весной относительная влажность испытывает уже значительные колебания в течение суток. В марте максимальные значения относительной влажности (88 %) приходятся на 7 ч, а минимум наступает в 15—16 ч и равен в среднем 70 %. В мае максимум относительной влажности (77 %) сдвигается на 6 ч. Минимальные значения относительной влажности (43 %) отмечаются в 15 ч.

Весной амплитуда суточного хода относительной влажности интенсивно начинает увеличиваться с 18 % в марте до 34 %

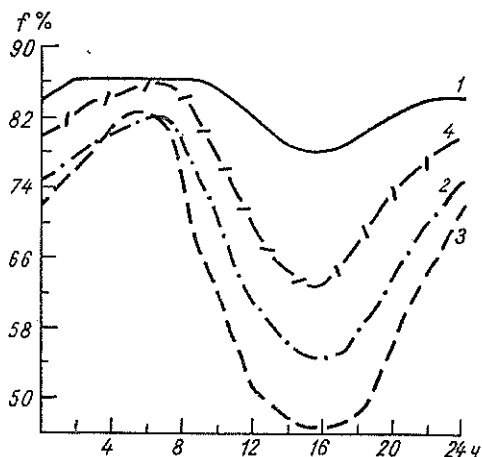


Рис. 10. Суточный ход относительной влажности воздуха  $f$  (%).

1 — зима, 2 — весна, 3 — лето, 4 — осень.

в мае. Летом суточная амплитуда почти не изменяется и она равна 35—36 %. Осенью происходит ее уменьшение — в сентябре до 31 %, в октябре до 26 % и в ноябре до 11 %.

Практический интерес представляет число дней с высокой (80 % и более) и низкой (30 % и менее) относительной влажностью. Дни, когда влажность воздуха днем (13 ч) достигает 80 % и более, относятся к влажным.

В Харькове влажные дни могут отмечаться в течение всего года (табл. 48). Наибольшее число таких дней (22) наблюдается в декабре, а за зиму насчитывается до 55 влажных дней. Весной и летом отмечается резкое снижение влажных дней. Летом бывает всего 6 дней с относительной влажностью 80 % и более. В 75 % в летнее время влажных дней не наблюдается вообще, однако в наиболее влажные годы число их увеличивается до 5—9 дней за месяц. Осенью число влажных дней возрастает особенно интенсивно от октября к ноябрю.

В отдельные годы число дней с относительной влажностью 80 % и более может сохраняться в течение месяца (январь 1938 г., декабрь 1966 г.). Среднее квадратическое отклонение числа влажных дней с октября по апрель равно 4—6, а с мая по сентябрь 1—3 дням.

Таблица 48

Число дней  $n$  с относительной влажностью воздуха 80 % и более. 13 ч

| Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|-----------|----------|-------------------|------|
| I     | 18,1      | 5,9      | 30                | 1938 |
| II    | 14,9      | 5,8      | 24                | 1973 |
| III   | 12,8      | 5,3      | 26                | 1967 |
| IV    | 4,4       | 3,9      | 14                | 1963 |
| V     | 2,5       | 1,9      | 7                 | 1963 |
| VI    | 1,8       | 1,4      | 6                 | 1944 |
| VII   | 2,1       | 1,6      | 5                 | 1974 |
| VIII  | 2,4       | 2,5      | 9                 | 1960 |
| IX    | 2,6       | 1,9      | 9                 | 1968 |
| X     | 7,5       | 4,9      | 18                | 1939 |
| XI    | 16,6      | 4,2      | 27                | 1960 |
| XII   | 21,9      | 3,9      | 30                | 1966 |
| Год   | 107,6     | 15,6     | 138               | 1938 |

В среднем за год в Харькове наблюдается 108 влажных дней, из них на холодное полугодие приходится 82 дня. Наибольшее число (138) таких дней отмечалось в 1938 г., когда в течение декабря, января и февраля почти во все дни относительная влажность не опускалась ниже 80 %. В 1966 г. наблюдалось 133 влажных дней, из них только на январь, февраль и декабрь пришлось 77 дней. Наименьшее число влажных дней (74) было в 1972 г.

Косвенным показателем сухой погоды является число дней с относительной влажностью 30 % и менее. Если в один из сроков наблюдений влажность воздуха равна 30 % и менее, то день считается сухим. Этот показатель применяют для характеристики суховейных и засушливых явлений погоды. Зимой в Харькове сухих дней практически не наблюдается (табл. 49). Так, в декабре с 1936 по 1977 г. только в 1972 г. был отмечен сухой день. До 16 сухих дней отмечается весной. Май характеризуется наибольшим числом (10) таких дней в году. За лето число дней с относительной влажностью 30 % и менее достигает 18. Осенью таких дней около 6, в сентябре 5, а в ноябре бывает 2 сухих дня за 10 лет. Всего за год в среднем наблюдается 41 сухой день. Наибольшим числом (79) сухих дней характеризовался 1963 г., только в мае их было 25, в апреле, июне, августе и сентябре по 11 сухих дней. Наименьшее число сухих дней (20) отмечалось в 1973 г. Среднее квадратическое отклонение числа сухих дней в холодный период составляет один день, а в теплый период  $\sigma$  увеличивается до 4—6 дней.

Представляет интерес и наименьшее значение относительной влажности в один из сроков наблюдений (табл. 50). Так, в Харькове, при среднем значении относительной влажности в феврале 84 %, в 1974 г. относительная влажность в этом месяце составляла всего 22 %. Это — наименьшее значение относительной влаж-

Таблица 49

Число дней  $n$  с относительной влажностью воздуха 30 % и менее

| Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|-----------|----------|-------------------|------|
| I     | 0,2       | 0,8      | 4                 | 1969 |
| II    | 0,2       | 0,7      | 4                 | 1974 |
| III   | 0,2       | 0,4      | 1                 | 1972 |
| IV    | 5,3       | 4,0      | 15                | 1948 |
| V     | 10,2      | 6,0      | 27                | 1949 |
| VI    | 7,1       | 5,1      | 19                | 1975 |
| VII   | 5,7       | 5,6      | 20                | 1959 |
| VIII  | 5,3       | 5,3      | 19                | 1938 |
| IX    | 4,6       | 4,8      | 18                | 1949 |
| X     | 1,1       | 1,9      | 7                 | 1949 |
| XI    | 0,2       | 0,5      | 2                 | 1958 |
| XII   | 0,0       | 0,2      | 1                 | 1972 |
| Год   | 40,1      | 13,8     | 79                | 1963 |

Таблица 50

Минимальная относительная влажность воздуха  $f$  (%) в один из сроков наблюдений

| $f_{\text{мин}}$ | Дата               | $f_{\text{мин}}$ | Дата            |
|------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| 25               | 5 I 1969 г.        | 17               | 14 VII 1938 г.  |
| 22               | 26 II 1974 г.      | 13               | 16 VIII 1966 г. |
| 26               | 11 III 1950 г.     | 12               | 10 IX 1939 г.   |
| 10               | 17 IV 1950 г.      | 13               | 13 X 1949 г.    |
| 7                | 6 V 1950 г.        | 22               | 9 XI 1967 г.    |
| 13               | 19 и 22 VI 1975 г. | 26               | 31 XII 1972 г.  |

ности за последние 40 лет в зимний сезон. Весной самые низкие значения (7 %) отмечались в мае 1950 г., летом (13 %) — в июне 1975 г. и в августе 1966 г.

**Дефицит влажности.** Дефицитом влажности называется разность между насыщающей и фактической упругостью водяного пара при данных температуре и давлении. Недостаток насыщения, как и упругость водяного пара, имеет годовой ход, аналогичный ходу температуры воздуха: с повышением последней при равных значениях упругости водяного пара недостаток насыщения увеличивается. Наибольшие его значения наблюдаются в холодный период года, наименьшие — в теплый.

Зимой в соответствии с годовым ходом температуры воздуха дефицит влажности в Харькове незначителен и составляет всего 0,5—0,6 гПа (табл. 51).

Весной, с повышением температуры воздуха, дефицит влажности очень быстро растет, особенно в дневное время. Значительное увеличение дефицита влажности наблюдается от марта к апрелю



Таблица 51

Дефицит влажности  $d$  (гПа)

| Месяц | $d_{\text{наим}}$ | Год  | $\bar{d}$ | $\sigma$ | $d_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|-------------------|------|-----------|----------|-------------------|------|
| I     | 0,2               | 1950 | 0,5       | 0,2      | 1,0               | 1973 |
| II    | 0,3               | 1967 | 0,6       | 0,2      | 1,1               | 1973 |
| III   | 0,6               | 1939 | 1,2       | 0,4      | 2,2               | 1974 |
| IV    | 2,3               | 1941 | 4,5       | 1,3      | 7,0               | 1950 |
| V     | 3,9               | 1941 | 8,6       | 2,5      | 14,8              | 1949 |
| VI    | 6,2               | 1958 | 10,4      | 2,8      | 17,2              | 1946 |
| VII   | 6,2               | 1976 | 10,9      | 3,2      | 17,8              | 1959 |
| VIII  | 4,1               | 1941 | 9,9       | 3,1      | 18,3              | 1972 |
| IX    | 4,0               | 1940 | 6,4       | 1,7      | 9,8               | 1955 |
| X     | 1,3               | 1940 | 2,7       | 0,9      | 4,8               | 1966 |
| XI    | 0,4               | 1937 | 1,0       | 0,3      | 2,3               | 1967 |
| XII   | 0,4               | 1977 | 0,6       | 0,1      | 0,9               | 1972 |
| Год   | 3,4               | 1976 | 4,8       | 0,7      | 6,5               | 1975 |

(на 3,3 гПа) и от апреля к маю (на 4,1 гПа). Летом дефицит влажности увеличивается и в июле достигает наибольших значений (10,9 гПа). В августе дефицит влажности еще сохраняет высокие значения (9,9 гПа).

Осенью одновременно с понижением температуры воздуха дефицит влажности снижается. От августа к сентябрю наблюдается значительное (3,5 гПа) его понижение. От сентября к октябрю сохраняется интенсивное его падение (на 2,7 гПа). В ноябре дефицит влажности незначителен (1,0 гПа).

Экстремальные месячные значения дефицита влажности изменяются сравнительно в небольших пределах. Зимой они совсем малы — от 0,2 гПа (январь 1950 г.) до 1,1 гПа (февраль 1973 г.). Весной колебания дефицита влажности увеличиваются. Так, в марте 1967 г. дефицит влажности составил всего 0,6 гПа, а в мае 1949 г. 14,8 гПа.

В летние месяцы дефицит влажности в отдельные годы довольно велик. В августе 1972 г. он достигал 18,3 гПа, а в августе 1941 г. был равен 4,1 гПа. При резком увеличении влагосодержания воздушных масс дефицит влажности может также изменяться и быть весьма значительным.

Изменчивость дефицита влажности в месяцы холодного периода (октябрь—март) очень мала; среднее квадратическое отклонение дефицита влажности в это время составляет 0,1—0,6 гПа, тогда как с апреля по сентябрь  $\sigma$  равно 1—3 гПа.

Месяцы со значительным дефицитом влажности характеризуются и большей испаряемостью. По рис. 11 можно определить значения дефицита влажности для июля различной вероятности. Так, один раз в 10 лет он может составлять 15,6 гПа и более или 7,0 гПа и менее.

Данные о суточном ходе дефицита влажности имеют практический интерес, так как дают представление об изменении

испаряемости в течение суток. Зимой суточный ход дефицита влажности незначителен (рис. 12). Наибольшие значения (1,1 гПа)

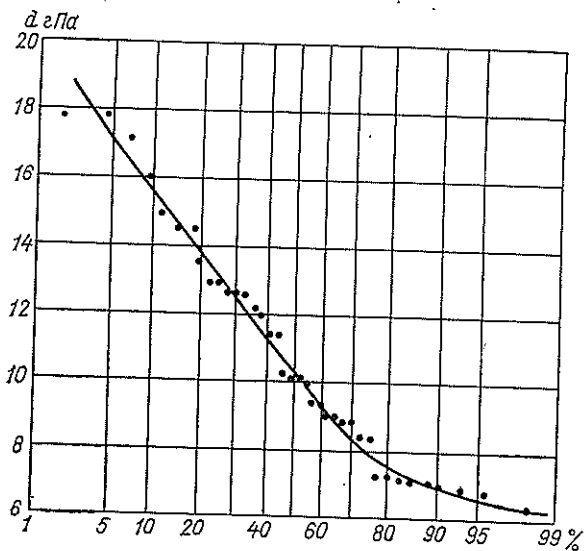
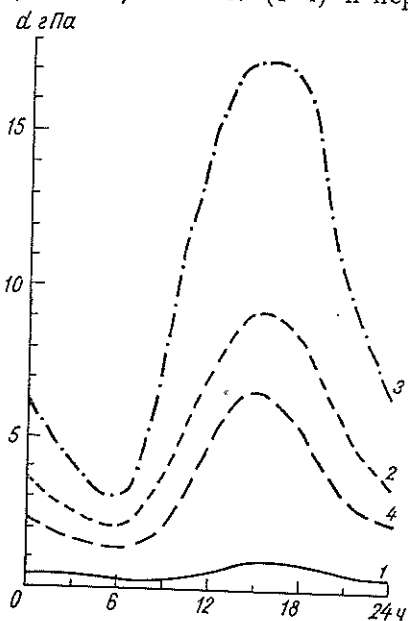


Рис. 11. Интегральная кривая дефицита влажности  $d$  (гПа) различной вероятности (%) выше указанных пределов. Июль.

дефицита влажности наблюдаются днем (13 ч), наименьшие (0,4 гПа) — ночью (1 ч) и перед восходом солнца. Амплитуда суточного хода в это время составляет всего 0,3—0,7 гПа.



Четко выражен суточный ход дефицита влажности летом, когда испаряемость достигает наибольших значений. Дефицит влажности в среднем составляет 3—8 гПа ночью и 15—18 гПа днем. Суточная амплитуда в это время колеблется от 13,5 до 14,6 гПа.

Поздней весной (май) и ранней осенью (сентябрь) суточный ход дефицита влажности близок к летнему типу распределения, а ранней весной и поздней осенью — к зимнему.

Рис. 12. Суточный ход дефицита влажности  $d$  (гПа).

1 — зима, 2 — весна, 3 — лето, 4 — осень.

## 5.2. Атмосферные осадки

Атмосферные осадки представляют собой один из наиболее важных элементов климата. Они составляют приходную часть водного баланса суши. Образование и выпадение осадков связано с развитием слоисто-дождевых, высоко-слоистых, слоистых и кучево-дождевых облаков или облачных систем. В жидком виде осадки представляют собой дождь, ливневой дождь, морось, в твердом — снег, ливневой снег, град, крупа, снежные зерна [68, 72].

Осадки подразделяются на три вида: обложные, морозящие и ливневые. Обложные осадки связаны со слоисто-дождевыми и высоко-слоистыми облаками, образующими сплошной облачный покров. Эти осадки продолжительны и охватывают большую площадь. Чаще всего они выпадают при прохождении атмосферных фронтов. Обложные осадки представляют собой капли дождя среднего размера или снега. Морозящие осадки наблюдаются при плотной слоистой и слоисто-кучевой облачности. Состоят они из очень мелких дождевых капель, снежинок или ледяных игл. Интенсивность этих осадков наименьшая. Ливневые осадки выпадают из кучево-дождевых облаков и характеризуются большой интенсивностью. Они начинаются и кончаются внезапно и продолжительность их незначительная. При ливневых осадках капли дождя крупнее, чем при обложных. В твердом виде — это крупные хлопья снега, снежная крупа или град.

**Количество осадков.** Количество осадков, выпавших на подстилающую поверхность, определяется толщиной образующегося при этом слоя воды (мм). Количество осадков зависит от влагосодержания облаков и подоблачного слоя, термодинамической стратификации атмосферы.

Харьков по количеству осадков относится к зоне недостаточного увлажнения. В городе наблюдаются все виды осадков (табл. 52).

Таблица 52  
Повторяемость (%) различных видов осадков

| Вид осадков         | Зима | Весна | Лето | Осень |
|---------------------|------|-------|------|-------|
| Обложные            |      |       |      |       |
| Твердые             | 46   | 14    | —    | 8     |
| Жидкие              | 24   | 22    | 10   | 47    |
| Смешанные           | 20   | 8     | —    | 7     |
| Ливневые            |      |       |      |       |
| Твердые             | 1    | 2     | —    | 1     |
| Жидкие              | —    | 30    | 74   | 17    |
| Смешанные           | —    | 1     | —    | 1     |
| Обложные и ливневые |      |       |      |       |
| Смешанные           | 9    | 23    | 16   | 19    |

За год в среднем выпадает 528 мм осадков (табл. 53). Несколько меньше осадков выпадает в районе близлежащих метеостанций. Город является своеобразным островом, способствующим увеличению количества осадков. В зависимости от интенсивности и частоты осадкообразующих процессов количество осадков в отдельные годы колеблется в больших пределах. Разница их за год составляет 413 мм. Наиболее дождливым оказался 1919 г. (744 мм, или 141 % нормы), а самым засушливым — 1920 г. (331 мм, или 63 % нормы). Основное количество осадков (348 мм) наблюдается в теплый период (апрель—октябрь), что составляет 66 % годового количества. В холодный период года (ноябрь—март) в среднем выпадает 180 мм осадков, или 34 % годового количества. В течение года осадки распределяются неравномерно; так, зимой они составляют 20 %, весной и осенью по 23 %, а летом 34 % годового количества.

Таблица 53

Количество осадков  $x$  (мм)

| Месяц                       | $x_{\text{наим}}$ | Год  | $\bar{x}$ | $\sigma$ | $C_v$ | $x_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-----------------------------|-------------------|------|-----------|----------|-------|-------------------|------|
| I                           | 5                 | 1894 | 36        | 21,7     | 0,60  | 122               | 1891 |
| II                          | 4                 | 1931 | 30        | 17,8     | 0,59  | 80                | 1952 |
| III                         | 3                 | 1903 | 33        | 19,8     | 0,60  | 104               | 1914 |
| IV                          | 0                 | 1918 | 38        | 24,6     | 0,65  | 105               | 1947 |
| V                           | 6                 | 1934 | 48        | 29,8     | 0,62  | 117               | 1933 |
| VI                          | 4                 | 1946 | 68        | 34,2     | 0,50  | 133               | 1949 |
| VII                         | 7                 | 1905 | 65        | 39,7     | 0,61  | 148               | 1903 |
| VIII                        | 1                 | 1929 | 51        | 37,7     | 0,74  | 137               | 1928 |
| IX                          | 0                 | 1923 | 34        | 23,0     | 0,68  | 97                | 1926 |
| X                           | 0                 | 1896 | 44        | 28,5     | 0,65  | 111               | 1905 |
| XI                          | 2                 | 1926 | 42        | 26,8     | 0,64  | 149               | 1919 |
| XII                         | 3                 | 1903 | 39        | 23,2     | 0,59  | 127               | 1947 |
| Холодный период<br>(XI—III) | 78                | 1921 | 180       | 49,0     | 0,28  | 325               | 1948 |
| Теплый период<br>(IV—X)     | 190               | 1923 | 348       | 78,0     | 0,22  | 510               | 1925 |
| Год                         | 331               | 1920 | 528       | 108,7    | 0,21  | 744               | 1919 |

Для Харькова характерен континентальный тип годового хода осадков с максимумом в летние месяцы и минимумом зимой. В отдельные годы как наибольшее, так и наименьшее количество осадков приходится на разные месяцы (табл. 54). Максимум количества осадков чаще всего (51 %) бывает в июне—июле. В феврале и апреле он ни разу не наблюдался.

В табл. 55 приведена повторяемость отклонений количества осадков от средних значений различного знака. Во все месяцы года преобладают (53—80 %) отклонения осадков ниже средних значений. В мае—августе отклонения ниже нормы могут превышать 40 мм. В холодный период подобных отклонений не отме-

Таблица 54

Повторяемость  $P$  (%) наименьшего и наибольшего количества осадков в отдельные месяцы

| Показатель        | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII |
|-------------------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|----|----|-----|
| $P_{\text{наим}}$ | 8 | 8  | 13  | 10 | 3 | 10 | 6   | 6    | 8  | 10 | 11 | 7   |
| $P_{\text{наиб}}$ | 5 | —  | 1   | —  | 5 | 27 | 24  | 16   | 6  | 6  | 4  | 6   |

Таблица 55

Повторяемость (%) отклонений ( $\Delta x$ ) месячного количества осадков от средних значений по градам

| Месяц | $\Delta x$ ниже нормы, мм |       |       |       | $\Delta x$ выше нормы, мм |       |       |       |        |         |
|-------|---------------------------|-------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|-------|--------|---------|
|       | 0—20                      | 21—40 | 41—60 | 61—80 | 0—20                      | 21—40 | 41—60 | 61—80 | 81—100 | 101—120 |
| I     | 44                        | 18    | —     | —     | 22                        | 9     | 2     | 1     | 4      | —       |
| II    | 46                        | 10    | —     | —     | 30                        | 10    | 4     | —     | —      | —       |
| III   | 48                        | 12    | —     | —     | 29                        | 8     | 2     | 1     | —      | —       |
| IV    | 36                        | 24    | —     | —     | 22                        | 12    | 4     | 2     | —      | —       |
| V     | 29                        | 27    | 2     | —     | 25                        | 8     | 4     | 4     | 1      | —       |
| VI    | 20                        | 15    | 14    | 5     | 21                        | 17    | 6     | 2     | —      | —       |
| VII   | 23                        | 13    | 22    | —     | 15                        | 12    | 12    | 2     | 1      | —       |
| VIII  | 30                        | 21    | 6     | —     | 22                        | 13    | 2     | 1     | 5      | —       |
| IX    | 37                        | 18    | —     | —     | 23                        | 14    | 4     | 4     | —      | —       |
| X     | 35                        | 30    | 1     | —     | 16                        | 8     | 6     | 4     | —      | —       |
| XI    | 38                        | 25    | —     | —     | 22                        | 8     | 2     | 4     | —      | 1       |
| XII   | 33                        | 20    | —     | —     | 28                        | 15    | 1     | 1     | 2      | —       |

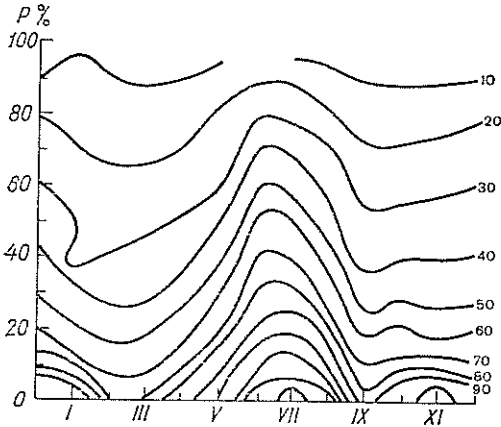
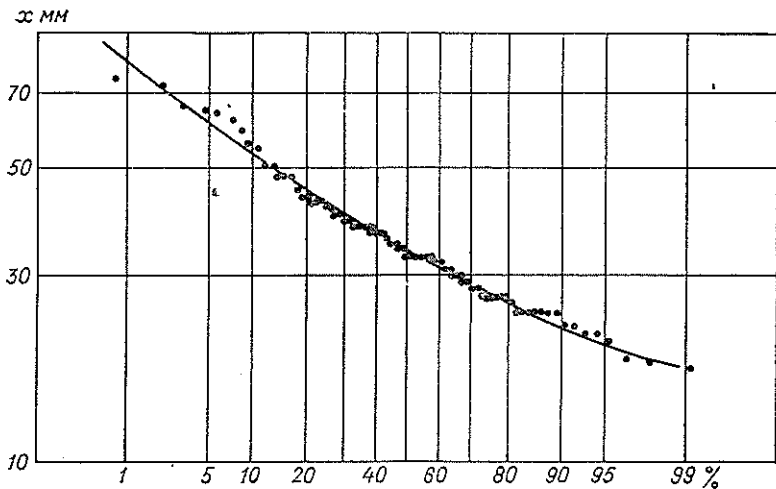
чено. Отклонения выше нормы на 60 мм и более отмечаются в течение всего года, кроме февраля. Однако их повторяемость составляет не более 5 %.

Зимой выпадение осадков часто обусловлено выходом южных циклонов со Средиземного моря. Осадки в этот сезон выпадают из низких облаков: слоистых слоисто-дождевых и кучево-дождевых. Повторяемость слоисто-дождевых облаков вместе с разорванно-дождевыми зимой составляет 80 % (табл. 56). В 90 % осадки имеют обложной характер (табл. 52). Ливневые и смешанные осадки в это время бывают редко (10 %). За зиму количество осадков в Харькове в среднем составляет 105 мм. Из них наименьшее количество (30 мм) обычно выпадает в феврале. Были отмечены и многоснежные зимы, когда в 1891, 1947, 1952 гг. осадки превышали месячную норму в три раза (табл. 53, рис. 13). Однако в малоснежные зимы осадков бывает не более 5 мм. Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) сумм осадков в отдельные месяцы в зимний сезон равно 18—23 мм,  $C_v = 0,60$ . Для решения многих практических задач важно знать не только экстремальные значения, но и суммы осадков различной вероятности. Один раз

Таблица 56

Повторяемость (%) форм облаков во время выпадения осадков

| Сезон | Сl  | Сс  | Сs  | Ac   | As  | Cu   | Cb   | Sc   | Ns   | St   | Frbn |
|-------|-----|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Зима  | 0,4 |     | 0,1 | 4,0  | 4,5 | 0,2  | 1,6  | 19,5 | 19,3 | 19,3 | 19,5 |
| Весна | 2,5 |     | 0,1 | 11,6 | 6,7 | 5,9  | 13,2 | 19,2 | 14,0 | 6,3  | 16,3 |
| Лето  | 5,0 | 0,1 | 0,2 | 20,0 | 7,8 | 11,2 | 25,4 | 14,7 | 4,1  | 1,8  | 9,5  |
| Осень | 0,9 |     |     | 10,2 | 5,6 | 3,2  | 7,8  | 21,8 | 16,2 | 11,3 | 18,4 |

Рис. 13. Изоплеты месячного количества осадков (мм) различной вероятности  $P$  (%) выше указанных пределов.Рис. 14. Интегральная кривая суточного максимума количества осадков  $x$  (мм) различной вероятности выше указанных пределов. Год.

в 50 лет количество осадков в зимние месяцы может достигать 117 мм (рис. 14).

Зимой преобладают твердые осадки (табл. 57). В январе они бывают почти через день. Число дней с жидкими и смешанными осадками в этот сезон почти одинаковое (13—15 дней). Известно, что жидкие и смешанные осадки в зимние месяцы создают неблагоприятные условия для работы городского транспорта и движения пешеходов. Но особенно неблагоприятная обстановка складывается при отрицательной температуре. За холодный период года наблюдается 9 дней с жидкими и смешанными осадками при отрицательной температуре воздуха (табл. 58). В отдельные годы (1953 г.) число дней с жидкими и смешанными осадками при этой температуре может достигать 15.

Таблица 57

Число дней с твердыми, жидкими и смешанными осадками

| Вид осадков | I    | II   | III | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI  | XII  | Год   |
|-------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-------|
| Твердые     | 13,1 | 12,0 | 5,0 | 0,9  | —    | —    | —    | —    | —    | 1,1  | 4,8 | 10,4 | 47,3  |
| Жидкие      | 3,0  | 3,3  | 4,8 | 11,9 | 14,6 | 13,7 | 14,7 | 13,0 | 11,7 | 12,1 | 1,1 | 6,4  | 110,3 |
| Смешанные   | 6,1  | 4,8  | 5,2 | 1,6  | 0,6  | 0,3  | 0,2  | 0,2  | 0,1  | 1,5  | 4,0 | 7,3  | 31,9  |

Таблица 58

Число дней с жидкими и смешанными осадками

| Показатель                                       | I   | II  | III  | XI  | XII  | Год  |
|--|-----|-----|------|-----|------|------|
| Общее число дней                                 | 9,1 | 8,1 | 10,0 | 5,1 | 13,7 | 46,0 |
| Число дней при отрицательной температуре воздуха | 2,1 | 2,2 | 1,0  | 1,1 | 2,3  | 8,7  |

Весной уменьшается повторяемость облаков нижнего яруса и возрастает повторяемость облаков конвекции. Так, повторяемость слоистых облаков составляет 19%. Из всех видов облачности в это время наибольшая повторяемость кучево-дождевых облаков. В весенний сезон по-прежнему велика повторяемость слоисто-дождевых облаков, из которых выпадают обложные осадки. Весной значительно увеличивается частота (до 33%) ливневых осадков (см. табл. 52). За три весенних месяца сумма осадков в среднем составляет 119 мм. Количество осадков в марте практически такое же (33 мм), как и в зимние месяцы, но в апреле оно увеличивается до 38 мм (см. табл. 53). Дальнейшее увеличение осадков связано со значительным повышением влагосодержания воздушных масс. В отдельные годы количество осадков весной колеблется в значительных пределах. Так, в марте 1914 г. апреле 1947 г., мае 1933 г. количество осадков составляло более 100 мм, что превышало среднее месячное значение более чем в три раза. В наиболее засушливые весны месячная сумма осадков не превышала 6 мм. В апреле осадки совсем не выпадали. Весной

среднее квадратическое отклонение месячных сумм осадков колеблется от 13 мм в марте до 30 мм в мае. Один раз в 10 лет количество осадков в весенние месяцы может быть 55 мм в марте, 69 мм в апреле и 88 мм в мае.

С повышением температуры воздуха уменьшается число дней с твердыми (до 5 дней в марте и до 1 дня в апреле) и смешанными осадками и увеличивается число дней с жидкими осадками.

В летние месяцы циклоническая деятельность выражена слабо. С повышением температуры воздуха и увеличением турбулентного перемешивания в нижних слоях атмосферы образуются в основном облака вертикального развития. Летом повторяемость кучево-дождевых облаков составляет 25 %. В этот сезон чаще всего (74 %) наблюдаются осадки ливневого характера (табл. 52). Повторяемость обложных осадков равна всего 10 %. Летом в среднем выпадает 184 мм осадков. В годовом ходе наибольшее их количество отмечается в июне (68 мм) и июле (65 мм). В отдельные годы количество осадков в летние месяцы может составить 2—3 месячных нормы (июнь 1949 г., июль 1903 г., август 1928 г.) или не более 10 % нормы. Среднее квадратическое отклонение количества осадков в отдельные месяцы летнего сезона равно 33—38 мм,  $C_v = 0,50 \dots 0,74$ . Один раз в 50 лет сумма осадков за летние месяцы может достигать 130 мм и более. Летом бывает 13—15 дней в месяц с жидкими осадками и один день за сезон со смешанными.

Осенью повторяемость слоисто-дождевых и разорванно-дождевых облаков возрастает, а кучево-дождевых уменьшается по сравнению с летом. В этот сезон увеличивается частота (62 %) обложных осадков и уменьшается повторяемость осадков ливневого характера. Осенью в среднем выпадает 120 мм осадков. Диапазон колебаний месячных сумм осадков достаточно велик: в ноябре 1919 г. осадков было отмечено 149 мм, а в сентябре 1923 г. и октябре 1896 г. они вообще не наблюдались (табл. 53). Среднее квадратическое отклонение количества осадков в эти месяцы равно 23—29 мм,  $C_v = 0,64 \dots 0,68$ . Один раз в 50 лет количество осадков в октябре может достигать 100 мм и более.

В связи с понижением температуры воздуха осенью могут выпадать осадки в твердом виде. В среднем отмечается до 6 дней с твердыми осадками. В ноябре жидкие и смешанные осадки могут быть при отрицательных температурах.

**Суточное количество осадков.** Режим увлажнения территории в значительной мере определяется ливневой деятельностью, косвенной характеристикой которой является суточный максимум осадков. Сведения о суточном максимуме осадков используются для гидрологических и строительных расчетов, при проектировании сооружений, действующих под открытым небом и для решения многих народнохозяйственных задач.

По сравнению с колебаниями осадков за большие временные интервалы суточное количество осадков подвержено более значительным колебаниям.



В годовом ходе суточного максимума отчетливо прослеживается значительное увеличение его в теплое время года, так как в этот период преобладают ливневые осадки. Однако наибольший суточный максимум за год не присущ какому-либо одному месяцу (табл. 59). Чаще всего (24 %) наибольший суточный максимум осадков за год наблюдается в июле. В отдельные годы (1970, 1977 гг.) он может отмечаться в зимние месяцы (1—2 % лет).

Таблица 59

Повторяемость  $P$  (%) наибольшего суточного максимума осадков в отдельные месяцы

|       |   |    |     |    |   |    |     |      |    |   |    |     |
|-------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|----|---|----|-----|
| Месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| $P$ % | 2 | 1  | 1   | 2  | 9 | 19 | 24  | 21   | 9  | 8 | 2  | 2   |

Зимой в Харькове в среднем за день с осадками выпадает 2 мм, а средний суточный максимум осадков составляет 10 мм (табл. 60). В отдельные годы суточный максимум осадков в зимние месяцы может достигать 30 мм и более (январь 1891 г., декабрь 1935 г.), что превышает средний максимум почти в 4 раза.

Таблица 60

Суточный максимум осадков  $x_{\text{макс}}$  (мм) и его вероятность выше указанных пределов

| Месяц | $\bar{x}_{\text{макс}}$ | $\sigma$ | $C_v$ | Вероятность % |    |    |    |    |    | $x_{\text{макс}}$ наблюдаемый |       |      |
|-------|-------------------------|----------|-------|---------------|----|----|----|----|----|-------------------------------|-------|------|
|       |                         |          |       | 63            | 20 | 10 | 5  | 2  | 1  | мм                            | число | год  |
| I     | 9                       | 5,4      | 0,6   | 7             | 12 | 16 | 20 | 24 | 26 | 33                            | —     | 1891 |
| II    | 8                       | 4,5      | 0,6   | 6             | 12 | 14 | 17 | 22 | 28 | 25                            | 3     | 1930 |
| III   | 9                       | 5,8      | 0,6   | 6             | 12 | 15 | 19 | 24 | 30 | 37                            | 29    | 1914 |
| IV    | 12                      | 8,0      | 0,7   | 8             | 16 | 21 | 25 | 32 | 40 | 46                            | 26    | 1947 |
| V     | 16                      | 10,8     | 0,6   | 11            | 22 | 29 | 36 | 50 | 72 | 57                            | 22    | 1947 |
| VI    | 21                      | 11,7     | 0,6   | 15            | 30 | 36 | 44 | 54 | 64 | 54                            | 27    | 1895 |
| VII   | 23                      | 14,9     | 0,7   | 15            | 31 | 41 | 50 | 64 | 80 | 81                            | 24    | 1946 |
| VIII  | 20                      | 13,1     | 0,7   | 14            | 30 | 40 | 50 | 70 | 82 | 77                            | 23    | 1941 |
| IX    | 14                      | 9,4      | 0,6   | 10            | 22 | 28 | 35 | 44 | 52 | 44                            | 9     | 1975 |
| X     | 16                      | 10,9     | 0,7   | 10            | 21 | 28 | 35 | 46 | 56 | 48                            | 5     | 1905 |
| XI    | 12                      | 7,0      | 0,6   | 8             | 16 | 20 | 25 | 30 | 36 | 35                            | 7     | 1893 |
| XII   | 10                      | 6,6      | 0,6   | 7             | 15 | 19 | 23 | 29 | 34 | 34                            | 23    | 1935 |
| Год   | 37                      | 11,9     | 0,3   | 30            | 45 | 53 | 60 | 72 | 80 | 81                            | 24    | 1946 |

Весной за сутки осадков выпадает больше, чем в зимние месяцы, причем к концу весны (май) средний суточный максимум увеличивается в два раза.

Суточный максимум осадков летом составляет 20—23 мм, что превышает весенний максимум. Один раз в 5 лет в каждом из летних месяцев может наблюдаться суточный максимум осадков, равный 30 мм и более. Один раз в 10 лет суточный максимум

достигает в июне 36 мм, в июле 41 мм и в августе 40 мм. Суточный максимум осадков, равный 80 мм, может наблюдаться не более одного раза в 100 лет.

В осенний сезон средний суточный максимум осадков не превышает 16 мм, однако в отдельных случаях за один день может выпасть количество осадков, равное месячной норме.

За весь рассматриваемый период наблюдений суточный максимум осадков в Харькове составил 81 мм (24 июля 1946 г.) и превзошел средний суточный максимум для июля в 3,5 раза.

Временная изменчивость среднего суточного максимума осадков во все месяцы года одинакова ( $C_v=0,6\dots 0,7$ ).

В летний сезон чаще, чем в другое время года, выпадают значительные и обильные осадки. Значительными считают осадки более 8 мм за 12 ч. Дожди, дающие за сутки 30 мм и более, относятся к обильным и являются опасными для народного хозяйства. Значительные и обильные осадки на Украине выпадают при перемещении южных циклонов с Черного моря и Среднедунайской равнины (60 %), при прохождении фронтов, связанных с циклонами, движущимися с запада над северными районами Украины (15 %). Реже (10 %) они наблюдаются при обострении малоподвижных фронтов в области черноморской депрессии, при перемещении циклонов с северо-запада (10 %), а также при формировании над Украиной малоподвижных циклонов (5 %).

Ущерб, наносимый народному хозяйству значительными и обильными осадками, зависит от количества и продолжительности выпадения, фазового состояния осадков, орографии и т. д. Например, на территории Украины с 17 по 23 июля 1971 г. отмечалась активная циклоническая деятельность на холодной ветви арктического фронта. Возникшие над Балканским полуостровом волновые возмущения затем развивались в циклоны, которые ведущими юго-западными потоками смещались на территорию Украины, где они углублялись, становились высокими образованиями и замедляли скорости смещения до 20—10 км/ч. В отдельные фазы развития циклонов упорядоченные движения достигали 100—150 гПа за 12 ч. Так как воздушные массы в зоне фронтов были стратифицированы влажнонеустойчиво до высоты 6—7 км, то на фронтах в циклоне развивались мощные по вертикали и обширные по площади системы облаков типа кучево-дождевых и слоисто-дождевых, из которых выпадали интенсивные дожди и ливни. Особо опасный характер они приняли в Харьковской области. На посту Райстародубовка, находящимся в 165 км от Харькова, 21 июля за 1 ч выпало 63 мм осадков. Был нанесен ущерб сельскохозяйственным угодьям, размыты дороги, прервано сообщение между населенными пунктами, частично разрушены постройки.

В среднем за год число полусуток со значительными осадками в Харькове составляет 13, наибольшее их число (24) наблюдалось в 1960 г., наименьшее (7) — в 1957 и 1962 гг. Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) числа дней с осадками более 8 мм за 12 ч составляет 5 дней, коэффициент вариации равен 0,4. В зависи-

мости от характера выпадения значительные осадки можно разделить на четыре основных вида: 1) обложные, выпадающие из фронтальных слоисто-дождевых облаков; 2) ливневые, выпадающие из кучево-дождевых облаков; 3) обложные, выпадающие из слоисто-дождевых с маскированными кучево-дождевыми облаками; 4) обложные и ливневые, выпадающие раздельно из слоисто-дождевых и кучево-дождевых облаков, связанных различными синоптическими образованиями. В Харькове значительные осадки в 43 % выпадают в виде ливневых, почти такая же повторяемость (42 %) обложных осадков, на долю смешанных приходится 15 %. Наиболее часто при обложных и ливневых осадках выпадает 8—12 мм.

Обильные осадки в Харькове выпадают в основном в теплый период. За период с 1947 по 1979 г. лишь один раз наблюдались обильные осадки в холодный период (январь 1978 г.). Наибольшая повторяемость (30 %) обильных осадков приходится на август. Бывают обильные осадки не ежегодно, в 36 % лет они не выпадают вообще. В 1949 г. было зарегистрировано 3 обильных дождя. В среднем за один обильный дождь выпадает 40 мм осадков, но в отдельных случаях (июль 1946 г.) количество осадков может достигать 80 мм и более. Средняя продолжительность обильных осадков в районе города составляет 9 ч.

Обильные ливневые дожди опасны для народного хозяйства не только из-за большого количества осадков, но и в связи с большой их интенсивностью. Зимой осадки менее интенсивны, чем в теплый период года. В табл. 61 приведены данные о максимальной интенсивности осадков за 1891—1964 гг.

Таблица 61

Максимальная интенсивность осадков  $I_{\text{макс}}$  (мм/мин) за различные интервалы времени. Год

| Интервал времени, ч мин | $I_{\text{макс}}$ | Дата          |
|-------------------------|-------------------|---------------|
| 0 05                    | 2,5               | 8 VI 1927 г.  |
| 0 10                    | 1,8               | 14 VI 1953 г. |
| 0 20                    | 1,4               | 14 VI 1953 г. |
| 0 30                    | 1,0               | 14 VI 1953 г. |
| 1 00                    | 0,6               | 14 VI 1953 г. |
| 12 00                   | 0,06              | 14 VI 1953 г. |
| 24 00                   | 0,03              | 14 VI 1953 г. |

Число дней с осадками. Частота выпадения осадков характеризуется числом дней с различным количеством осадков. За день с осадками принято считать день, когда за сутки осадков выпало 0,1 мм и более. В среднем за год в Харькове бывает 137 дней с осадками и 65 дней с их следами (0,0 мм) (табл. 62). Диапазон колебаний числа дней с осадками в центральной части города

Таблица 62

## Число дней с различным количеством осадков

| Месяц | Следы<br>(0,0<br>мм) | Осадки, мм |      |      |      |       |       | σ мм  |      |      |      |      |
|-------|----------------------|------------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
|       |                      | ≥0,1       | ≥0,5 | ≥1,0 | ≥5,0 | ≥10,0 | ≥20,0 | ≥30,0 | ≥0,1 | ≥0,5 | ≥1,0 | ≥5,0 |
| I     | 6,9                  | 15,9       | 10,2 | 7,4  | 1,8  | 0,4   | 0,0   | 0,0   | 5,0  | 4,7  | 4,2  | 2,1  |
| II    | 6,8                  | 14,5       | 9,8  | 7,3  | 1,6  | 0,4   | 0,0   | 0,0   | 4,6  | 4,2  | 3,7  | 1,7  |
| III   | 6,4                  | 12,9       | 9,0  | 6,9  | 1,9  | 0,4   | 0,0   | 0,0   | 3,8  | 3,0  | 2,8  | 1,4  |
| IV    | 4,8                  | 10,0       | 7,3  | 6,2  | 1,7  | 0,8   | 0,2   | 0,1   | 3,4  | 3,2  | 2,7  | 1,3  |
| V     | 4,5                  | 9,8        | 8,0  | 6,6  | 3,0  | 1,2   | 0,2   | 0,2   | 3,6  | 3,2  | 3,1  | 2,2  |
| VI    | 4,2                  | 9,8        | 8,2  | 7,1  | 3,4  | 1,6   | 0,4   | 0,1   | 3,8  | 3,2  | 2,9  | 2,3  |
| VII   | 3,7                  | 10,3       | 8,6  | 7,2  | 3,5  | 1,9   | 0,6   | 0,4   | 4,0  | 4,0  | 3,6  | 2,2  |
| VIII  | 4,3                  | 8,6        | 7,4  | 6,5  | 3,2  | 2,1   | 0,7   | 0,3   | 3,6  | 3,4  | 3,3  | 2,1  |
| IX    | 3,4                  | 7,7        | 6,2  | 5,1  | 1,8  | 0,8   | 0,2   | 0,0   | 3,5  | 3,0  | 2,2  | 1,3  |
| X     | 5,5                  | 10,5       | 8,3  | 6,8  | 2,8  | 1,2   | 0,2   | 0,1   | 4,3  | 4,2  | 3,7  | 2,2  |
| XI    | 6,3                  | 12,2       | 8,2  | 6,4  | 2,4  | 0,7   | 0,04  | 0,0   | 4,2  | 3,5  | 3,3  | 2,2  |
| XII   | 8,0                  | 14,5       | 9,5  | 7,0  | 2,4  | 0,7   | 0,0   | 0,0   | 4,0  | 4,8  | 4,0  | 2,3  |
| Год   | 65                   | 137        | 101  | 81   | 30   | 12    | 3     | 1     | 14   | 14   | 13   | 7    |

составляет 92 дня (96 дней в 1920 г. и 188 дней в 1945 г.), а за городом — 61 день (108 дней в 1974 г. и 169 дней в 1966 г.). На зиму приходится 32 % годового числа дней с осадками, весну

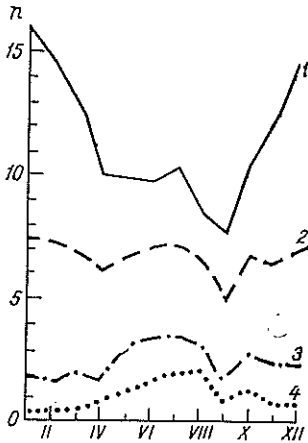


Рис. 15. Число дней  $n$  с различным количеством осадков. 1 —  $\geq 0,1$  мм, 2 —  $\geq 1,0$  мм, 3 —  $\geq 5,0$  мм, 4 —  $\geq 10,0$  мм.

24 %, лето 21 % и осень 23 %. В течение года изменение числа дней с осадками от месяца к месяцу сравнительно небольшое (рис. 15). Наибольшее число дней (16) с осадками отмечается в январе, наименьшее (8) — в сентябре.

Зимой наблюдается в среднем 45 дней с осадками, т. е. осадки выпадают через день, ежемесячно бывает 15—16 дней с осадками и 7—8 дней со следами осадков. Зимой отмечено 30 дней с количеством осадков 0,5 мм и более. В зимний сезон более 20 дней бывает с осадками 1,0 мм и более за сутки. В отдельные зимы

осадки могут выпадать почти в течение всего месяца (27 дней в январе 1966 г.). Бывают годы (февраль 1954, 1976 гг.), когда осадки в зимние месяцы не отмечаются. Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) числа дней с осадками 0,1 мм и более равно 4—5 дням, с осадками 5 мм и более — 2 дням.

Весной по сравнению с зимой число дней с осадками уменьшается до 33. Чаще наблюдаются дни со значительным суточным количеством осадков. В среднем отмечено 24 дня с суточным количеством осадков 0,5 мм и более, т. е. каждый из весенних месяцев может иметь по 7—9 таких дней. Однако в отдельные годы в каждом месяце может отмечаться 14—18 дней (март 1906, 1952 гг.) или их бывает не более 3 (март 1934, 1974 гг.). Число дней с осадками 1 мм и более за каждый весенний месяц равно 7—6 дней. Среднее квадратическое отклонение числа дней с осадками для градаций  $\geq 0,1$ ,  $\geq 1,0$ ,  $\geq 5,0$  мм составляет 3—4 дня.

Летом отмечается 29 дней с осадками и 12 дней со следами осадков. Летом, по сравнению с двумя предшествующими сезонами, возрастает число дней с осадками, начиная с градации 1 мм и более ( $\geq 1$  мм — 21 день,  $\geq 5$  мм — 10 дней,  $\geq 10$  мм — 6 дней,  $\geq 20$  мм — 2 дня,  $\geq 30$  мм — 1 день). Среднее квадратическое отклонение числа дней с осадками в отдельные месяцы равно 4 дням.

Осенью в среднем бывает 30 дней с осадками. Со следами осадков отмечается 3—6 дней ежемесячно. От сентября к ноябрю происходит постепенное увеличение числа дней с осадками.

Осенью насчитывается около 25 дней с количеством осадков за сутки 0,5 мм и более и 18 дней с осадками 1 мм и более. Число дней с осадками может резко меняться из года в год. В наиболее влажные годы оно достигало 22 дней ежемесячно (октябрь 1952 г.). В наиболее сухие годы осадки вообще отсутствовали (октябрь 1896 г.). Среднее квадратическое отклонение числа дней с осадками в отдельные месяцы этого сезона равно 4 дням ежемесячно.

**Продолжительность осадков.** Весьма важной характеристикой осадков является их продолжительность. Продолжительность отдельных дождей колеблется от нескольких минут до двух суток и более. В Харькове суммарная продолжительность выпадения всех видов осадков в среднем за год составляет 1081 ч (табл. 63). Хотя продолжительность осадков является более устойчивой характеристикой, чем количество, однако она также испытывает значительные колебания от года к году. Разница между наибольшей и наименьшей продолжительностью осадков в зимние месяцы больше (243—312 ч), чем в летние (87—91 ч).

Продолжительность выпадения осадков имеет хорошо выраженную закономерность в годовом ходе. Годовой ход продолжительности осадков противоположен годовому ходу их количества. Зимой, когда количество осадков наименьшее и интенсивность их слабая, наблюдаются наиболее продолжительные осадки (494 ч, или 46 % годовой нормы). В это время преобладают мало-

Таблица 63

Средняя продолжительность  $\tau$  (ч) осадков

| Месяц | $\tau_{\text{наим}}$ | Год  | $\bar{\tau}$ | $\tau_{\text{наиб}}$ | Год  | $\bar{\tau}$ в день с осадками |
|-------|----------------------|------|--------------|----------------------|------|--------------------------------|
| I     | 34                   | 1972 | 169          | 346                  | 1968 | 11,4                           |
| II    | 20                   | 1976 | 149          | 263                  | 1952 | 11,2                           |
| III   | 46                   | 1974 | 117          | 204                  | 1964 | 9,5                            |
| IV    | 7                    | 1948 | 68           | 159                  | 1963 | 7,0                            |
| V     | 2                    | 1949 | 52           | 126                  | 1961 | 5,1                            |
| VI    | 3                    | 1946 | 37           | 94                   | 1949 | 4,0                            |
| VII   | 7                    | 1970 | 41           | 94                   | 1950 | 3,7                            |
| VIII  | 1                    | 1974 | 37           | 90                   | 1973 | 4,3                            |
| IX    | 4                    | 1964 | 44           | 137                  | 1959 | 5,1                            |
| X     | 8                    | 1951 | 69           | 204                  | 1952 | 7,2                            |
| XI    | 26                   | 1976 | 122          | 234                  | 1965 | 9,6                            |
| XII   | 67                   | 1972 | 176          | 355                  | 1966 | 11,2                           |
| Год   | 778                  | 1974 | 1081         | 1506                 | 1966 | 8,0                            |

интенсивные и морозящие осадки затяжного характера. Наиболее продолжительные осадки (176 ч) отмечаются в декабре (рис. 16).

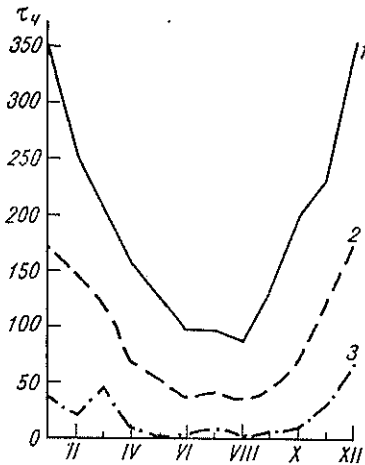


Рис. 16. Наибольшая (1), средняя (2) и наименьшая (3) продолжительность  $\tau$  (ч) осадков.

Бывают годы, когда продолжительность осадков в зимние месяцы достигает 263—355 ч. Особенно продолжительные осадки наблюдались в январе 1968 г. (346 ч) и в декабре 1966 г. (355 ч). Наименьшая продолжительность осадков зимой составляет 20—34 ч в месяц. Продолжительность осадков в день с осадками зимой в среднем равна 11 ч. В отдельных случаях снег может выпадать до 70 ч подряд (21—23 декабря 1966 г.).

От зимы к весне происходит уменьшение продолжительности осадков почти вдвое. Суммарная продолжительность осадков весной равна 237 ч (22 % годовой нормы). Значительное умень-

шение продолжительности осадков отмечается от месяца к месяцу. В мае осадки длятся 52 ч.

В отдельные годы в апреле продолжительность осадков изменяется от 7 до 159 ч. Средняя продолжительность осадков весной в день, когда они наблюдаются, составляет 5—10 ч.

К концу весны осадки становятся более интенсивными, но менее затяжными, что обусловлено изменением вида осадков: обложные осадки сменяются ливневыми, более кратковременными и обильными.

Летом, несмотря на то что в это время выпадает наибольшее количество осадков, продолжительность их в году наименьшая (115 ч, или 10 % годовой нормы). Это объясняется значительной неустойчивостью воздушных масс и преобладанием осадков ливневого характера. В летние месяцы продолжительность осадков невелика (в среднем 37—41 ч в месяц). В некоторые годы продолжительность осадков колеблется от 3 (июнь 1946 г.) до 94 ч (июнь 1949 г., июль 1950 г.). В июле и августе разность между наибольшей и наименьшей продолжительностью осадков составляет 87—89 ч. Средняя продолжительность дождей в день с осадками в летние месяцы равна 4 ч.

Осенью продолжительность осадков в два раза больше, чем летом, и достигает 234 ч (22 % годовой нормы). Следует отметить, что осенью продолжительность осадков немного меньше (на 3 ч), чем весной. В отдельные годы колебания могут достигать в ноябре 208 ч за месяц (от 26 ч в 1976 г. до 234 ч в 1965 г.). От сентября к октябрю происходит значительное увеличение продолжительности осадков (на 25 ч). Продолжительность осадков в день с осадками в начале осени равна 5 ч, а в конце сезона она близка к 10 ч. В это время осадки становятся более продолжительными и менее интенсивными.

**Температурный и ветровой режим при выпадении осадков.** Зимой при суточном количестве осадков от 0,1 до 5,0 мм температура воздуха отмечается наиболее часто в пределах —8,0... 2,0 °С при скорости ветра 2—10 м/с. Если суточное количество осадков равно 5—10 мм, то преобладает средняя суточная температура воздуха от 0 до 2,0 °С и скорость ветра 4—8 м/с. Наиболее редко отмечаются зимой осадки более 10 мм за сутки. Преобладает при этих осадках такая же температура воздуха со скоростью ветра 2—4 м/с.

Зимой во время выпадения осадков чаще всего наблюдаются ветры юго-восточного и восточного направлений скоростью 5,1—6,3 м/с. Наиболее редко осадки выпадают при северном и северо-восточном направлении ветра. Зимой во время выпадения осадков скорость ветра в среднем на 0,5 м/с меньше, чем средняя скорость ветра в целом за сезон.

Весной при количестве осадков за сутки от 0 до 5 мм наблюдается средняя суточная температура воздуха от 0 до 14 °С и скорость ветра 2—10 м/с, причем температура воздуха 6—8 °С и скорость ветра 4—6 м/с имеют наибольшую повторяемость. При

количестве осадков за сутки от 5 до 10 мм наиболее часто бывает средняя суточная температура воздуха от 0 до 2 °С и скорость ветра 4—6 м/с. В дни со значительным количеством осадков (за сутки 10 мм и более) наибольшую повторяемость имеет температура воздуха от 0 до 10 °С. При отрицательных температурах и температурах воздуха выше 10 °С это количество осадков отмечается крайне редко.

Весной выпадение осадков происходит с одинаковой повторяемостью как при юго-восточном, так и при северо-восточном направлении ветра. Весной при выпадении осадков скорость ветра несколько больше, чем средняя скорость ветра в это время. Летом при количестве осадков за сутки 0—5 мм температура равна 16,0—22,0 °С и скорость ветра 0—8 м/с. Средняя суточная температура воздуха 28,0—30,0 °С и скорость ветра 10—18 м/с бывают крайне редко. Наиболее часто при количестве осадков 5—10 мм отмечается температура воздуха 18,0—20,0 °С и скорость ветра 2—6 м/с. В дни, когда осадков за сутки выпадает 10 мм и более, преобладающей является температура воздуха 16,0—22,0 °С и скорость ветра 2—8 м/с.

В летний период во время выпадения осадков преобладает западное (17 %) и северо-западное (18 %) направление ветра. Скорость ветра при этом равна 4,5—5,2 м/с. Наименьшую повторяемость (7 %) при осадках имеет ветер южного направления. Летом во время выпадения осадков скорость ветра несколько выше, чем скорость в это время.

Осенью при выпадении осадков 0—5 мм наибольшую повторяемость имеет температура воздуха от 0 до 14,0 °С и скорость ветра 0—10 м/с, а при осадках 5—10 мм за сутки температура чаще всего бывает 6,0—8,0 °С и скорость ветра 2—8 м/с.

Осенью во время выпадения осадков преобладает ветер западного (18 %) и северо-западного (17 %) направления, скорость ветра при этом составляет 5,5—6,2 м/с. Скорость ветра во время выпадения осадков осенью в среднем на 0,2 м/с больше, чем вообще скорость ветра в это время.

### 5.3. Снежный покров

Снежный покров играет большую роль в формировании климата, оказывает влияние на тепловой баланс деятельного слоя почвы, на режим увлажнения почвы и воздуха. Снег создает дополнительную нагрузку на строения, на линии электропередачи, что иногда приводит к обрыву проводов. При обильных снегопадах нарушается движение городского транспорта и возникают затруднения в работе городского хозяйства.

Снегопады могут отмечаться в Харькове с октября по апрель. Наибольшее их число (18) за последние десять лет наблюдалось в декабре. При снегопадах средняя месячная температура воздуха в переходные периоды в среднем ниже средней месячной на 2—6 °С, а в зимние месяцы — выше на 1—2 °С. В 1970 г. 18 и 19 ян-



варя прошел сильный снегопад, снежный буран. За 42 ч выпало 57,8 мм осадков, снегопады и метели продолжались в течение 65 ч при ветре 12—16 м/с, порывы достигали 22—26 м/с. Прирост снега составил 28 см. Из города было вывезено 4 млн. м<sup>3</sup> снега.

Снежный покров в городе имеет своеобразный характер залегания. Перераспределение снега в городе незначительное в связи с наличием зданий и парков, которые обуславливают уменьшение скорости ветра.

В Харькове снежный покров обычно отмечается в двадцатых числах ноября (табл. 64). Происходит это в среднем через 5 дней после перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С. Иногда он может появиться 13 октября (1959 г.) или лишь 27 декабря (1946 г.). Ранее появление снежного покрова также наблюдалось в 1966, 1967, 1970, 1977 гг., а позднее — в 1938, 1939, 1950, 1952 гг. Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) дат появления снежного покрова составляет 17 дней. Снежный покров один раз в 20 лет может появиться до 25 октября или после 20 декабря.

Образованию устойчивого снежного покрова предшествует предзимье; продолжается оно в среднем 35 дней. В 21 % зим период предзимья отсутствует. В отдельные зимы предзимье бывает очень длительным. Так, в зиму 1970-71 г. оно достигало 88 дней (с 4 ноября по 30 января).

Образование устойчивого снежного покрова в городе происходит, как правило, в конце декабря, после перехода средней суточной температуры воздуха через —5 °С. Бывают зимы, когда устойчивый снежный покров образуется почти на месяц раньше средних дат (1963-64, 1966-67, 1967-68, 1975-76 гг.) или на полтора месяца позже (1945-46, 1947-48, 1955-56, 1970-71 гг.). Наиболее ранняя дата образования устойчивого снежного покрова наблюдалась 17 ноября 1973 г., а наиболее поздняя — 19 февраля 1952 г. Среднее квадратическое отклонение дат образования устойчивого снежного покрова равно 23 дням. Устойчивый снежный покров один раз в 20 лет может образоваться до 25 ноября или 12 февраля.

Весной с повышением температуры воздуха снег начинает таять, происходит разрушение устойчивого снежного покрова. Оно протекает быстрее, чем его образование. Незначительный по высоте снежный покров под влиянием оттепелей разрушается в середине марта, обычно через 11 дней после перехода средней суточной температуры воздуха через —5 °С. В отдельные зимы (1949-50, 1956-57, 1965-66, 1968-69, 1972-73 гг.) устойчивый снежный покров может разрушиться в феврале или в первой декаде апреля (1939-40, 1951-52, 1963-64, 1975-76 гг.). Наиболее раннее разрушение устойчивого снежного покрова отмечалось 24 декабря 1973 г., а наиболее позднее 14 апреля 1963 г. Изменчивость дат разрушения устойчивого снежного покрова составляет 19 дней. Один раз в 20 лет устойчивый снежный покров разрушается до 10 февраля или 6 апреля. В теплые зимы (1935-36, 1954-55 гг.)

Даты появления и схода снежного покрова, образования и разрушения

| Показатель                                    | Наиболее ранняя дата | Зима    | Средняя дата | $\sigma$ | Вероят |        |        |        |
|---|----------------------|---------|--------------|----------|--------|--------|--------|--------|
|   |                      |         |              |          | 5      | 10     | 20     | 30     |
| Дата появления снежного покрова               | 13 X                 | 1959-60 | 22 XI        | 16,9     | 24 X   | 29 X   | 6 XI   | 14 XI  |
| Дата образования устойчивого снежного покрова | 17 XI                | 1973-74 | 27 XII       | 23,0     | 24 XI  | 30 XI  | 9 XII  | 15 XII |
| Дата разрушения устойчивого снежного покрова  | 24 XII               | 1973-74 | 13 III       | 19,2     | 10 II  | 19 II  | 1 III  | 6 III  |
| Дата схода снежного покрова                   | 28 II                | 1965-66 | 29 III       | 11,7     | 11 III | 16 III | 20 III | 23 III |

устойчивый снежный покров вообще не образовывается. Повторяемость таких зим составляет 2 %.

Устойчивый снежный покров в среднем залегаёт около 76 дней. Иногда продолжительность его залегания колеблется от 26 (с 11 февраля по 7 марта 1948 г.) до 131 дня (с 24 ноября 1975 г. по 2 апреля 1976 г.).

После разрушения устойчивого снежного покрова в среднем через 17 дней снег полностью исчезает. Бывают зимы, когда этот период увеличивается до 114 дней (с 24 декабря 1970 г. по 16 апреля 1971 г.). В 40 % зим происходит одновременное разрушение устойчивости снежного покрова и его сход, как это было в 1962-63, 1963-64, 1966-67, 1967-68, 1969-70, 1970-71, 1975-76, 1977-78 гг. и др.

Окончательный сход снежного покрова в городе отмечается в среднем в конце марта и происходит через 7 дней после перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С. В годы с ранней и теплой весной сход снежного покрова наблюдается в начале марта (1937, 1938, 1946, 1960, 1978 гг.). При вторжениях арктических масс воздуха возможны снегопады во второй декаде апреля (1940, 1953, 1963, 1974 гг.). Наиболее ранний сход снежного покрова отмечался 28 февраля 1966 г., а наиболее поздний — 28 апреля 1954 г. Среднее квадратическое отклонение дат схода снежного покрова составляет 12 дней. Снежный покров один раз в 20 лет сходит до 11 марта или после 20 апреля.

Период между появлением и сходом снежного покрова в среднем достигает 126 дней, продолжительность залегания снежного покрова изменяется от 86 дней (с 22 декабря 1937 г. по 17 марта 1938 г.) до 168 дней (с 1 ноября 1973 г. по 16 апреля 1974 г.).

Число дней со снежным покровом равно 91. В отдельные зимы оно колеблется от 48 (1954-55 г.) до 131 дня (1975-76 г.). Сле-

устойчивого снежного покрова и их вероятность ранее указанных дат

| ность, % |        |        |        |        |        |        | Наиболее поздняя дата | Зима    |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|---------|
| 40       | 50     | 60     | 70     | 80     | 90     | 95     |                       |         |
| 20 XI    | 24 XI  | 27 XI  | 30 XI  | 6 XII  | 15 XII | 21 XII | 27 XII                | 1946-47 |
| 19 XII   | 23 XII | 29 XII | 6 I    | 17 I   | 4 II   | 12 II  | 19 II                 | 1951-52 |
| 12 III   | 17 III | 20 III | 23 III | 27 III | 2 IV   | 6 IV   | 14 IV                 | 1962-63 |
| 26 III   | 28 III | 30 III | 2 IV   | 7 IV   | 14 IV  | 20 IV  | 28 IV                 | 1953-54 |

дует отметить, что наибольшее число дней (120—130) со снежным покровом характерно для зим с устойчивым снежным покровом (1939-40, 1962-63, 1963-64, 1966-67, 1969-70 гг.), наименьшее (менее 70), наоборот, для зим без устойчивого снежного покрова (1935-36, 1954-55 гг.). Среднее квадратическое отклонение числа дней со снежным покровом равно 20, коэффициент вариации  $C_v = 0,22$ .

Частоту появления различного числа дней со снежным покровом в отдельные месяцы можно определить по рис. 17. Так, в течение всего месяца снежный покров наблюдается в декабре в 10 % зим, в январе в 50 %,

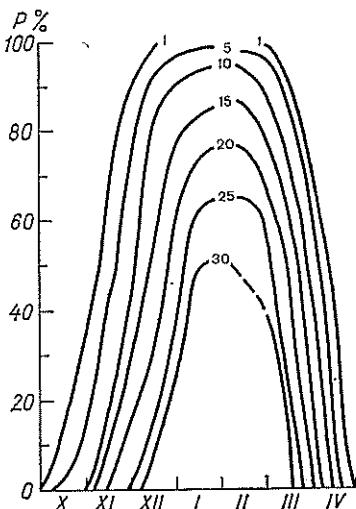


Рис. 17. Изоплеты числа дней со снежным покровом различной вероятности  $P$  (%) выше указанных пределов.

в марте 15 % зим. Очень редко (5 % зим) даже в октябре может быть 5 дней со снежным покровом, а в ноябре с этой вероятностью отмечается 15 дней, в апреле 10 дней.

В Харькове зимой преобладают твердые осадки. В среднем за месяц бывает 10 дней со снегом. Иногда (январь 1954 г.) снег наблюдается в течение всего месяца. Весной (март 1961 г.) и осенью (сентябрь 1977 г.) может быть мокрый снег. В 1965 г. 3 и 4 мая наблюдался ливневой мокрый снег, при этом выпало 10,7 мм осадков.

Высота снежного покрова нарастает постепенно. Наибольших значений она достигает в феврале и первой декаде марта. В ноябре и в начале декабря средняя высота снежного покрова равна 2 см, в конце января 9 см. Наибольшая высота наблюдается в марте и изменяется она от 11 см в первой декаде до 3 см в третьей. Средняя из наибольших высот за зиму равна 17 см, а наибольшая 51 см. В 31 % зим наибольшая декадная высота колеблется от 21 до 30 см, и лишь в 4 % зим может отмечаться 31—40 см и даже 51—60 см. Во второй декаде февраля 1970 г. высота снежного покрова составила даже 77 см.

Одной из характеристик снежного покрова является его плотность. В зависимости от плотности меняются теплопроводность и запас воды в снежном покрове, которые представляют большой интерес для сельского хозяйства, учета стока и т. д. Плотность снежного покрова зависит от состояния погоды. Поэтому она постоянно меняется. На юго-востоке города (Сокольники, АМСГ) среднее значение плотности снежного покрова в декабре, когда свежесневыпавший снег не успел еще уплотниться, составляет 0,15—0,20 г/см<sup>3</sup>, а в марте 0,30—0,35 г/см<sup>3</sup>. В марте происходит таяние снежного покрова и его уплотнение. Во второй декаде декабря 1975 г. плотность снежного покрова составляла 0,51 г/см<sup>3</sup>.

Запас воды в снежном покрове — важная характеристика, широко используемая в практике. В Харькове запас воды в снежном покрове достигает наибольших значений в марте. Однако максимум запаса воды в снеге (207 мм) может наблюдаться и зимой (1969-70 г.).

## 6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

### 6.1. Облачность

Облачность является одной из важных климатических характеристик, так как количество и форма ее тесно связаны с синоптическими процессами данного района. Кроме того, облака уменьшают приток прямой солнечной радиации днем, а ночью защищают землю от выхолаживания, несут дожди и снег, грозы и град.

Режим облачности формируется под влиянием циркуляционных процессов, а также под воздействием подстилающей поверхности. Роль подстилающей поверхности проявляется особенно

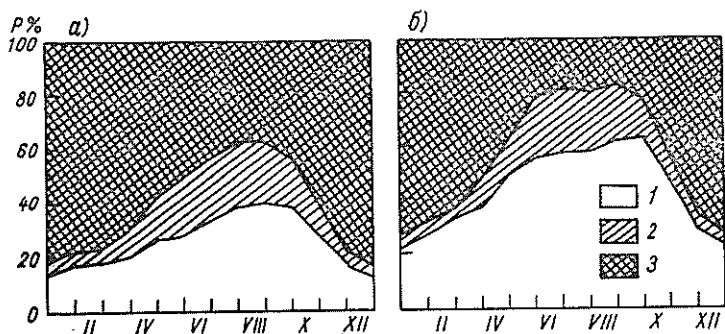


Рис. 18. Повторяемость (%) ясного (1), полуюсного (2) и пасмурного (3) состояния неба по общей (а) и нижней (б) облачности.

в теплый период года, когда с увеличением поступления суммарной радиации возрастает термическая неоднородность подстилающей поверхности. Возникающие при этом восходящие и нисходящие токи способствуют образованию облачности или ее разрушению.

При характеристике облачности обычно рассматривается количество ее на небосводе, форма облаков и высота их нижней границы. Количество облачности определяется визуально, а высота облаков чаще всего с помощью приборов. Степень покрытия небесного свода оценивается по 10-балльной шкале: 0—2 балла—ясно, 3—7 баллов—полуюсно и 8—10 баллов—пасмурно.

Образование облачности над Харьковом в основном связано с атмосферными фронтами. Степень покрытия неба облаками зависит от времени года. В зимние месяцы в городе преобладает пасмурная погода. Повторяемость пасмурного состояния неба в это время составляет 77—82 % по общей облачности и 63—72 % по нижней (рис. 18). Постепенно от зимних месяцев к летним повторяемость пасмурного состояния неба по обоим видам облач-

ности уменьшается, а повторяемость ясного и полужасного значительно увеличивается. Летом повторяемость пасмурного состояния неба наименьшая в году (37—44 % по общей и 17—20 % по нижней облачности). Осенью с усилением циклонической деятельности количество облачности увеличивается и повторяемость пасмурного состояния неба в конце осени уже достигает 77 % по общей облачности и 65 % по нижней.

Повторяемость ясного состояния неба по месяцам имеет обратный ход, т. е. наибольшая повторяемость ясного состояния неба отмечается в августе (40 % по общей облачности и более 60 % по нижней).

Суточное количество облачности характеризует день в целом — ясный или пасмурный. Годовой ход числа ясных и пасмурных дней как по общей, так и по нижней облачности выражен довольно отчетливо. Наибольшее число ясных дней наблюдается в июле—сентябре и составляет в среднем 5—6 дней в месяц по общей 11—14 дней по нижней облачности (табл. 65). В отдельные годы число ясных дней существенно отличается от средних значений. Так, в июле таких дней было 15 по общей облачности (1953 г.) и 27 дней по нижней (1936 г.). Среднее квадратическое отклонение числа ясных дней равно 2—4 дням по общей и 3—6 дням по нижней облачности. Наименьшее число ясных дней (1—2 дня в месяц по общей и 3—6 дней по нижней облачности) бывает зимой. Однако в отдельные годы в зимние месяцы может быть 10 ясных дней по общей (февраль 1976 г.) и 21 день по нижней облачности (январь 1972 г.). В среднем за год в Харькове отмечается 38 ясных дней по общей и 97 дней по нижней облачности. Бывают годы, когда число ясных дней увеличивается до 56 по общей (1949 г.) и 145 по нижней облачности (1937 г.).

Годовой ход пасмурных дней противоположен ходу ясных дней. От зимних месяцев к весенним число пасмурных дней резко уменьшается, а число ясных дней возрастает. С ноября по март отмечается от 16 до 23 пасмурных дней по общей облачности и 10—18 дней по нижней. Среднее квадратическое отклонение числа пасмурных дней по общей и нижней облачности в месяцы холодного периода составляет 4—6 дней. Наименьшее число пасмурных дней характерно для теплого периода с минимумом в июле (5 дней по общей и 1 день (июнь—август) по нижней облачности). Однако и летом бывает до 18 пасмурных дней по общей (июнь 1958 г.) и 6 дней по нижней облачности (июль 1946 г.). В среднем за год наблюдается 149 пасмурных дней по общей и 82 дня по нижней облачности.

Устойчивость ясной и пасмурной погоды можно получить при помощи соотношений:

$$K_{\text{я}} = \frac{\text{число ясных дней } (0/0)}{\text{повторяемость отметок } (0-2 \text{ балла})},$$

$$K_{\text{п}} = \frac{\text{число пасмурных дней } (0/0)}{\text{повторяемость отметок } (8-10 \text{ баллов})},$$

Таблица 65

Число ясных  $n_{я}$  и пасмурных  $n_{п}$  дней по общей и нижней облачности

| Месяц             | $\bar{n}_{я}$ | $\sigma$ | $n_{я}$ наиб | Год  | $\bar{n}_{п}$ | $\sigma$ | $n_{п}$ наиб | Год  |
|-------------------|---------------|----------|--------------|------|---------------|----------|--------------|------|
| Общая облачность  |               |          |              |      |               |          |              |      |
| I                 | 2,0           | 2,1      | 7            | 1972 | 18,5          | 5,5      | 29           | 1966 |
| II                | 2,3           | 2,4      | 10           | 1976 | 16,4          | 5,4      | 26           | 1973 |
| III               | 2,7           | 2,3      | 11           | 1960 | 15,9          | 4,4      | 22           | 1976 |
| IV                | 2,7           | 2,8      | 13           | 1948 | 11,6          | 4,6      | 24           | 1958 |
| V                 | 3,1           | 2,5      | 9            | 1936 | 8,6           | 4,0      | 18           | 1961 |
| VI                | 3,2           | 2,7      | 10           | 1964 | 6,6           | 3,5      | 18           | 1958 |
| VII               | 4,7           | 3,8      | 15           | 1953 | 5,3           | 2,7      | 11           | 1950 |
| VIII              | 5,5           | 3,7      | 14           | 1949 | 5,7           | 3,3      | 15           | 1960 |
| IX                | 5,4           | 3,5      | 14           | 1955 | 6,2           | 3,4      | 14           | 1958 |
| X                 | 3,4           | 2,8      | 10           | 1949 | 12,6          | 4,4      | 22           | 1960 |
| XI                | 1,7           | 1,9      | 7            | 1958 | 19,0          | 4,4      | 28           | 1960 |
| XII               | 1,4           | 1,7      | 7            | 1948 | 22,9          | 4,0      | 30           | 1960 |
| Год               | 38,1          | 11,7     | 56           | 1949 | 149,3         | 15,7     | 185          | 1960 |
| Нижняя облачность |               |          |              |      |               |          |              |      |
| I                 | 5,6           | 4,8      | 21           | 1972 | 13,4          | 5,7      | 24           | 1966 |
| II                | 5,4           | 4,3      | 15           | 1956 | 10,7          | 5,7      | 23           | 1941 |
| III               | 6,3           | 3,5      | 18           | 1972 | 9,8           | 4,4      | 19           | 1977 |
| IV                | 9,0           | 4,4      | 20           | 1948 | 3,7           | 3,2      | 14           | 1958 |
| V                 | 10,3          | 4,3      | 20           | 1937 | 1,7           | 1,4      | 5            | 1941 |
| VI                | 9,2           | 4,7      | 16           | 1951 | 1,0           | 1,4      | 5            | 1945 |
| VII               | 10,6          | 5,7      | 27           | 1936 | 1,2           | 1,7      | 6            | 1946 |
| VIII              | 12,1          | 4,7      | 22           | 1938 | 1,0           | 1,3      | 5            | 1945 |
| IX                | 13,7          | 5,0      | 23           | 1963 | 1,5           | 1,6      | 7            | 1968 |
| X                 | 8,5           | 4,7      | 20           | 1949 | 6,2           | 4,2      | 20           | 1946 |
| XI                | 3,6           | 3,2      | 11           | 1958 | 13,9          | 4,6      | 25           | 1960 |
| XII               | 2,9           | 2,5      | 9            | 1948 | 17,8          | 4,4      | 27           | 1947 |
| Год               | 97,2          | 22,4     | 145          | 1937 | 81,9          | 17,7     | 124          | 1946 |

где  $K_{я}$  и  $K_{п}$  — коэффициент устойчивости ясной или пасмурной погоды. Коэффициент устойчивости ясной погоды по общей и нижней облачности наибольший в июле—сентябре (табл. 66). Особенно устойчива (79—87 %) пасмурная погода зимой.

Таблица 66

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      | $K_{я}$     | 30 | 33 | 37  | 39 | 38 | 38 | 50  | 48   | 50 | 41 | 47 | 42  |
|            | $K_{п}$     | 79 | 79 | 75  | 65 | 55 | 49 | 45  | 39   | 48 | 69 | 82 | 87  |
| Нижняя     | $K_{я}$     | 39 | 47 | 49  | 60 | 62 | 65 | 70  | 70   | 72 | 60 | 48 | 48  |
|            | $K_{п}$     | 71 | 68 | 61  | 50 | 29 | 21 | 26  | 19   | 23 | 55 | 74 | 79  |

В суточном ходе в холодный период максимум облачности наблюдается в утренние часы, а минимум — во вторую половину дня и ночью (табл. 67). В апреле—октябре наибольшего развития облачность (6—8 баллов по общей и 4—5 балла по нижней) достигает во вторую половину дня, а наименьшего (4—6 балла по общей и 2—3 балла по нижней) — в ночные часы. Амплитуда суточного хода облачности наибольшая (3—4 балла) летом.

Таблица 67

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

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

Формы облаков в зависимости от времени года существенно изменяются. При малом влагосодержании воздуха и наличии приземных инверсий над Харьковом преобладают облака слоистообразных форм (рис. 19). Из всех видов облаков в этот сезон повторяемость кучевых С<sub>и</sub> и кучево-дождевых С<sub>б</sub> облаков наименьшая (1 %).

Весной чаще всего наблюдаются высоко-кучевые Ас (31 %), перистые С<sub>1</sub> (26 %) и слоисто-кучевые Sc (26 %) облака. По сравнению с предыдущим сезоном в это время до 7—9 % умень-



шается повторяемость разорванно-дождевых Frnb и слоистых St облаков.

Летом преобладают высоко-кучевые (33 %) и облака вертикального развития (13—23 %). Следует отметить, что в промышленной части города за счет увеличенного количества ядер конденсации чаще, чем в окрестностях, наблюдается образование конвективной облачности. Осенью резко возрастает повторяемость подынверсионных облаков.

Суточный ход облаков зависит от температуры и влажности воздуха. Четко выражен суточный ход кучевой облачности

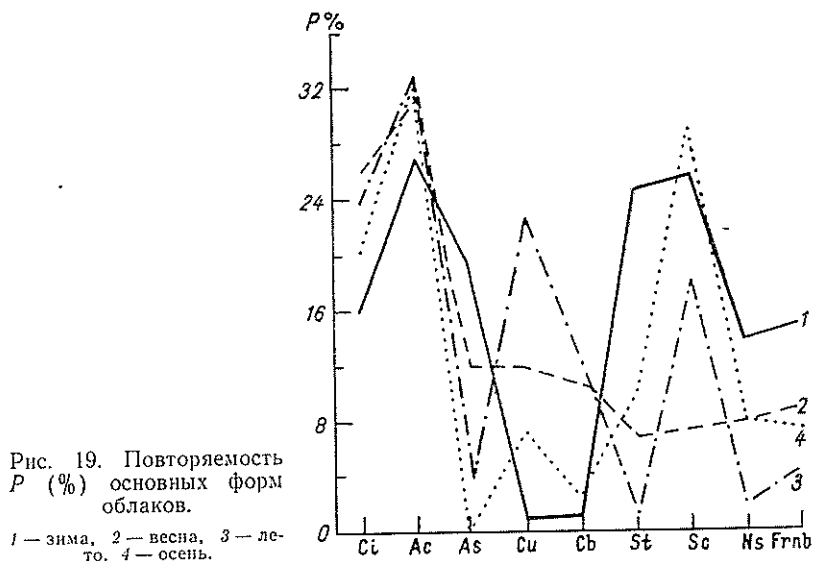


Рис. 19. Повторяемость P (%) основных форм облаков.

1 — зима, 2 — весна, 3 — лето, 4 — осень.

(табл. 68). Во все сезоны максимум ее развития отмечается в послеполуденные часы. Наибольшее количество кучево-дождевых облаков бывает во вторую половину дня (15—18 ч). В ночные часы эти формы облаков отсутствуют во все сезоны. В течение года повторяемость перистых облаков увеличивается после 12 ч. Слоисто-кучевые облака зимой и осенью отмечаются с одинаковой повторяемостью (11—15 %) во все часы суток. Весной и летом количество Sc увеличивается к вечеру.

Высота облаков нижнего яруса, в том числе и вертикального развития, влияет на освещенность, а также на работу авиации. Очень низкая сплошная облачность в значительной мере снижает освещенность, затрудняет взлет и посадку самолетов.

Средняя высота нижней границы облаков в течение года колеблется в значительных пределах (табл. 69). Нижняя граница слоисто-кучевых облаков в среднем в холодный период года составляет 520—620 м, в теплый 740—930 м.

Особенно опасны для авиации низкие слоистообразные облака с высотой основания менее 300 м. Максимальная повторяемость

Таблица 68

## Повторяемость (%) форм облаков в различные часы суток

| Форма облаков | Время, ч |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------|----------|----|----|----|----|----|----|----|
|               | 0        | 3  | 6  | 9  | 12 | 15 | 18 | 21 |
| Зима          |          |    |    |    |    |    |    |    |
| Ci            | 7        | 6  | 6  | 16 | 19 | 19 | 18 | 9  |
| Ac            | 10       | 10 | 8  | 13 | 15 | 17 | 16 | 11 |
| As            | 13       | 13 | 10 | 11 | 15 | 15 | 13 | 10 |
| Cu            | —        | —  | 3  | 3  | 38 | 53 | 3  | —  |
| Cb            | 14       | 4  | 4  | 11 | 14 | 26 | 14 | 13 |
| St            | 11       | 12 | 14 | 15 | 15 | 12 | 11 | 10 |
| Sc            | 13       | 12 | 12 | 11 | 11 | 13 | 14 | 14 |
| Ns            | 12       | 13 | 15 | 13 | 11 | 13 | 12 | 11 |
| Frb           | 12       | 12 | 14 | 14 | 12 | 13 | 12 | 11 |
| Весна         |          |    |    |    |    |    |    |    |
| Ci            | 7        | 7  | 12 | 14 | 16 | 15 | 16 | 13 |
| Ac            | 12       | 11 | 14 | 12 | 12 | 12 | 13 | 14 |
| As            | 13       | 12 | 10 | 12 | 13 | 16 | 12 | 12 |
| Cu            | —        | —  | —  | 6  | 30 | 38 | 25 | 1  |
| Cb            | 7        | 6  | 8  | 9  | 12 | 21 | 21 | 16 |
| St            | 12       | 14 | 19 | 19 | 18 | 8  | 5  | 5  |
| Sc            | 12       | 10 | 13 | 11 | 12 | 13 | 16 | 13 |
| Ns            | 13       | 13 | 17 | 15 | 9  | 10 | 11 | 12 |
| Frb           | 13       | 13 | 15 | 15 | 11 | 11 | 10 | 12 |
| Лето          |          |    |    |    |    |    |    |    |
| Ci            | 9        | 8  | 13 | 12 | 14 | 13 | 15 | 16 |
| Ac            | 12       | 12 | 15 | 12 | 10 | 10 | 13 | 16 |
| As            | 11       | 13 | 13 | 12 | 13 | 12 | 13 | 13 |
| Cu            | —        | —  | 1  | 5  | 30 | 34 | 28 | 2  |
| Cb            | 10       | 7  | 8  | 8  | 10 | 20 | 20 | 17 |
| St            | 5        | 14 | 43 | 28 | 5  | 2  | —  | 3  |
| Sc            | 12       | 9  | 15 | 12 | 8  | 9  | 14 | 21 |
| Ns            | 12       | 12 | 16 | 21 | 10 | 10 | 11 | 8  |
| Frb           | 8        | 10 | 17 | 18 | 14 | 11 | 10 | 12 |
| Осень         |          |    |    |    |    |    |    |    |
| Ci            | 7        | 7  | 9  | 14 | 18 | 18 | 19 | 8  |
| Ac            | 12       | 12 | 12 | 14 | 12 | 12 | 14 | 12 |
| As            | 11       | 10 | 10 | 14 | 15 | 14 | 14 | 12 |
| Cu            | —        | —  | —  | 4  | 38 | 45 | 13 | —  |
| Cb            | 11       | 9  | 8  | 9  | 12 | 20 | 18 | 13 |
| St            | 11       | 8  | 14 | 18 | 18 | 11 | 10 | 10 |
| Sc            | 11       | 11 | 12 | 12 | 12 | 14 | 15 | 12 |
| Ns            | 11       | 15 | 15 | 13 | 11 | 11 | 13 | 11 |
| Frb           | 10       | 13 | 14 | 15 | 12 | 11 | 13 | 12 |

Таблица 69

## Средняя высота (м) нижней границы облаков

| Облака              | I   | II  | III | IV  | V    | VI   |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Кучевые             | 730 | 750 | 780 | 940 | 1000 | 1070 |
| Кучево-дождевые     | 780 | 620 | 690 | 790 | 890  | 940  |
| Слоистые            | 200 | 190 | 190 | 220 | 240  | 300  |
| Слоисто-кучевые     | 530 | 540 | 620 | 840 | 860  | 930  |
| Слоисто-дождевые    | 280 | 290 | 240 | 260 | 370  | 330  |
| Разорванно-дождевые | 240 | 260 | 250 | 290 | 340  | 410  |

| Облака             | VII  | VIII | IX  | X   | XI  | XII | Год |
|--------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Кучевые            | 1040 | 1040 | 990 | 840 | 740 | 640 | 880 |
| Кучево-дождевые    | 920  | 900  | 820 | 730 | 580 | 450 | 760 |
| Слоистые           | 310  | 290  | 280 | 240 | 200 | 270 | 240 |
| Слоисто-кучевые    | 900  | 850  | 820 | 740 | 600 | 520 | 730 |
| Слоисто-дождевые   | 450  | 280  | 320 | 280 | 260 | 230 | 300 |
| Разорванно-кучевые | 380  | 380  | 300 | 300 | 240 | 220 | 300 |

высоты ниже 300 м наблюдается в холодный период года, минимальная — в теплый. Из облаков ниже 300 м в ноябре—марте наиболее часто отмечается облачность, нижняя граница которой лежит в пределах 150 м и ниже, в апреле—октябре — от 200 до 300 м.

Зимой слоистые облака расположены низко (190—270 м) над поверхностью земли. Средняя высота нижней границы слоисто-дождевых и разорванно-дождевых облаков в это время года примерно одинакова (220—290 м). Летом нижняя граница этих облаков в среднем не опускалась ниже 280 м.

В суточном ходе зимой повторяемость низкой облачности начинает возрастать после 3 ч ночи, достигая максимального значения к 8—10 ч утра, т. е. к моменту восхода солнца, что обуславливается наибольшим радиационным охлаждением приземного слоя воздуха. Минимум повторяемости низкой облачности приходится на момент, близкий к заходу солнца (15—19 ч).

Весной и осенью максимум повторяемости низкой облачности приходится на 9 ч, а в летнее время — на 7—8 ч утра, т. е. по мере перехода к теплему периоду максимум повторяемости низкой облачности отодвигается от времени восхода солнца.

Минимум повторяемости низкой облачности летом наступает около 14 ч и держится в течение всего светлого времени суток и

первой половины ночи. В утренние часы в это время ослабление турбулентности и накопление влаги у земли приводит к образованию туманов и низкой облачности.

## 6.2. Дальность видимости

Важной характеристикой прозрачности атмосферы является метеорологическая дальность видимости, под которой понимается то наибольшее расстояние, начиная с которого в светлое время суток перестают различаться абсолютно черные объекты на фоне неба вблизи горизонта, а ночью становится неразличимым нефокусированный источник света определенной интенсивности. Условия видимости в атмосфере определяются в основном состоянием атмосферного воздуха: содержанием в нем водяного пара, пыли, дыма и прочих примесей. Туман, метель, дождь, дымка, снег, пыльная буря уменьшают дальность видимости в зависимости от их интенсивности. Так, дальность видимости в тумане может убывать почти до нуля; очень мала она (десятки, сотни метров) при интенсивных метелях и пыльных бурях. Резко уменьшается видимость и при ливневом дожде. В прозрачном арктическом воздухе, напротив, она может достигать десятков километров и более.

Современный город существенно влияет на величину дальности видимости. В отдельных районах Харькова могут создаваться условия, способствующие значительному ухудшению дальности видимости. В районах города с плотной застройкой высокими зданиями и на оживленных автомагистралях отмечается уменьшение дальности видимости по сравнению с окрестностями.

Характеристика дальности видимости имеет большое значение для всех видов транспорта, особенно воздушного. Результаты исследования видимости объектов на улицах больших городов и шоссежных дорог используются также при разработке оптимальных норм освещенности.

Дальность видимости на метеорологических станциях определяется как инструментально, так и визуально, по выбранным заранее объектам, расстояния до которых известны. Оценка дальности видимости производится по международной шкале видимости.

В Харькове и его окрестностях в течение всего года преобладает дальность видимости от 4 до 10 км (табл. 70). Зимой наблюдается наименьшая видимость. Ограниченная видимость (1 км и менее), когда создаются опасные условия для всех видов транспорта, в это время года составляет 14 %. Видимости более 10 км в зимний сезон почти не бывает (менее 1 %).

Весной видимость улучшается. Уменьшается повторяемость (до 4 %) видимости 1 км и менее. Увеличивается повторяемость видимости более 10 км. Так, в мае она составляет 10 %. Летом отмечается наибольшая видимость. Понижение видимости менее 1 км, которое обусловлено ливнями и радиационными туманами,

Таблица 70

Повторяемость (%) дальности видимости по градациям

| Месяц, сезон,<br>год | Дальность видимости, км |         |         |          |       |
|----------------------|-------------------------|---------|---------|----------|-------|
|                      | 0,0—0,2                 | 0,2—1,0 | 1,0—4,0 | 4,0—10,0 | >10,0 |
| XII                  | 5,4                     | 10,3    | 45,0    | 38,8     | 0,5   |
| I                    | 3,5                     | 8,2     | 40,5    | 47,6     | 0,2   |
| II                   | 3,8                     | 10,9    | 36,8    | 47,7     | 0,8   |
| Зима                 | 4,2                     | 9,8     | 40,8    | 44,7     | 0,5   |
| III                  | 2,5                     | 6,0     | 28,2    | 60,3     | 3,0   |
| IV                   | 1,0                     | 0,7     | 14,6    | 79,0     | 4,7   |
| V                    | 0,1                     | 0,2     | 6,1     | 83,7     | 9,9   |
| Весна                | 1,2                     | 2,3     | 16,3    | 74,3     | 5,9   |
| VI                   | 0,2                     | 0,2     | 5,4     | 81,4     | 12,8  |
| VII                  | 0,2                     | 0,3     | 5,5     | 83,0     | 11,0  |
| VIII                 | 0,2                     | 0,4     | 9,1     | 83,6     | 6,7   |
| Лето                 | 0,2                     | 0,3     | 6,7     | 82,6     | 10,2  |
| IX                   | 0,3                     | 1,4     | 15,2    | 78,1     | 5,0   |
| X                    | 1,2                     | 2,1     | 21,0    | 73,6     | 2,1   |
| XI                   | 2,1                     | 7,0     | 30,7    | 58,2     | 2,0   |
| Осень                | 1,2                     | 3,5     | 22,2    | 69,9     | 3,2   |
| Год                  | 1,6                     | 4,0     | 21,5    | 68,0     | 4,9   |

в эти месяцы наблюдается очень редко (менее 1 %). Видимость более 10 км бывает чаще всего (11—13 %) в июне—июле.

Осенью видимость снова ухудшается. Несколько увеличивается повторяемость (до 5 %) видимости менее 1 км. Очень редко (3 %) наблюдается видимость более 10 км.

Суточный ход дальности видимости четко выражен и определяется суточным ходом относительной влажности и температуры воздуха, направлением и скоростью ветра. Видимость ухудшается в утренние часы. Максимум повторяемости видимости от 0,2 до 4,0 км наблюдается перед восходом солнца или через 1—2 ч после его восхода (рис. 20). В дневные часы видимость улучшается. Минимум повторяемости видимости отмечается в 14—15 ч.

Дальность горизонтальной видимости определяет возможность взлета и посадки самолетов, поэтому в авиации важно знать непрерывную продолжительность видимости 2 км и менее. Непрерывная продолжительность такой видимости колеблется в широких пределах и имеет годовой ход. Так, средняя продолжительность дальности видимости до 1 км в весенне-летние месяцы равна 2—3 ч, в осенне-зимние 4—5 ч. Примерно такая же продолжительность дальности видимости от 1 до 2 км.

Видимость 2 км и менее в ноябре—феврале чаще всего (62 %) наблюдается в течение 8 ч и более. В отдельные годы такая видимость может удерживаться до трех суток и более (декабрь 1936 г., февраль 1977 г.).

Таблица 71

Повторяемость (%) атмосферных явлений при дальности видимости 4 км и менее

| Сезон | Туман | Дымка | Метель, снег | Дождь, морось |
|-------|-------|-------|--------------|---------------|
| Зима  | 15,0  | 62,1  | 17,5         | 5,4           |
| Весна | 10,8  | 71,5  | 7,5          | 10,2          |
| Лето  | 2,6   | 85,4  | —            | 12,0          |
| Осень | 10,9  | 72,8  | 3,9          | 12,4          |

Видимость зависит от атмосферных явлений (табл. 71). Ухудшение дальности видимости до 4 км в течение года в большинстве случаев (62—85 %) связано с дымкой. Следующим явлением

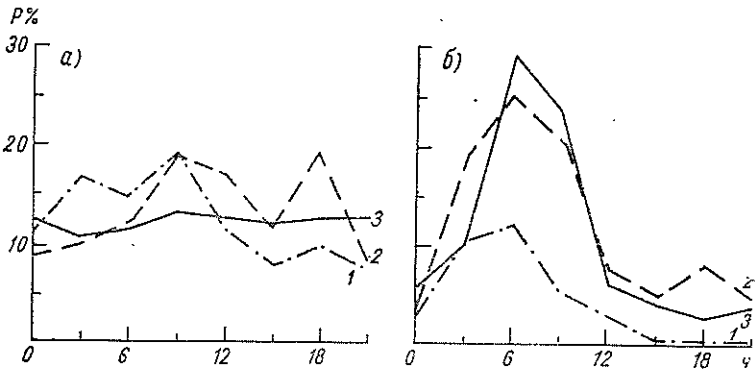


Рис. 20. Повторяемость  $P$  (%) дальности видимости в различные часы суток.

1 —  $\leq 0,2$  км, 2 —  $\leq 1,0$  км, 3 —  $\leq 4,0$  км. а — декабрь—февраль; б — май—сентябрь.

погоды, ухудшающим видимость, является туман. Зимой на долю тумана приходится 15 %, а летом всего 3 %. В зимние месяцы снижение видимости в 18 % обуславливается метелями и снегопадами. Значительный вклад (40 %) в ухудшение дальности видимости за год вносят осадки. В течение года снижение видимости также отмечается при мгле и пыльной буре.

Уменьшение дальности видимости в ноябре—феврале нередко наблюдается при низкой облачности. Это ухудшение видимости связано с образованием подоблачной дымки, которая часто переходит в туман, а также с выпадением морозящих осадков.

Ухудшение видимости до 1 км и менее в холодный период года в большинстве случаев происходит при восточном, юго-восточном и южном направлениях ветра (табл. 72). В теплый период года такая видимость бывает очень редко и наблюдается при северном

и северо-западном ветре. В октябре понижение видимости до 1 км происходит в 28 % при юго-западном направлении ветра.

Таблица 72

Повторяемость (%) направлений ветра при дальности видимости 1 км и менее

| Месяц | С    | СВ   | В    | ЮВ   | Ю    | ЮЗ   | З    | СЗ   |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| I     | 3,9  | 8,3  | 23,3 | 27,6 | 14,9 | 8,8  | 5,5  | 7,7  |
| II    | 5,1  | 4,4  | 14,2 | 46,2 | 16,3 | 8,0  | 1,5  | 4,3  |
| III   | 2,9  | 4,4  | 18,6 | 27,1 | 12,1 | 17,1 | 11,4 | 6,4  |
| IV    | 25,0 | 18,8 | 12,5 | 6,3  | —    | —    | 18,7 | 18,7 |
| IX    | 13,5 | 13,5 | 13,5 | 4,5  | 18,1 | 9,1  | —    | 27,8 |
| X     | 4,0  | 6,0  | 10,0 | 28,0 | 12,0 | 4,0  | 12,0 | 24,0 |
| XI    | 1,3  | 13,0 | 11,8 | 29,3 | 21,6 | 13,0 | 8,7  | 1,3  |
| XII   | 1,7  | 3,2  | 9,3  | 39,1 | 20,8 | 15,9 | 5,5  | 4,5  |

Наиболее часто видимость 1 км и менее наблюдается при штиле и скорости ветра до 5 м/с (табл. 73). В мае—августе при скорости ветра более 3 м/с такая видимость не отмечалась. При скорости ветра более 12 м/с ухудшение видимости до 1 км — редкое явление и бывает лишь в зимние месяцы и в апреле.

Таблица 73

Повторяемость (%) скоростей ветра при дальности видимости 1 км и менее

| Месяц | Штиль | Скорость ветра, м/с |      |      |      |
|-------|-------|---------------------|------|------|------|
|       |       | 1—2                 | 3—5  | 6—11 | ≥ 12 |
| I     | 38,4  | 10,5                | 26,3 | 17,0 | 7,8  |
| II    | 30,0  | 11,8                | 29,0 | 24,1 | 5,1  |
| III   | 33,6  | 20,9                | 28,0 | 17,5 | —    |
| IV    | 63,6  | 6,8                 | 18,2 | 6,9  | 4,5  |
| V     | 100   | —                   | —    | —    | —    |
| VI    | 100   | —                   | —    | —    | —    |
| VII   | 83,3  | 16,7                | —    | —    | —    |
| VIII  | 71,4  | 28,6                | —    | —    | —    |
| IX    | 43,6  | 15,4                | 28,2 | 12,8 | —    |
| X     | 52,8  | 17,0                | 27,4 | 2,8  | —    |
| XI    | 27,1  | 17,2                | 41,6 | 14,1 | —    |
| XII   | 31,6  | 14,7                | 38,1 | 14,2 | 1,4  |

### 6.3. Туман

Туманом называется скопление взвешенных в приземном слое воздуха капель воды или кристаллов льда, ухудшающих горизонтальную видимость до 1 км и менее.

Возникновение тумана связано с ростом относительной влажности воздуха и достижением состояния насыщения его водяным

паром. Увеличение относительной влажности обуславливается ростом атмосферной влажности или понижением температуры. В соответствии с этим туманы делятся на два вида: туманы испарения и туманы охлаждения. В зависимости от причин, вызывающих понижение температуры, туманы охлаждения подразделяются на адвективные и радиационные.

Радиационные туманы появляются в ясные тихие ночи вследствие отдачи тепла подстилающей поверхностью и охлаждения прилегающих слоев воздуха. Толщина слоя воздуха, в котором образуется туман, колеблется от нескольких метров до десятков метров. Радиационные туманы чаще всего образуются в холодную половину года в барических гребнях, центральных частях антициклонов, барических седловинах. Они обычно возникают в низких местах, куда стекается более холодный воздух. В теплое время радиационные туманы бывают редко.

Радиационные туманы часто образуются в районах крупных городов, где развита индустрия. При сгорании топлива в атмосферу выбрасывается много водяного пара, что способствует увеличению влажности и образованию тумана.

Адвективные туманы возникают в относительно теплом и влажном воздухе, перемещающемся над холодной подстилающей поверхностью. Над Украиной такие условия возникают на западной и юго-западной периферии антициклона, расположенного над Уралом или Поволжьем, в теплых секторах циклонов, проходящих по северу Европейской части СССР при выходе южных циклонов, а также при выносе теплых воздушных масс по северной периферии отрога азорского антициклона.

Смешанные, или адвективно-радиационные, туманы возникают при совместном действии адвективного и радиационного факторов. Большое влияние на образование туманов оказывает вертикальное распределение температуры, влажности и ветра. Туман, как правило, образуется при устойчивой стратификации атмосферы, когда температура и влажность слабо понижаются с высотой.

По интенсивности туманы подразделяются на очень сильные (видимость менее 50 м), сильные (50—200 м), умеренные (200—500 м) и слабые (500—1000 м). Густые туманы с видимостью менее 50 м являются особо опасными для всех видов транспорта.

Повторяемость туманов в Харькове имеет четкий годовой ход (табл. 74). Наиболее часто туманы наблюдаются в зимние месяцы (11 дней в декабре, 10 дней в январе). С мая по сентябрь в среднем отмечается 2 дня с туманом. В городе туманов больше, чем за городом.

Число дней с туманом значительно колеблется от года к году. В отдельные годы за холодный период бывает до 20 дней и более в месяц (январь 1939 г., ноябрь 1940 г., декабрь 1936 г.). Иногда в декабре—январе наблюдается всего по 3 дня с туманом (рис. 21).

Летом наибольшее число дней с туманом равно 3—5 (июнь 1951 г., июль 1972 г., август 1945 г.), в отдельные годы в течение



Таблица 74  
Число дней  $n$  с туманом

| Месяц                   | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------------------------|-----------|----------|-------------------|------|
| I                       | 10,0      | 3,8      | 21                | 1939 |
| II                      | 8,2       | 4,2      | 18                | 1939 |
| III                     | 7,8       | 3,4      | 14                | 1964 |
| IV                      | 3,2       | 2,5      | 10                | 1963 |
| V                       | 0,6       | 0,8      | 3                 | 1941 |
| VI                      | 0,7       | 1,0      | 3                 | 1951 |
| VII                     | 1,0       | 1,3      | 5                 | 1972 |
| VIII                    | 1,6       | 1,5      | 5                 | 1945 |
| IX                      | 2,3       | 1,5      | 6                 | 1940 |
| X                       | 4,7       | 3,0      | 12                | 1960 |
| XI                      | 9,0       | 4,1      | 19                | 1940 |
| XII                     | 11,4      | 4,2      | 21                | 1936 |
| Холодный период (X—III) | 51,1      | 11,6     | 87                | 1938 |
| Теплый период (IV—IX)   | 9,4       | 3,4      | 17                | 1940 |
| Год                     | 60,5      | 12,4     | 91                | 1937 |

2—3 месяцев туманов не бывает совсем. Так, в 1971 г. с апреля по август не отмечено ни одного тумана.

В Харькове в среднем за год отмечается 61 день с туманом. В отдельные годы число дней с туманом может сильно отклоняться от среднего значения; так, в 1975 г. наблюдался 41 день с туманом, а в 1937 г. 91 день. Как видно из рис. 22, вероятность такого числа дней с туманом составляет 3%. Один раз в 10 лет в городе может быть 77 дней с туманом.

Значительные колебания числа дней с туманом подтверждаются большими значениями

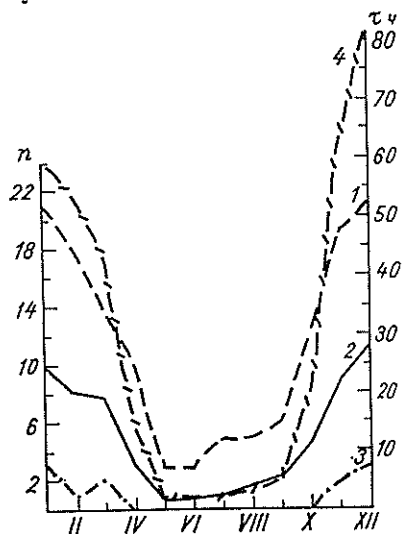


Рис. 21. Наибольшее (1), среднее (2) и наименьшее (3) число дней  $n$  с туманом и продолжительность  $\tau$  (4) туманов.

среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ). С октября по апрель  $\sigma$  равно 3—4, в остальные месяцы 1—2, а за год 12 дням.

Вероятность числа дней с туманом в отдельные месяцы можно

определить по рис. 23. Так, повторяемость 10 дней в декабре составляет 75 %, в январе 51 %, в феврале 40 %.

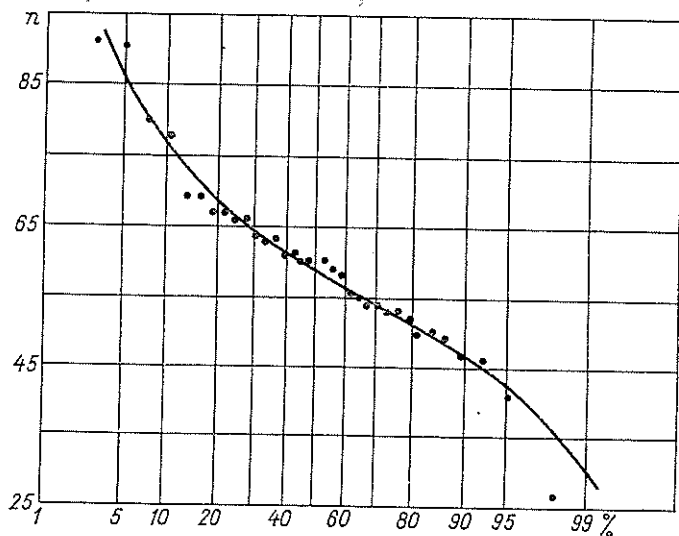


Рис. 22. Интегральная кривая числа дней  $n$  с туманом различной вероятности (%) выше указанных пределов. Год.

Туманы образуются в любое время суток, но наиболее часто они возникают в ночные и утренние часы, когда сильнее сказыва-

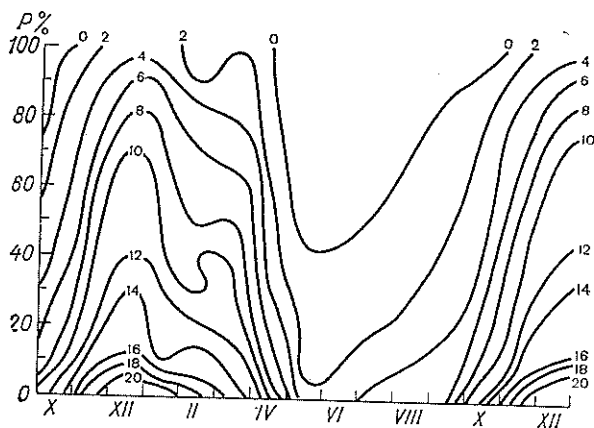


Рис. 23. Изоплеты числа дней с туманом различной вероятности  $P$  (%) выше указанных пределов.

вается влияние радиационного фактора (рис. 24). Зимой вследствие преобладания адвективных туманов суточный ход туманов более сглажен. Летом суточный ход туманов выражен более четко. Время наибольшей вероятности образования туманов в течение

года смещается вместе со временем рассвета, изменяясь от 5—6 ч утра летом до 7—8 ч зимой.

Важной характеристикой туманов является их продолжительность. Продолжительность туманов колеблется в широких пределах. В среднем в холодное полугодие туман продолжается около 5 ч, в теплое 3 ч (табл. 75). Отдельные туманы могут продолжаться десятки часов, иногда несколько суток. Так, 14—17 декабря 1936 г. туман продолжался более 73 ч, а 22—26 декабря — 62 ч.

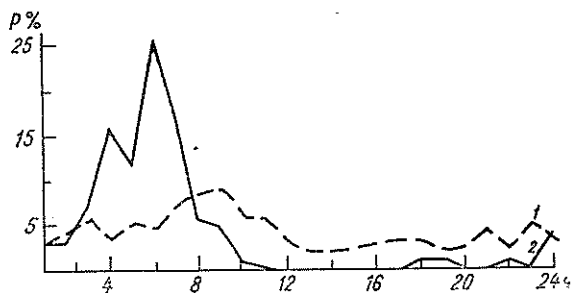


Рис. 24. Повторяемость  $P$  (%) туманов в различные часы суток.

1 — холодный период, 2 — теплый период.

Наиболее продолжительны адвективные туманы. Случаи очень продолжительных туманов редки, в 52 % в зимний сезон наблюдаются туманы продолжительностью менее 3 ч, в 22 % — от 3 до 6 ч. В теплый период также в большинстве случаев (67 %) туманы продолжаются менее 3 ч.

Таблица 75

Продолжительность  $\tau$  (ч) туманов и их повторяемость (%) по градациям

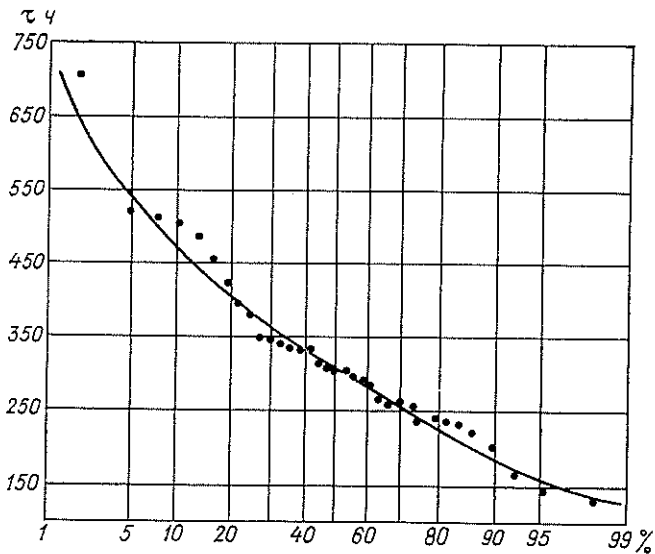
| Период           | $\tau_1$ | $\sigma$ | Продолжительность, ч |      |      |      |       |       |       |       |       | $\tau_{\text{наиб}}$ | Дата |                   |
|------------------|----------|----------|----------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|------|-------------------|
|                  |          |          | 3                    | 3-6  | 6-9  | 9-12 | 12-15 | 15-18 | 18-21 | 21-24 | 24-27 |                      |      | >27               |
| Холодный (X—III) | 5,1      | 5,8      | 51,7                 | 22,2 | 10,0 | 6,0  | 3,7   | 2,4   | 0,8   | 1,1   | 0,7   | 1,4                  | 73,5 | 14—17 XII 1936 г. |
| Теплый (IV—IX)   | 3,0      | 2,5      | 67,3                 | 21,5 | 7,8  | 1,9  | 1,5   | —     | —     | —     | —     | —                    | 14,7 | 18 IV 1963 г.     |

Суммарная продолжительность туманов в среднем за холодное полугодие составляет 321 ч, из них на декабрь—январь приходится 141 ч (табл. 76). В отдельные годы суммарная продолжительность туманов может превысить средние значения более чем в 3 раза (в 1938 г. суммарная продолжительность туманов за холодное полугодие превысила 700 ч). Продолжительность туманов

Таблица 76

Продолжительность  $\tau$  (ч) туманов

| Месяц                   | $\bar{\tau}$ | $\sigma$ | $\tau_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------------------------|--------------|----------|----------------------|------|
| I                       | 60,3         | 33,8     | 157,2                | 1938 |
| II                      | 53,7         | 40,7     | 146,8                | 1941 |
| III                     | 43,6         | 30,2     | 146,2                | 1951 |
| IV                      | 14,4         | 18,4     | 92,4                 | 1963 |
| V                       | 1,7          | 2,7      | 10,0                 | 1941 |
| VI                      | 2,5          | 4,1      | 13,0                 | 1951 |
| VII                     | 2,4          | 3,8      | 14,3                 | 1972 |
| VIII                    | 3,4          | 4,8      | 23,0                 | 1937 |
| IX                      | 5,2          | 5,6      | 24,0                 | 1938 |
| X                       | 21,0         | 18,2     | 67,0                 | 1938 |
| XI                      | 61,2         | 45,7     | 196,5                | 1937 |
| XII                     | 81,2         | 41,3     | 199,5                | 1936 |
| Холодный период (X—III) | 321,0        | 119,8    | 707,2                | 1938 |
| Теплый период (IV—IX)   | 29,6         | 19,6     | 98,5                 | 1963 |
| Год                     | 350,6        | 111,4    | 655,5                | 1937 |

Рис. 25. Интегральная кривая продолжительности туманов  $\tau$  (ч) различной вероятности (%) выше указанных пределов. Холодный период (октябрь—ноябрь).

различной вероятности за холодный период можно определить по рис. 25.

Большое значение имеет видимость в тумане. Зимой преобладают туманы с видимостью 200—500 м, в переходное время года

(в марте, октябре) 500—1000 м (табл. 77). Туманы с видимостью менее 50 м наблюдаются редко.

Таблица 77

Повторяемость (%) видимости при туманах по грациям

| Месяц | Видимость, м |         |          |
|-------|--------------|---------|----------|
|       | 50—200       | 200—500 | 500—1000 |
| I     | 11,0         | 50,0    | 39,0     |
| II    | 13,2         | 42,9    | 43,9     |
| III   | 28,9         | 27,8    | 43,3     |
| IV    | 37,0         | 33,3    | 29,7     |
| V     | 37,5         | 25,0    | 37,5     |
| VI    | 20,0         | 60,0    | 20,0     |
| VII   | 36,3         | 36,3    | 27,4     |
| VIII  | 12,5         | 37,5    | 50,0     |
| IX    | 16,0         | 40,0    | 44,0     |
| X     | 28,6         | 22,4    | 49,0     |
| XI    | 10,6         | 46,8    | 42,6     |
| XII   | 12,9         | 44,2    | 42,9     |
| Год   | 17,1         | 40,9    | 42,0     |

Туманы образуются при широком диапазоне температур. Однако максимум их наблюдается при температуре около 0°C. Зимой 70 % сильных и умеренных туманов приходится на интервал температуры от -4 до 4°C. За холодный период в среднем 62 % туманов отмечается при положительной температуре, 38 % — при отрицательной (табл. 78). Повторяемость туманов при отрицательной температуре увеличивается от осени к зиме, достигая максимума в январе (59 %).

Таблица 78

Повторяемость (%) отрицательной и положительной температуры воздуха при туманах в холодный период года

| Температура   | X    | XI   | XII  | I    | II   | III  | X-III |
|---------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Отрицательная | 9,6  | 22,0 | 37,8 | 59,1 | 45,2 | 34,1 | 37,9  |
| Положительная | 90,4 | 78,0 | 62,2 | 40,9 | 54,8 | 65,9 | 62,1  |

Туманы, как правило, образуются при относительной влажности воздуха, близкой к 100 %. Однако при низкой температуре туманы могут возникнуть и при значениях относительной влажности менее 90 %. В течение года в городе преобладают капельно-жидкие туманы, для которых благоприятна температура воздуха около 0°C.

Существенное влияние на повторяемость туманов оказывает направление и скорость ветра. Наиболее часто туманы наблюдаются при ветрах восточного направления (табл. 79): Реже всего повторяются туманы при северо-западном направлении ветра.

Таблица 79  
Повторяемость (%) направлений ветра при туманах

| Сезон | С   | СВ  | В    | ЮВ   | Ю    | ЮЗ   | З   | СЗ   | Штиль |
|-------|-----|-----|------|------|------|------|-----|------|-------|
| Зима  | 2,7 | 2,2 | 12,1 | 23,4 | 16,1 | 11,0 | 5,9 | 1,3  | 25,3  |
| Весна | 2,5 | 5,0 | 12,6 | 14,3 | 5,9  | 10,1 | 3,4 | 8,4  | 37,8  |
| Лето  | —   | 4,0 | 8,0  | 12,0 | —    | 8,0  | 4,0 | 12,0 | 52,0  |
| Осень | 3,2 | 6,4 | 8,9  | 17,8 | 9,6  | 9,6  | 6,4 | 5,7  | 32,4  |

В теплое полугодие чаще всего туманы отмечаются при штилевой погоде, что указывает на преобладание туманов радиационного типа.

Скорость ветра оказывает большое влияние на возникновение и сохранение тумана. Слабое турбулентное перемешивание способствует образованию тумана, а значительное перемешивание приводит к его рассеиванию или переходу в низкие облака. Наиболее благоприятным для всех видов тумана является ветер скоростью до 4 м/с (табл. 80). Адвективный туман образуется при ветре скоростью 3—4 м/с, радиационный 0—2 м/с. Зимой 80 % умеренных и сильных туманов отмечается при скорости ветра 0—4 м/с, летом на этот диапазон приходится 91 % туманов. При скорости ветра более 8 м/с умеренные и сильные туманы бывают редко.

Таблица 80  
Повторяемость (%) скорости ветра при туманах по градациям

| Сезон | Скорость ветра, м/с |      |      |     |
|-------|---------------------|------|------|-----|
|       | 0—2                 | 3—4  | 5—6  | 7—8 |
| Зима  | 47,0                | 33,4 | 12,2 | 7,4 |
| Весна | 61,3                | 24,3 | 8,1  | 6,3 |
| Лето  | 74,0                | 13,0 | 8,6  | 4,4 |
| Осень | 54,8                | 30,6 | 11,4 | 3,2 |

Вертикальная мощность туманов меняется в зависимости от типа тумана, времени года, температурной стратификации нижнего слоя атмосферы и др. Мощность адвективных туманов обычно достигает 200—300 м, они часто сливаются с низкими слоистыми облаками. Мощность радиационных туманов в среднем 50—100 м, поземные радиационные туманы имеют высоту всего несколько метров.

Водность туманов (количество воды, содержащейся в  $1 \text{ м}^3$  воздуха) колеблется в широких пределах. Средняя водность равна  $0,20\text{--}0,30 \text{ г/м}^3$ , в плотных теплых туманах она может превышать  $0,40\text{--}0,50 \text{ г/м}^3$ .

Диапазон размеров капель и их преобладающий размер зависит от условий образования тумана. В среднем преобладающие размеры составляют  $3\text{--}8 \text{ мк}$ . В радиационных туманах большая доля мелких капель диаметром  $2\text{--}6 \text{ мк}$ .

#### 6.4. Гололедно-изморозевые отложения

В холодный период года поверхность земли и находящиеся на ней предметы и сооружения часто покрываются слоем льда. Виды снежно-ледяных отложений весьма разнообразны и зависят в первую очередь от определенных погодных условий. Наиболее опасными являются отложения гололеда и зернистой изморози, которые наносят вред городскому хозяйству, приводят к повышенному травматизму среди населения.

**Гололед.** Гололед формируется в результате выпадения мороси или дождя, а также при осаждении обильного тумана, когда температура воздуха имеет отрицательные значения. Образование гололеда обычно связано с прохождением циклонов, фронтальных разделов, но бывают гололеды и внутримассового происхождения. Особенно интенсивные гололеды бывают при прохождении южных циклонов.

В Харькове гололед преимущественно наблюдается с ноября по март (табл. 81). Наиболее гололедоопасными являются декабрь—январь (6 дней с гололедом за месяц). Иногда гололед может отмечаться в октябре и апреле (три дня за 10 лет). В среднем за год бывает 20 дней с гололедом. Наибольшее число дней за рассматриваемый период составило 37 (1952-53 г.).

Таблица 81  
Число дней  $n$  с гололедом

| Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год     |
|-------|-----------|----------|-------------------|---------|
| X     | 0,3       | 0,8      | 4                 | 1976    |
| XI    | 1,9       | 2,1      | 9                 | 1960    |
| XII   | 5,7       | 3,8      | 15                | 1966    |
| I     | 6,2       | 3,5      | 13                | 1960    |
| II    | 3,5       | 2,7      | 11                | 1953    |
| III   | 1,7       | 1,7      | 7                 | 1954    |
| IV    | 0,3       | 0,8      | 3                 | 1963    |
| Год   | 19,6      | 8,2      | 37                | 1952-53 |

Среднее квадратическое отклонение, характеризующее изменчивость числа дней, колеблется в течение холодного периода от 1 до 4 дней.

К важной характеристике гололеда относится диаметр отложения. Значительные отложения гололеда создают дополнительную нагрузку на провода связи, ЛЭП, на различные постройки, приводя иногда к авариям, обрывам проводов и поломкам сооружений. Гололед диаметром 20 мм и более (без учета диаметра провода) является особо опасным гололедом.

В городе средний диаметр отложения гололеда составляет 7 мм (в размеры включался и 5-миллиметровый диаметр провода гололедного станка), при среднем квадратическом отклонении, равном 1,5 мм (табл. 82). Максимальный диаметр (16 мм) гололеда наблюдался в 1970 г. Следует отметить, что преобладает (97 %) гололед диаметром 5—9 мм, гололед диаметром 10 мм и более наблюдается редко (3 %).

Таблица 82

Диаметр  $D$  (мм) отложения гололеда и его повторяемость (%) по градациям

| $\bar{D}$ | $\sigma$ | Диаметр отложения, мм |       |       | $D_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-----------|----------|-----------------------|-------|-------|-------------------|------|
|           |          | 5—9                   | 10—14 | 15—19 |                   |      |
| 6,7       | 1,5      | 97,4                  | 2,3   | 0,3   | 16                | 1970 |

Продолжительность процесса гололедообразования и сохранения отложения колеблется от одного часа до нескольких суток. Нарастание гололедных отложений наиболее часто (94 %) происходит до 12 ч (табл. 83). Более 12 ч гололед нарастает редко (6 %). Сохранение отложения гололеда, как и его нарастания, в большинстве случаев (76 %) составляет 12 ч. В 7 % гололед сохраняется в течение нескольких суток. За рассматриваемый период максимальная продолжительность обледенения достигала 100 ч (январь 1963 г.).

Таблица 83

Повторяемость (%) продолжительности  $\tau$  (ч) гололеда по градациям в различные стадии обледенения

| Стадия гололеда    | Продолжительность, ч |       |       |       |        | $\tau_{\text{наиб}}$ | Год  |
|--------------------|----------------------|-------|-------|-------|--------|----------------------|------|
|                    | $\leq 12$            | 13—24 | 25—36 | 37—48 | $> 49$ |                      |      |
| Нарастание         | 93,8                 | 5,9   | 0,3   | —     | —      | 27                   | 1968 |
| Случай обледенения | 75,9                 | 17,6  | 4,6   | 1,3   | 0,6    | 99                   | 1963 |

**Зернистая изморозь.** Изморозь образуется в туманную, ветреную погоду с наветренной стороны предметов в результате осаживания капель переохлажденного тумана при отрицательной темпе-



ратуре. Чаще всего изморозь возникает при прохождении теплых фронтов циклонов, перемещающихся с юга и юго-запада.

В Харькове изморозь образуется с октября по апрель (табл. 84). Наиболее часто (5 дней) изморозь бывает в январе. В октябре и апреле изморозь наблюдается от 2 до 5 дней в 100 лет. За год в среднем отмечается 13 дней с изморозью при среднем квадратическом отклонении равном 8,5 дням. В отдельные зимы (1963-64 г.) может быть 40 дней и более с изморозью. Бывают годы (1965-66 г.), когда изморозь в течение холодного периода не образуется.

Таблица 84  
Число дней  $n$  с изморозью

| Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год     |
|-------|-----------|----------|-------------------|---------|
| X     | 0,02      | 0,2      | 1                 | 1959    |
| XI    | 0,6       | 1,0      | 3                 | 1975    |
| XII   | 3,4       | 2,7      | 11                | 1963    |
| I     | 5,1       | 3,5      | 17                | 1954    |
| II    | 2,8       | 2,9      | 14                | 1964    |
| III   | 1,4       | 1,7      | 6                 | 1964    |
| IV    | 0,05      | 0,2      | 1                 | 1976    |
| Год   | 13,4      | 8,5      | 41                | 1963-64 |

Среднее квадратическое отклонение числа дней с изморозью в отдельные месяцы колеблется от 1 до 4 дней.

Отложение зернистой изморози, особенно веерообразной формы, представляет опасное явление погоды. Изморозь диаметром 50 мм и более (без учета диаметра провода) является особо опасным явлением.

Для Харькова средний диаметр изморози равен 9 мм, при среднем квадратическом отклонении 5,6 мм (табл. 85). В 78 % отмечаются отложения изморози от 5 до 9 мм. Отложения изморози от 10 до 15 мм повторяются лишь в 17 %. В отдельные годы (в 4 %) диаметр изморози достигает 25 мм и более. Максимальный диаметр изморози (39 мм) за рассмотренный период наблюдался в 1960 г., при этом общая продолжительность от момента появления до ее полного разрушения составила 44 ч, а период нарастания — 28 ч.

Таблица 85

Диаметр  $D$  (мм) отложения изморози и его повторяемость (%) по градациям

| $\bar{D}$ | $\sigma$ | Диаметр отложения, мм |       |       |       |           | $D_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-----------|----------|-----------------------|-------|-------|-------|-----------|-------------------|------|
|           |          | 5-9                   | 10-14 | 15-19 | 20-24 | $\geq 25$ |                   |      |
| 9,1       | 5,6      | 77,7                  | 17,1  | 1,3   | —     | 3,9       | 39                | 1960 |

Кроме диаметра отложения, важной характеристикой изморози является продолжительность ее нарастания и общая продолжительность обледенения. В большинстве случаев (93 %) нарастание изморози наблюдается до 12 ч (табл. 86). Нарастание изморози более суток происходит очень редко (1 %). Общая продолжительность отложения изморози также чаще всего отмечается до 12 ч, а сохранение изморози более суток составляет всего 5 %.

Таблица 86

Повторяемость (%) продолжительности  $\tau$  (ч) изморози по градациям в разные стадии обледенения

| Стадия изморози    | Продолжительность, ч |       |       |       | $\tau_{\text{наиб}}$ | Год  |
|--------------------|----------------------|-------|-------|-------|----------------------|------|
|                    | $\leq 12$            | 13—24 | 25—36 | 37—48 |                      |      |
| Нарастание         | 93,4                 | 5,3   | 1,3   | —     | 28                   | 1960 |
| Случай обледенения | 81,4                 | 13,3  | 4,0   | 1,3   | 44                   | 1960 |

## 6.5. Иней и роса

**Иней** — тонкий неравномерный слой кристаллического льда различной формы и небольшой длины, образующийся путем сублимации водяного пара из воздуха на поверхности почвы, травы, снежного покрова и на поверхности предметов в результате их радиационного охлаждения до отрицательных температур, более низких, чем температура воздуха. Наиболее благоприятными условиями для образования инея являются ясные тихие ночи и шероховатые поверхности тел, обладающих малой теплопроводностью.

Иней в отличие от росы вызывает охлаждение поверхности почвы, растений и образование на них заморозка.

В Харькове иней отмечается с сентября по май (табл. 87). В сентябре бывает один день с инеем. В октябре и ноябре среднее число дней возрастает до 7 в месяц. Наиболее часто иней бывает в марте. Иногда (2 раза в 10 лет) иней возможен в мае. В среднем за год в городе отмечается 43 дня с инеем. В отдельные годы с инеем может быть 75 дней. За городом отмечается некоторое увеличение числа дней с инеем.

Начало возникновения инея наблюдается после захода солнца, максимум достигает в вечерние и ночные часы. Утром, при восходе солнца, иней исчезает. Зимой иней может возникнуть днем, когда температура охлаждающейся поверхности ниже  $0^{\circ}\text{C}$ .

Продолжительность инея колеблется в больших пределах.

**Роса** — мельчайшие капли воды, образующиеся на поверхности земли и на наземных предметах в результате конденсации пара из приземного слоя воздуха при его соприкосновении с охлажденной поверхностью. Сгущение водяного пара происходит тогда,

Таблица 87  
Число дней  $n$  с инеем

| Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | "наиб | Год  |
|-------|-----------|----------|-------|------|
| IX    | 0,9       | 1,4      | 4     | 1973 |
| X     | 7,2       | 3,7      | 15    | 1958 |
| XI    | 7,0       | 4,4      | 21    | 1955 |
| XII   | 4,1       | 3,3      | 12    | 1951 |
| I     | 5,8       | 5,1      | 14    | 1951 |
| II    | 6,0       | 5,0      | 18    | 1956 |
| III   | 8,2       | 6,0      | 22    | 1972 |
| IV    | 3,9       | 3,5      | 12    | 1954 |
| V     | 0,2       | 0,5      | 2     | 1965 |
| Год   | 43,3      | 19,9     | 75    | 1956 |

когда температура поверхности вследствие радиационного охлаждения достигает точки росы и ниже.

Существенное влияние на возникновение росы и ее интенсивность оказывают местные условия и физические свойства поверхности.

Особенно сильная роса бывает в глубоких долинах рек, балках, где температура ниже, чем на прилегающих возвышенных берегах или холмах. Плохая теплопроводность и малая теплоемкость предметов (рыхлая почва, торфяник, растительный покров парков, садов, скверов и пр.) благоприятствуют образованию росы.

Роса является дополнительным, а в условиях длительного бездождя, единственным источником влаги, получаемой растениями. Кроме того, образование росы сопровождается выделением скрытой теплоты конденсации, в результате чего почва предохраняется от заморозков. Однако интенсивные росы могут оказывать и отрицательное влияние на производство ряда сельскохозяйственных работ, в частности на уборку хлебов.

Роса наблюдается в основном в теплый период года. Особенно благоприятные условия для росообразования создаются летом и в первую половину осени, когда днем нередко стоит довольно теплая погода, а ночи продолжительные, безоблачные или малооблачные.

Среднее число дней с росой колеблется от 1 дня в марте до 11 в сентябре (табл. 88). В отдельные годы с мая по октябрь с росой наблюдается от 16 до 23 дней в месяц. Но и в эти месяцы, кроме августа и сентября, в 5—12 % лет роса не бывает из-за очень сухой погоды. Большая изменчивость числа дней с росой характеризуется соответствующими значениями среднего квадратического отклонения.

В среднем за год бывает 61 день с росой. В некоторые годы их число может изменяться от 11 (1938 г.) до 97 дней (1974 г.).

Таблица 88  
Число дней  $n$  с росой

| Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|-----------|----------|-------------------|------|
| III   | 0,5       | 1,0      | 5                 | 1955 |
| IV    | 4,6       | 3,1      | 13                | 1953 |
| V     | 6,9       | 4,1      | 16                | 1961 |
| VI    | 8,5       | 4,7      | 20                | 1977 |
| VII   | 10,1      | 6,0      | 23                | 1956 |
| VIII  | 11,2      | 5,5      | 22                | 1949 |
| IX    | 11,3      | 5,0      | 21                | 1951 |
| X     | 6,8       | 5,3      | 23                | 1967 |
| XI    | 1,2       | 1,4      | 5                 | 1974 |
| Год   | 61,1      | 18,4     | 97                | 1974 |

Среднее квадратическое отклонение годового числа дней с росой за год составляет 18 дней.

Образование росы в течение суток определяется ходом основных метеорологических величин (температура и относительная влажность воздуха, ветер, облачность). Она начинает образовываться в защищенных от солнца местах еще до его захода, но наиболее часто (88 %) — между 22 и 4 ч. Исчезает роса после восхода солнца.

Средняя продолжительность одной росы около 7 ч (табл. 89). Преобладают (64 %) росы продолжительностью 3—9 ч.

Таблица 89

Продолжительность росы  $\tau$  (ч) и ее повторяемость (%) по градациям

| $\bar{\tau}$ | $\sigma$ | Продолжительность, ч |     |      |      |      |      | $\tau_{\text{наиб}}$ | Дата             |
|--------------|----------|----------------------|-----|------|------|------|------|----------------------|------------------|
|              |          | < 1                  | 1—3 | 3—6  | 6—9  | 9—12 | > 12 |                      |                  |
| 6,8          | 3,0      | 3,6                  | 5,6 | 32,1 | 31,6 | 25,3 | 1,8  | 13,3                 | 29 IV<br>1977 г. |

Продолжительность росы в годовом ходе изменяется аналогично изменению числа дней с росой. Средняя за месяц ее продолжительность колеблется от 41 ч в апреле до 88 ч в сентябре (табл. 90). Наибольшая продолжительность достигает 160 ч (июнь 1977 г.).

Заметное увеличение продолжительности росы в конце лета и начале осени связано со значительным испарением влаги из почвы, в особенности во влажные годы, и усилением радиационного выхолаживания ночью.

За год суммарная продолжительность росы составляет 486 ч. Отклонения от среднего значения в отдельные годы велики. Так, в 1978 г. суммарная продолжительность была 589 ч, а в 1977 г. — 801 ч, т. е. в 1,6 раза больше.

Таблица 90

Продолжительность  $\tau$  (ч) росы

| Месяц | $\bar{\tau}$ | $\tau_{\text{наиб}}$ | Год  | Месяц | $\bar{\tau}$ | $\tau_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|--------------|----------------------|------|-------|--------------|----------------------|------|
| III   | 3,7          | 12,5                 | 1974 | VIII  | 79,3         | 143,9                | 1977 |
| IV    | 40,6         | 96,5                 | 1977 | IX    | 87,8         | 109,4                | 1978 |
| V     | 60,2         | 119,2                | 1974 | X     | 60,1         | 109,2                | 1974 |
| VI    | 76,6         | 161,4                | 1977 | XI    | 10,3         | 16,3                 | 1974 |
| VII   | 67,0         | 156,7                | 1977 | Год   | 485,6        | 801,2                | 1977 |

Образованию росы благоприятствуют ясное небо или незначительные облака верхнего яруса, при которых ночное излучение также велико. В Харькове и его окрестностях в 88 % роса бывает при ясном небе (0—2 балла) и только в 12 % при пасмурном (8—10 баллов), когда преобладают низкие облака.

Чаще всего росы (86 %) возникают при скорости ветра (на высоте флюгера) до 3 м/с, причем на скорость ветра до 1 м/с приходится 38 %.

Важным условием образования росы является наличие достаточно влажного воздуха. Поэтому наиболее часто (68 %) роса бывает при относительной влажности воздуха выше 75 %.

Следует отметить, что в центре города частота возникновения инея и росы меньше, чем за городом. Такое различие можно объяснить тем, что в городе температура воздуха несколько выше, влажность воздуха меньше, ветер слабее, больше загрязнение воздуха и облачность. Весь этот комплекс предохраняет земную поверхность от чрезмерного охлаждения.

## 6.6. Метели

**Метель** — комплексное атмосферное явление, представляющее собой перенос снега над поверхностью земли при достаточно сильном ветре (4—5 баллов). Метель бывает общая и низовая. При более слабом ветре наблюдается поземок, при этом происходит перенос ранее выпавшего снега непосредственно в прилегающем к земной поверхности слое.

Метели возникают при выходе циклонов на территорию республики с юга и юго-запада, при перемещении ложбин или «ныряющих» циклонов с севера или северо-запада, при опускании антициклона с севера на центральные районы Европейской части СССР, а также при наличии циклона над Черным морем, когда создаются особенно благоприятные условия для увеличения барических градиентов и усиления ветра. Одна из таких ситуаций наблюдалась с 17 по 20 января 1970 г. на северо-востоке республики, где были зарегистрированы интенсивные метели со снегопадами, переходившими в буран. В Харькове и за его пределами метели

продолжались более 65 ч при порывистом ветре до 20—28 м/с; за 4 дня выпало осадков в виде снега до 73—89 мм. Последствием метелей явилось прекращение в течение нескольких дней движения автотранспорта, опоздание поездов, нарушение авиационного сообщения и электроснабжения ряда населенных пунктов, разрушение сельскохозяйственных построек. В Харькове после бурана потребовалось вывезти более 4 млн. м<sup>3</sup> снега. Столь опасные метели со снегопадами возникли в результате активизации фронтальной зоны над севером Украины, возникшей на разделе двух зон: антициклона, образовавшегося в арктическом воздухе, и циклона, вышедшего с юга. Значительную роль в формировании исключительно интенсивных метелей сыграло бурное вытеснение очень теплого и влажного воздуха в передней части циклона в результате вторжения (вдоль Карпат) холодного и сухого воздуха в его тыл.

Метели в отдельные годы причиняют большой ущерб народному хозяйству. Они образуют на улицах города, на железных и шоссейных дорогах снежные заносы, из-за которых нарушается и прерывается движение транспорта. Метели, ухудшая видимость, затрудняют взлет и посадку самолетов. Кроме того, метели, сопровождаемые сильным ветром и снегопадами, могут повлечь повреждения линий связи и электропередачи.

Метели в Харькове возможны с октября по апрель (табл. 91). В октябре и апреле метели могут возникнуть и при отсутствии снежного покрова, если выпадение снега сопровождается сильным ветром, но бывают они в это время не ежегодно (2—4-дня за 10 лет). Самая ранняя метель зарегистрирована 14 октября 1959 г. В ноябре в окрестностях города среднее число дней с метелью менее двух, в отдельные годы оно может достигать 10; в центре города метели бывают один раз в два года. В декабре среднее число дней с метелью в городе и его окрестностях составляет 1—4, наибольшее 13, однако в 15 % лет метели в этом месяце не наблюдаются. Наибольшей активности метелевая деятельность достигает в январе и феврале, когда в среднем отмечается 6 дней с метелью. В отдельные годы (январь 1954, 1967, 1968 гг., февраль 1953, 1958, 1965 гг.) метели в эти месяцы наблюдаются через день. Бывают годы (январь 1946, 1971, 1972, 1974 гг.,

Таблица 91  
Число дней *n* с метелью

| Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год  | Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год     |
|-------|-----------|----------|-------------------|------|-------|-----------|----------|-------------------|---------|
| X     | 0,2       | 0,6      | 2                 | 1970 | II    | 6,3       | 3,4      | 14                | 1953    |
| XI    | 1,4       | 2,1      | 10                | 1965 | III   | 3,7       | 2,6      | 9                 | 1971    |
| XII   | 4,0       | 3,1      | 13                | 1955 | IV    | 0,4       | 0,7      | 3                 | 1958    |
| I     | 6,1       | 3,2      | 15                | 1968 | Год   | 22,1      | 7,8      | 40                | 1967-68 |

февраль 1945, 1974 гг.), когда в январе и феврале метели вообще отсутствуют или отмечаются очень редко. В марте среднее число дней с метелью почти такое же, как и в декабре, но максимальное число дней в марте значительно меньше. В апреле метели в центре города не зарегистрированы, а на его окраине бывает 4 дня с метелью за 10 лет. Самая поздняя метель наблюдалась 12 апреля 1938 г. Вероятность различного числа дней с метелью в отдельные месяцы представлена на рис. 26.

В Харькове за год в среднем наблюдается 22 дня с метелью. В отдельные годы в зависимости от состояния снежного покрова и скорости ветра число дней с метелью может значительно отличаться от среднего многолетнего. За последние 40 лет наибольшее число дней с метелью наблюдалось зимой 1939-40, 1952-53, 1955-56, 1958-59, 1964-65, 1966-67, 1967-68 гг. и составило 30—40 дней, такое число дней с метелью отмечается один раз в 5 лет (рис. 27). В зимы 1944-45, 1947-48, 1971-72, 1976-77 гг. было зарегистрировано лишь 10—12 дней с метелью, вероятность их составляет 10 %.

Метели возможны в любое время суток, но наиболее вероятны они во вторую половину дня.

Большой практический интерес представляет продолжительность метелей. В Харькове метели продолжаются от 10—15 мин до 3 суток и более (табл. 92).

Средняя продолжительность одной метели составляет 6 ч, а среднее квадратическое отклонение равно 6,2 ч. Преобладают

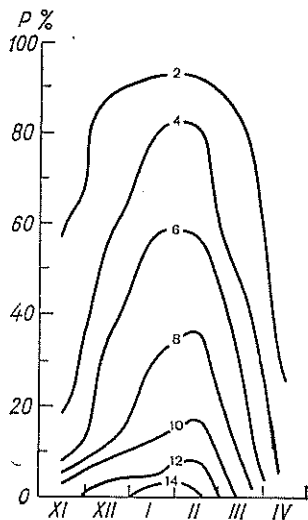


Рис. 26. Изоплеты числа дней с метелью различной вероятности  $P$  (%) выше указанных пределов.

Таблица 92

Продолжительность  $\tau$  (ч) метели и ее повторяемость (%) по градациям

| $\bar{\tau}$ | $\sigma$ | Продолжительность, ч |     |     |      |       |       |       |       |      | $\tau_{\text{наиб}}$ | Дата              |
|--------------|----------|----------------------|-----|-----|------|-------|-------|-------|-------|------|----------------------|-------------------|
|              |          | < 3                  | 3—6 | 6—9 | 9—12 | 12—15 | 15—18 | 18—21 | 21—24 | > 24 |                      |                   |
| 6,1          | 6,2      | 42                   | 23  | 14  | 7    | 4     | 2     | 2     | 2     | 4    | 74,3                 | 16—19 XII 1938 г. |

(42 %) метели продолжительностью менее 3 ч. Метели продолжительностью более 12 ч наблюдаются в 4 %. В редких случаях (4 %) метель может длиться сутки и более.

Особо опасны метели продолжительностью 12 ч и более при скорости ветра 15 м/с и более. Такие метели в городе и прилегающих к нему районах бывают почти ежегодно, в отдельные годы по 3—4 раза за год (табл. 93). За последние 40 лет самые продолжительные метели отмечались в декабре 1938 г. (74 ч), в феврале 1971 г. (69 ч), в январе 1970 г. (65 ч).

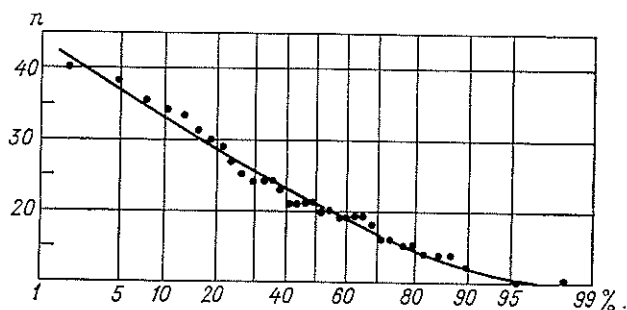


Рис. 27. Интегральная кривая числа дней  $n$  с метелью различной вероятности (%) выше указанных пределов. Год.

В годовом ходе наибольшая суммарная продолжительность метелей (45—47 ч), так же как и число дней с метелью, наблюдается в январе и феврале (табл. 94). Иногда в эти месяцы суммарная продолжительность метелей может достигать 100 ч и более

Таблица 93

Число дней с метелью продолжительностью 12 ч и более при скорости ветра 15 м/с и более

| XI   | XII | I   | II  | III | IV   | Год |
|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| 0,03 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,02 | 1,0 |

(январь 1954 г.—104 ч, январь 1970 г.—102,8 ч, февраль 1953 г.—131,3 ч, февраль 1956 г.—116,0 ч, февраль 1971 г.—112,3 ч).

За год средняя суммарная продолжительность метелей в Харькове равна 153 ч. Однако в отдельные годы отклонения могут быть значительными. Так, в зиму 1955-56 г. суммарная продолжительность составила 281,7 ч, в зиму 1953-54 г.—263,3 ч, в зиму 1966-67 г.—262,0 ч, в зиму 1971-72 г.—всего 41,7 ч, в зиму 1974-75 г.—64,9 ч, в зиму 1976-77 г.—58,1 ч.

Чаще всего метели наблюдаются при восточном (24 %) и северо-восточном. (20 %) направлении ветра (табл. 95). Значительная повторяемость метелей отмечается и при юго-восточном и северном направлении ветра. Реже всего они бывают при южном, юго-западном и западном направлении ветра, повторяемость кото-



**Таблица 94**  
**Продолжительность  $\tau$  (ч) метелей**

| Месяц | $\bar{\tau}$ | $\sigma$ | $\tau_{\text{наиб}}$ | Год     |
|-------|--------------|----------|----------------------|---------|
| X     | 0,7          | 2,2      | 9,2                  | 1966    |
| XI    | 8,8          | 16,5     | 71,7                 | 1965    |
| XII   | 25,4         | 24,7     | 90,3                 | 1938    |
| I     | 45,2         | 29,7     | 104,0                | 1954    |
| II    | 47,2         | 34,6     | 131,3                | 1953    |
| III   | 23,2         | 21,8     | 96,3                 | 1963    |
| IV    | 2,1          | 6,2      | 31,7                 | 1958    |
| Год   | 152,6        | 65,5     | 281,7                | 1955-56 |

**Таблица 95**  
**Повторяемость (%) направлений ветра при метелях**

| С  | СВ | В  | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ |
|----|----|----|----|---|----|---|----|
| 13 | 20 | 24 | 14 | 6 | 6  | 7 | 10 |

рых почти одинаковая и в сумме составляет 19 %. Преобладает (67 %) скорость ветра при метелях от 6 до 13 м/с (табл. 96). В очень редких случаях (1 %) при метелях наблюдается скорость ветра более 20 м/с.

В течение зимы меняется повторяемость температуры воздуха при метелях. Наиболее часто (67 %) при метелях наблюдается температура воздуха от  $-10$  до  $0$  °С (табл. 97). Зимой увеличивается число случаев с метелью при температуре от  $-15$  до  $-10$  °С.

Изучение снегопереноса и его количественной оценки (объем и интенсивность снегопереноса) имеет большое практическое значение для автомобильного и железнодорожного транспорта, строительства и эксплуатации различных объектов. Под объемом снегопереноса понимается то количество снега (в м<sup>3</sup>), которое в течение метели или в целом за зиму переносится через сечение при-

**Таблица 96**  
**Повторяемость (%) скорости ветра при метелях**

| Скорость, м/с |      |       |       |       |      |
|---------------|------|-------|-------|-------|------|
| < 6           | 6-9  | 10-13 | 14-17 | 18-20 | > 20 |
| 2,4           | 31,9 | 36,5  | 20,8  | 7,1   | 1,3  |

Таблица 97

Повторяемость (%) температуры воздуха при метелях по градациям

| Температура, °С |       | XI | XII | I    | II | III  | IV | Год  |
|-----------------|-------|----|-----|------|----|------|----|------|
| от              | до    |    |     |      |    |      |    |      |
| -29,9           | -25,0 | —  | —   | 0,4  | —  | —    | —  | 0,2  |
| -24,9           | -20,0 | —  | —   | 2    | —  | —    | —  | 0,6  |
| -19,9           | -15,0 | —  | 4   | 5    | 9  | 0,6  | —  | 4    |
| -14,9           | -10,0 | 5  | 30  | 33   | 28 | 9    | —  | 24   |
| -9,9            | -5,0  | 10 | 40  | 33,6 | 33 | 23   | 7  | 30   |
| -4,9            | 0,0   | 75 | 24  | 24   | 29 | 60,4 | 80 | 37,2 |
| >0,0            |       | 10 | 2   | 2    | 1  | 7    | 13 | 4    |

земного слоя атмосферы, перпендикулярное ветровому потоку и имеющее высоту 2 м и ширину 1 м.

Объем снегопереноса определяется скоростью ветра, микроструктурой и продолжительностью залегания снежного покрова, а также характером рельефа (степенью защищенности). Увеличение объемов переносимого снега отмечается в тех местах, где орографические условия способствуют увеличению скорости ветра.

В районе города, на открытой местности (Харьков, АМСГ), средний объем снегопереноса за зиму при всех видах метелей, включая и поземки, составляет 165 м<sup>3</sup>/м, а максимальный 580 м<sup>3</sup>/м (зима 1950-51 г.), вероятность которого не более 5% (один раз в 20 лет). Максимальный объем снегопереноса (373 м<sup>3</sup>/м) при метелях без поземков приходится на зиму 1953-54 г., интенсивность при этом была 1,48 м<sup>3</sup>/м. Максимальная же интенсивность при метелях и поземках составляет около 2—3 м<sup>3</sup>/(м·ч). Один раз в 10 лет вероятен максимальный объем снегопереноса при всех видах метелей, включая и поземки, около 400—460 м<sup>3</sup>/м. К югу от Харькова вследствие понижения местности объем снегопереноса резко уменьшается.

### 6.7. Грозы и град

Гроза представляет собой комплекс метеорологических и электрических процессов и является одним из наиболее сложных атмосферных явлений.

Она возникает в развитых мощных кучево-дождевых облаках, где вследствие сильных восходящих и нисходящих токов, происходит быстрая электризация облачных элементов. Положительные и отрицательные заряды, группируясь в разных частях облаков, формируют сильные электрические поля. Этот процесс сопровождается интенсивными грозовыми разрядами (молниями) между различными частями облака или между облаками и земной поверхностью.

По условиям образования грозы делятся на внутримассовые и фронтальные. Внутримассовые грозы образуются в жаркую погоду. К ним относятся местные или тепловые грозы, связанные с нагревом воздуха от подстилающей поверхности, и грозы, возникающие в неустойчивых массах, перемещающихся на теплую земную поверхность.

Фронтальные грозы возникают на холодном и теплом фронтах и фронтах окклюзии. Наиболее сильные грозы отмечаются на резко выраженных холодных фронтах, так как быстро вторгающийся поток холодного воздуха вызывает бурный подъем теплого. В результате этого образуется очень мощная кучево-дождевая облачность с интенсивным проявлением атмосферного электричества. Грозы этого типа не имеют локального характера, как тепловые, а перемещаются вместе с фронтом и влекут за собой резкие перемены погоды и шквалистое усиление ветра.

Грозы относятся к опасным атмосферным явлениям и могут причинять значительный ущерб народному хозяйству. Электрические разряды повреждают различного рода наземные сооружения, линии электропередачи и связи, вызывают пожары, являются причиной гибели животных и людей. Во время грозы затрудняется эксплуатация радио и телевидения, усложняется работа в аэропортах и на авиалиниях.

Грозовая деятельность в Харькове начинается в основном в апреле и заканчивается в сентябре (табл. 98). Один раз в 10 лет возможны грозы в марте (1937, 1947, 1980 гг.) и ноябре (1952, 1977 гг.). Самая ранняя гроза была зарегистрирована 22 марта 1937 г., а самая поздняя — в ноябре 1902 г. В годовом ходе число дней с грозой увеличивается от весны к лету и уменьшается к осени. В апреле грозы наблюдаются не ежегодно. Однако в отдельные годы (1941, 1947, 1966, 1967 гг.) в этом месяце может отмечаться до 3 дней с грозой. С мая грозовая деятельность усиливается и в среднем в этом месяце бывает 5 дней с грозой. Наи-

Таблица 98  
Число дней  $n$  с грозой

| Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|-----------|----------|-------------------|------|
| III   | 0,08      | 0,3      | 1                 | 1960 |
| IV    | 0,9       | 1,1      | 3                 | 1967 |
| V     | 4,8       | 2,5      | 12                | 1954 |
| VI    | 8,0       | 3,2      | 15                | 1949 |
| VII   | 8,2       | 3,1      | 13                | 1973 |
| VIII  | 5,4       | 2,8      | 12                | 1956 |
| IX    | 2,1       | 1,6      | 7                 | 1957 |
| X     | 0,3       | 0,8      | 4                 | 1960 |
| XI    | 0,1       | 0,4      | 2                 | 1952 |
| Год   | 29,9      | 5,7      | 43                | 1968 |

большого развития грозовая деятельность достигает в июне—июле, когда грозы наблюдаются каждый четвертый день.

В отдельные годы в июне (1949, 1953, 1960 гг.) и в июле (1941, 1944, 1968, 1973 гг.) грозы возможны каждый второй день. В месяцы с наиболее активной грозовой деятельностью в течение дня может иметь место несколько гроз. В сентябре вследствие уменьшения притока солнечной энергии, а также перестройки атмосферной циркуляции, грозовая активность ослабевает (число дней с грозой уменьшается до 2). В октябре грозы отмечаются не ежегодно (3 раза в 10 лет).

В среднем за год в Харькове бывает до 30 дней с грозой. Наибольшее число дней (40 и более) отмечалось в 1956, 1960, 1968 гг., наименьшее (20)— в 1950 г. Число гроз за год несколько больше числа дней с грозами, так как в период большой грозовой активности в день наблюдается до 2—4 гроз.

Значения среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ) числа дней с грозой в отдельные месяцы (апрель—октябрь) равно 1—3, а за год 6 дням.

Число дней с грозой различной вероятности в отдельные месяцы можно определить с помощью табл. 99. В июне бывает 10 дней и более с грозой с 40 %-ной вероятностью. Почти ежегодно (95 %-ная вероятность) в Харькове бывает до 20 дней и более с грозой (рис. 28). Один раз в 10 лет (10 %-ная вероятность) можно ожидать 40 дней с грозой за год (рис. 29).

Таблица 99  
Повторяемость (%) числа дней с грозой

| Число дней | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0          | 91,9 | 48,7 | —    | —    | —    | 2,5  | 12,8 | 82,0 | 94,8 |
| 1          | 8,1  | 25,7 | 5,3  | 2,6  | 2,5  | 5,0  | 28,2 | 7,7  | 2,6  |
| 2          | —    | 12,8 | 13,2 | 2,6  | 2,5  | 5,0  | 25,6 | 7,7  | 2,6  |
| 3          | —    | 12,8 | 15,8 | 2,6  | —    | 17,5 | 10,3 | —    | —    |
| 4          | —    | —    | 15,8 | 10,5 | 12,5 | 5,0  | 17,9 | 2,6  | —    |
| 5          | —    | —    | 10,5 | 7,9  | 5,0  | 20,0 | 2,6  | —    | —    |
| 6          | —    | —    | 18,4 | 5,3  | 5,0  | 10,0 | 2,6  | —    | —    |
| 7          | —    | —    | 10,5 | 5,3  | 10,0 | 15,0 | —    | —    | —    |
| 8          | —    | —    | 2,6  | 15,8 | 12,5 | 5,0  | —    | —    | —    |
| 9          | —    | —    | 2,6  | 7,9  | 15,0 | 7,5  | —    | —    | —    |
| 10         | —    | —    | —    | 13,2 | 7,5  | 2,5  | —    | —    | —    |
| > 10       | —    | —    | 5,3  | 26,3 | 27,5 | 5,0  | —    | —    | —    |

Суточный ход гроз зависит от условий их формирования. Как внутримассовые, так и фронтальные грозы обычно наблюдаются в послеполуденные часы. Наиболее часто (56 %) грозы отмечаются с 14 до 19 ч, когда развиваются мощные кучево-дождевые облака конвективного происхождения. Реже всего (16 %) грозы отмечаются во вторую половину ночи и утром и связаны они главным образом с прохождением атмосферных фронтов.

Важной характеристикой грозовой деятельности является их продолжительность. В районе Харькова продолжительность гроз по сравнению с удаленными пунктами несколько меньше. В связи с тем что сам город способствует усилению ветра на высоте, увеличению ядер конденсации, что вызывает бурный, но кратковре-

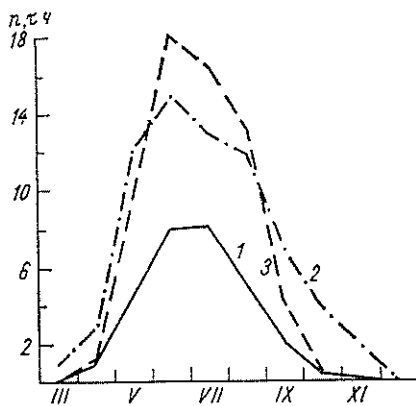


Рис. 28. Среднее (1) и наибольшее (2) число дней  $n$  с грозой и продолжительность  $\tau$  (ч) гроз (3).

менный процесс грозообразования, грозы обычно непродолжительны. Фронтальные грозы более продолжительны, чем внутримассовые. Средняя продолжительность одной грозы в городе со-

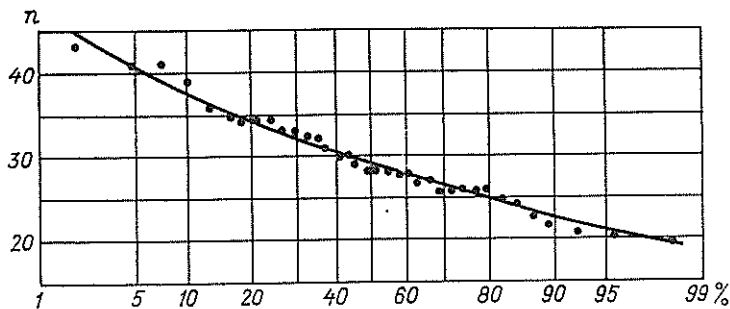


Рис. 29. Интегральная кривая числа дней  $n$  с грозой различной вероятности (%) выше указанных пределов. Год.

ставляет 1,8 ч (табл. 100). В большинстве случаев (68 %) грозы длятся в пределах 1—2 ч. Грозы продолжительностью более 5 ч отмечаются редко (4 %). Иногда грозы могут длиться 10 ч и более. Наибольшая продолжительность одной грозы (18,8 ч) наблюдалась 27—28 августа 1957 г.

Годовой ход продолжительности гроз аналогичен годовому ходу числа дней с грозой. В месяцы с наибольшей грозовой активностью в течение дня иногда наблюдается несколько гроз подряд, которые с кратковременными перерывами продолжаются несколько часов.

Таблица 100

Продолжительность  $\tau$  (ч) грозы и ее повторяемость (%) по градациям

| $\bar{\tau}$ | $\sigma$ | Продолжительность, ч |      |      |     |     |     |     |     |     |      |      | $\tau_{\text{наиб}}$ | Дата               |
|--------------|----------|----------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|----------------------|--------------------|
|              |          | < 1                  | 1-2  | 2-3  | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | 8-9 | 9-10 | > 10 |                      |                    |
| 1,8          | 1,5      | 29,3                 | 39,0 | 16,0 | 8,5 | 3,0 | 1,8 | 1,0 | 0,7 | 0,2 | 0,1  | 0,4  | 18,8                 | 27—28<br>VIII 1957 |

Суммарная продолжительность гроз в среднем колеблется от 1 ч в апреле до 18 ч в июне (табл. 101). В марте, октябре, ноябре средняя продолжительность гроз менее 1 ч.

Таблица 101

Продолжительность  $\tau$  (ч) гроз

| Месяц | $\bar{\tau}$ | $\sigma$ | $\tau_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|--------------|----------|----------------------|------|
| III   | 0,1          | 0,4      | 2,0                  | 1960 |
| IV    | 1,2          | 1,8      | 6,0                  | 1950 |
| V     | 9,8          | 6,6      | 30,0                 | 1954 |
| VI    | 18,1         | 9,8      | 34,3                 | 1966 |
| VII   | 16,6         | 7,7      | 35,0                 | 1954 |
| VIII  | 13,4         | 9,7      | 42,8                 | 1957 |
| IX    | 4,1          | 3,9      | 17,5                 | 1957 |
| X     | 0,4          | 1,0      | 4,5                  | 1960 |
| XI    | 0,1          | 0,4      | 3,3                  | 1952 |
| Год   | 63,8         | 19,1     | 108,9                | 1960 |

В отдельные годы продолжительность гроз может превышать средние значения в 2—3 раза. Продолжительность гроз за год составляет 64 ч, увеличиваясь в отдельные годы до 100 ч и более (1957, 1960 гг.) или уменьшаясь до 40 ч и менее (1938, 1939 гг.).

Прослеживается связь грозообразования с распределением метеорологических величин у поверхности земли.

Грозы обычно образуются на фоне довольно высоких значений температуры воздуха. В 69 % температура воздуха во время грозы бывает в пределах 18—28 °С. Следует отметить, что при температуре ниже 10 °С грозы почти не возникают. Упругость водяного пара при грозах мало изменяется: в 90 % она колеблется в пределах 10—20 гПа, причем с июня по сентябрь ее значения в 55—60 % за месяц составляют 15—20 гПа. Весной при упругости водяного пара ниже 10 гПа, а летом выше 20 гПа грозы возникают редко. Относительная влажность при грозах хотя изменяется в большом диапазоне, однако при 20 % и менее их почти не бывает. Грозы часто сопровождаются ливнями, поэтому годам с повышенным числом ливней соответствует некоторое увеличение ко-

личества гроз. Грозы нередко сопровождаются сильными шквалами, обусловленными обрушиванием вниз воздуха, охлаждающегося на больших высотах, а также при прохождении холодного фронта. Грозы в 6 % регистрируются при скорости ветра, превышающей 10 м/с.

Во время гроз в нижнем слое тропосферы, на высоте 3 км, преобладают южные и западные воздушные потоки, повторяемость которых за год (апрель-сентябрь) составляет соответственно 39 и 34 %. Восточные потоки при грозах наблюдаются редко (15 %), а северные — еще реже (12 %).

Для предотвращения опасных последствий от грозových разрядов применяются громоотводы различного устройства. Защита линий электропередачи от действия молний обеспечивается применением тросовой защиты в сочетании с низким сопротивлением заземления опор. Для предохранения зданий обычно используют один или несколько громоотводов, представляющих собой металлические стержни, хорошо заземленные. Для защиты важных объектов применяется «клетка Фарадея» (заземленная металлическая сетка, опоясывающая объект).

Град — частички плотного льда неправильной или округлой формы, выпадающие в основном в теплое время года из мощных кучево-дождевых облаков с сильным вертикальным движением и большой водностью.

Отмечается град при большом разнообразии синоптических процессов. В 53 % выпадение града связано с прохождением холодных фронтов и фронтов окклюзии, а 47 % приходится на внутримассовые процессы.

Град в городе и за его пределами выпадает неравномерно. Наиболее часто он наблюдается пятнами различной конфигурации на небольших площадях или полосами шириной от нескольких сот метров до нескольких километров и длиной до десятка километров.

Град причиняет значительные убытки народному хозяйству, в особенности, когда он сопровождается сильными ливнями и ветрами. Градом повреждаются различные сельскохозяйственные культуры. Неблагоприятному воздействию подвергаются сады и виноградники, от града погибает и птица. Выпадение интенсивного града отрицательно сказывается на работе многих отраслей городского хозяйства: транспорта, строительства, состояния садов, парков и т. д. Степень ущерба зависит от размера градин, их плотности, интенсивности выпадения и характера повреждаемых предметов.

Град диаметром 20 мм и более, а также интенсивный град меньшего размера, причиняющий ущерб народному хозяйству, является особо опасным.

В большинстве случаев (98 %) выпадает мелкий град, но иногда он может достигать и крупных размеров. Град диаметром 20—50 мм выпадает редко.

Исключительной силы град наблюдался в окрестностях Харькова 26 июля 1958 г. Длился град в течение 10—20 мин. При этом

диаметр градин достигал 40—60 мм. Град сопровождался сильным ветром и ливнем. Земная поверхность оказалась сплошь покрытой битым льдом. Были повреждены сельскохозяйственные культуры, зеленые насаждения, крыши домов, отмечался обрыв проводов связи. В этот день через Левобережье Украины с юга на север смещался углубляющийся циклон, основной холодный фронт которого проходил через восточные районы Сумской, Харьковской и Донецкой областей. В тылу циклона перемещались вторичные холодные фронты. Балканский полуостров, северо-западные и центральные районы Европейской части СССР, а также западная часть Украины были заняты областями повышенного давления. Заток относительно холодных масс воздуха с севера в тыл циклона обуславливал обострение вторичных холодных фронтов. В зоне этих фронтов в дневные часы развивалась сильная конвекция. Поскольку воздушные массы были стратифицированы до больших высот влажно неустойчиво и содержали большие влагозапасы (10 г/кг), то возникла мощная по вертикали кучево-дождевая облачность, из которой выпал сильный град и ливень.

Таблица 102  
Число дней  $n$  с градом

| Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|-----------|----------|-------------------|------|
| III   | 0,02      | 0,2      | 1                 | 1951 |
| IV    | 0,1       | 0,4      | 2                 | 1947 |
| V     | 0,4       | 0,8      | 3                 | 1956 |
| VI    | 0,3       | 0,5      | 1                 | 1978 |
| VII   | 0,2       | 0,6      | 3                 | 1946 |
| VIII  | 0,2       | 0,5      | 2                 | 1945 |
| IX    | 0,05      | 0,2      | 1                 | 1960 |
| X     | 0,1       | 0,4      | 2                 | 1969 |
| XI    | 0,02      | 0,2      | 1                 | 1976 |
| Год   | 1,4       | 1,2      | 5                 | 1956 |

Град в районе Харькова и его окрестностей — явление редкое, но возможен он с марта по ноябрь (табл. 102). Наиболее часто град выпадает с конца весны до середины лета. В мае—июне наблюдается в среднем 3—4 дня с градом за 10 лет. Иногда (2 раза в 100 лет) град отмечается ранней весной (март) и поздней осенью (ноябрь). Самый ранний град в городе зарегистрирован 27 марта 1951 г., самый поздний — 19 ноября 1976 г. За год бывает в среднем один день с градом в юго-восточной части города (Харьков, АМСГ) и два дня в северной (Харьков, обсерватория). Ни в одном из месяцев град не наблюдается ежегодно.

Повторяемость выпадения града мало меняется от года к году. Соответственно среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) в отдельные месяцы равно 0,2—0,8 дням, а за год  $\sigma$  составляет один день.



Следует отметить, что в 26 % лет града в городе совсем не бывает (табл. 103). Так, за последнее 40-летие град не наблюдался в юго-восточном районе города в 1937—1940, 1954, 1957, 1962, 1968, 1973, 1977 гг. В то же время почти в 20 % лет отмечается 3 дня и более дней с градом за год.

Таблица 103

Повторяемость (%) числа дней с градом

| Число дней | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | Год  |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0          | 97,6 | 90,0 | 71,8 | 72,5 | 85,4 | 83,0 | 95,0 | 92,5 | 97,6 | 26,3 |
| 1          | 2,4  | 7,5  | 15,4 | 27,5 | 12,2 | 14,6 | 5,0  | 5,0  | 2,4  | 29,0 |
| 2          | —    | 2,5  | 10,2 | —    | —    | 2,4  | —    | 2,5  | —    | 26,3 |
| 3          | —    | —    | 2,6  | —    | 2,4  | —    | —    | —    | —    | 13,2 |
| 4          | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 2,6  |
| 5          | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 2,6  |

Выпадение града отмечается преимущественно (86 %) в послеполуденные часы, максимум (50 %) приходится на 15—17 ч. В ночные и утренние часы (до 10 ч) выпадение града — явление редкое (5 %).

Продолжительность выпадения града незначительна (табл. 104). Чаще всего (71 %) он выпадает от нескольких минут до четверти часа. В 16 % продолжается град от 15 до 30 мин. Иногда град может длиться до 1 ч. Такая продолжительность града наблюдалась 17 июля 1946 г. и 11 августа 1965 г.

Таблица 104

Повторяемость (%) продолжительности (τ) выпадения града по градациям

| Продолжительность, мин |      |       |       |       | τ <sub>наиб</sub> | Дата            |
|------------------------|------|-------|-------|-------|-------------------|-----------------|
| < 5                    | 6—15 | 16—30 | 31—45 | 46—60 |                   |                 |
| 1,7                    | 70,7 | 15,5  | 5,2   | 6,9   | 60                | 11 VIII 1965 г. |

Если рассматривать выпадение града на значительной территории, то число дней с градом на ней возрастает несколько раз по сравнению с отдельными пунктами в связи с локальностью этого явления.

При выпадении града преобладает северо-западный и западный ветер. Обычно град сопровождается кратковременным шквалистым ветром (в 36 % максимальная скорость ветра достигает 10—20 м/с). В районе Харькова наиболее часто град наблюдается при температуре воздуха у поверхности земли от 15 до 24 °С. При

температуре воздуха ниже 8 и выше 30 °С град бывает очень редко. После выпадения града температура воздуха значительно понижается.

Градовые явления обычно связаны с грозами и ливнями, которые сопровождаются выпадением града. Однако град — более редкое явление, чем гроза. На один случай выпадения града в среднем приходится до 20 гроз.

## 6.8. Пыльные бури

Пыльные, или черные, бури — это перенос сильным ветром больших количеств пыли или песка, сопровождающийся значительным ухудшением видимости. Они обычно возникают в условиях засушливой погоды. Определенное влияние на образование пыльных бурь оказывает также структура почвы и степень ее увлажнения, наличие растительного покрова и другие местные особенности.

Чаще всего пыльные бури бывают при стационаровании антициклона над центральными районами Европейской части СССР и выходе ложбин с юго-запада, т. е. с южных морей, что приводит к образованию больших барических градиентов, а следовательно, к усилению ветра. Реже пыльные бури связаны со стационарованием циклона над Балканами при наличии полосы высокого давления к северу от него и антициклона восточнее Украины. Еще реже пыльные бури образуются, когда на северо-западе Европейской части СССР располагается малоподвижный циклон, на юге — область высокого давления, распространяющаяся к востоку от азорского антициклона, а на востоке, вблизи республики, стационарирует антициклон или его отрог.

Пыльные бури в большинстве случаев охватывают небольшие территории, но интенсивные и продолжительные бури распространяются на значительные пространства (несколько областей).

Пыльные бури, в особенности интенсивные и продолжительные, причиняют вред народному хозяйству. Они ухудшают санитарно-гигиенические условия города, затрудняют работу на открытом воздухе, ограничивают движение транспорта, сносят верхний плодородный слой почвы и т. д.

Пыльные бури в Харькове и прилегающих районах возникают не ежегодно. За последние 40 лет с октября по декабрь в городе пыльные бури не отмечались (табл. 105). В январе—марте они были за этот период только один раз (в 1969 г.).

Возникновению зимних пыльных бурь обычно предшествует невысокий снежный покров или полное его отсутствие, а также слабое увлажнение поверхностного слоя почвы с осени.

Весной пыльные бури наблюдаются при продолжительном бездожде, когда почва сильно подсыхает, а растения еще не образуют сплошного покрова или бывают со слабо развитой корневой системой. С апреля по август отмечается 2—3 дня с пыльной бурей ежемесячно за 10 лет. К концу лета пыльные бури почти прекращаются.

Таблица 105

Число дней  $n$  с пыльной бурей

| Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|-----------|----------|-------------------|------|
| I     | 0,06      | 0,3      | 2                 | 1969 |
| II    | 0,5       | 2,7      | 16                | 1969 |
| III   | 0,09      | 0,5      | 3                 | 1969 |
| IV    | 0,2       | 0,6      | 3                 | 1960 |
| V     | 0,2       | 0,6      | 3                 | 1963 |
| VI    | 0,3       | 0,8      | 4                 | 1959 |
| VII   | 0,2       | 0,5      | 2                 | 1960 |
| VIII  | 0,2       | 0,4      | 1                 | 1972 |
| IX    | 0,03      | 0,2      | 1                 | 1966 |
| Год   | 1,8       | 3,9      | 22                | 1969 |

В среднем за год в городе и его окрестностях наблюдается 2 дня с пыльной бурей, наибольшее число дней (22) отмечено в 1969 г.

Наибольшая повторяемость (21 %) пыльных бурь бывает в июне и августе (табл. 106). Повторяемость пыльных бурь в весенне-летнее время находится в зависимости от характера подстилающей поверхности суховеино-засушливых процессов шквального усиления ветра. За год частота образования пыльных бурь достигает 58 %.

Таблица 106

## Повторяемость (%) числа дней с пыльной бурей

| Число дней | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | Год |
|------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|-----|
| 0          | 97 | 97 | 97  | 91 | 82 | 79 | 86  | 79   | 97 | 42  |
| 1          | —  | —  | —   | 3  | 15 | 18 | 11  | 21   | 3  | 23  |
| 2          | 3  | —  | —   | 3  | —  | —  | 3   | —    | —  | 16  |
| 3          | —  | —  | 3   | 3  | 3  | —  | —   | —    | —  | 10  |
| 4          | —  | —  | —   | —  | —  | 3  | —   | —    | —  | —   |
| ≥ 5        | —  | 3  | —   | —  | —  | —  | —   | —    | —  | 9   |

Пыльные бури имеют выраженный суточный ход. Максимум (81 %) возникновения приходится на день (11—17 ч), минимум — на ночь и утро. Такой ход соответствует суточному ходу скорости ветра и степени неустойчивости стратификации нижнего слоя тропосферы в весенне-летний сезон. Наименьшая скорость ветра и турбулентность наблюдается в ночные часы, а наибольшая — в послеполуденные. Подсыхание почвы в дневные часы при сильном ветре также способствует образованию пыльных бурь.

Продолжительность пыльных бурь колеблется в широких пределах — от 15 мин до нескольких суток (табл. 107). Средняя

продолжительность одной пыльной бури равна 5,2 ч. Преобладают (57 %) пыльные бури менее 1 ч. Пыльные бури продолжительностью 20 ч и более бывают лишь в 2 %. Продолжительные пыльные бури наблюдаются преимущественно зимой и весной. Летом вероятность возникновения длительных бурь незначительная, так как поверхность почвы в это время защищена растительным покровом. Наиболее интенсивная и продолжительная пыльная буря отмечалась в феврале 1969 г. на обширной территории республики. В Харькове и прилегающих районах она длилась 97 ч с небольшим перерывом. Пыльная буря возникла под влиянием мощного малоподвижного антициклона, с центром над южным Уралом и активной циклонической деятельностью над Малой Азией и Черным морем, смещавшейся к северо-востоку. При этом отмечался восточный и юго-восточный ветер скоростью 15—20 м/с, наблюдалась низкая температура воздуха, незначительный снежный покров и ухудшение видимости временами до 100—200 м.

Таблица 107

Продолжительность  $\tau$  (ч) пыльной бури и ее повторяемость (%) по грациям

| $\bar{\tau}$ | $\sigma$ | Продолжительность, ч |      |      |       |       |      | $\tau_{\text{наиб}}$ | Дата             |
|--------------|----------|----------------------|------|------|-------|-------|------|----------------------|------------------|
|              |          | 1                    | 1—5  | 5—10 | 10—15 | 15—20 | > 20 |                      |                  |
| 5,2          | 5,3      | 56,8                 | 15,7 | 11,8 | 5,9   | 7,8   | 2,0  | 91,4                 | 16—20 II 1969 г. |

Образование интенсивных пыльных бурь обычно происходит в период продолжительного бездождного периода или при незначительном количестве осадков. Пыльные бури возможны при любых направлениях ветра, но преобладает (79 %) ветер восточного и юго-восточного направлений. Скорость ветра при этом может быть различной. В большинстве случаев (62 %) она бывает 10—20 м/с. Следует отметить, что в начале возникновения пыльных бурь скорость ветра менее 10 м/с, а затем она увеличивается. Весной и летом развитие пыльных бурь чаще всего (58 %) происходит при высокой температуре (от 20 до 30 °С) и низкой относительной влажности (13—15 %) воздуха и ясном состоянии неба.

### 6.9. Засушливые явления

Район Харькова и Харьковской области относится к зоне недостаточного увлажнения. В отдельные годы в теплый период продолжительные бездождья в сочетании с высокой температурой воздуха, низкой относительной влажностью и ветром создают условия для возникновения засушливых и суховейных явлений. Засушливые явления отрицательно влияют на деятельность многих отраслей народного хозяйства.

*Таблица 108*  
Гидротермический коэффициент (ГТК) и его вероятность (%) выше указанных пределов

| Наибольшее значение ГТК | Год  | Среднее значение ГТК | $\sigma$ | Вероятность, % |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Наименьшее значение ГТК | Год  |
|-------------------------|------|----------------------|----------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------------|------|
|                         |      |                      |          | 5              | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 95   |                         |      |
| Май                     |      |                      |          |                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         |      |
| 2,60                    | 1978 | 0,84                 | 0,59     | 1,95           | 1,65 | 1,30 | 1,08 | 0,88 | 0,71 | 0,55 | 0,41 | 0,28 | 0,15 | 0,06 | 0,02                    | 1979 |
| Июнь                    |      |                      |          |                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         |      |
| 2,60                    | 1949 | 0,87                 | 0,55     | 1,86           | 1,57 | 1,28 | 1,08 | 0,92 | 0,80 | 0,66 | 0,54 | 0,40 | 0,23 | 0,12 | 0,02                    | 1946 |
| Июль                    |      |                      |          |                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         |      |
| 3,20                    | 1946 | 1,01                 | 0,69     | 2,30           | 1,93 | 1,56 | 1,32 | 1,10 | 0,93 | 0,76 | 0,60 | 0,44 | 0,22 | 0,12 | 0,04                    | 1963 |
| Август                  |      |                      |          |                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         |      |
| 2,64                    | 1960 | 0,91                 | 0,65     | 2,18           | 1,82 | 1,44 | 1,19 | 0,99 | 0,81 | 0,65 | 0,49 | 0,32 | 0,14 | 0,08 | 0,02                    | 1949 |
| Сентябрь                |      |                      |          |                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         |      |
| 2,36                    | 1978 | 0,81                 | 0,47     | 1,74           | 1,46 | 1,16 | 0,96 | 0,82 | 0,70 | 0,58 | 0,48 | 0,37 | 0,28 | 0,24 | 0,26                    | 1964 |
| Май—сентябрь            |      |                      |          |                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         |      |
| 1,55                    | 1978 | 0,89                 | 0,26     | 1,39           | 1,21 | 1,05 | 0,96 | 0,90 | 0,85 | 0,79 | 0,73 | 0,66 | 0,57 | 0,50 | 0,39                    | 1957 |

Для оценки климатических ресурсов, агроклиматического районирования, характеристики засух применяется комплексный показатель — гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова (ГТК), представляющий собой отношение суммы осадков за период с температурой воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$  к сумме температур, уменьшенной в 10 раз за тот же период. Сумма температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  приближенно характеризует испаряемость.

В Харькове средние значения ГТК за период со средней суточной температурой воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$  равны 0,89 (табл. 108). От года к году ГТК изменяется незначительно; среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) составляет 0,26. В засушливые годы ГТК

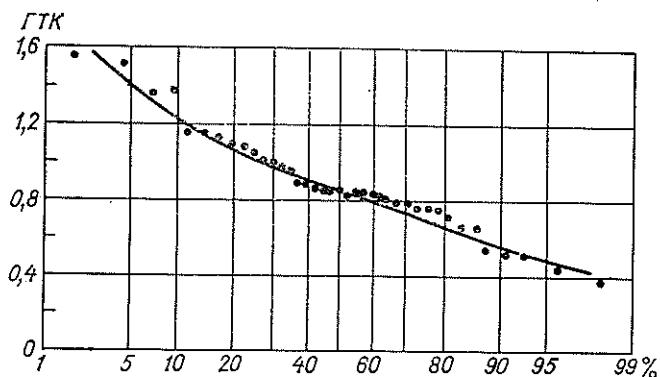


Рис. 30. Интегральная кривая гидротермического коэффициента (ГТК) за период с температурой воздуха  $10^{\circ}\text{C}$  и выше различной вероятности (%) выше указанных пределов.

уменьшается до 0,5 и ниже, а во влажные — увеличивается до 1,5 и выше. Засушливые годы наблюдаются один раз в 10 лет, а влажные — один раз в 20 лет (рис. 30).

Большей изменчивости ГТК подвержен в отдельные месяцы. Почти не бывает лет, чтобы в том или ином месяце теплого периода (май—сентябрь) ГТК не снижался до 0,5 и ниже. Часто (48 %) наблюдаются и годы с очень низкими значениями ГТК в течение двух месяцев подряд.

Наиболее засушливым является сентябрь (ГТК равен 0,81). В каждый четвертый год в этом месяце ГТК понижается до 0,40 или повышается до 1,00 и выше. Наиболее увлажнен июнь (ГТК составляет 1,01). Однако и этот месяц каждый четвертый год бывает засушливым. В такие годы ГТК понижается до 0,50 и ниже.

По табл. 108 можно определить ГТК различной вероятности. Так, в мае и августе один раз в 5 лет ГТК соответственно понижается до 0,28 и 0,32, что означает очень большую сухость. С такой же вероятностью ГТК в мае может равняться 1,30, а в августе 1,44.

Отдельные годы характеризуются высокой температурой воздуха, низкой относительной влажностью, значительным дефици-

том осадков. Такие условия приводят к значительной повторяемости засушливых явлений (длительные периоды бездождья, суховей, пыльные бури). В отдельных случаях они наносят большой ущерб народному хозяйству.

В Харькове в теплый период года в среднем бывает 5 бездождных периодов различной продолжительности. Средняя продолжительность одного бездождного периода равна 18 дням, но она сильно колеблется из года в год. Следует отметить, что ежегодно возможны бездождные периоды продолжительностью до 25 дней. Максимальная продолжительность непрерывного бездождья в городе достигала более 80 дней (с 12 марта по 31 мая 1934 г.).

Повторяемость и продолжительность бездождных периодов связана главным образом с циркуляционными процессами. Длительные периоды бездождья обычно наблюдаются в стационарных антициклонах, охватывающих обширные территории. Общей характеристикой засушливости является число засушливых дней. Первые дни бездождных периодов, следующие непосредственно за дождями, не представляют опасности для развития сельскохозяйственных культур.

При длительных бездождьях в среднем к десятому дню устанавливается устойчивый режим температуры и относительной влажности воздуха, после чего бездождье оказывает уже отрицательное влияние на состояние растений, особенно в фазы цветения и формирования колоса. Это послужило основанием к тому, чтобы, начиная с десятого, последующие дни бездождных периодов считать засушливыми [26].

Число засушливых дней по месяцам в среднем колеблется от 5 в июне—июле до 10 в октябре. Общее их число за теплый период равно 51 (табл. 109).

Таблица 109  
Число засушливых дней  $n$

| Месяц                   | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------------------------|-----------|----------|-------------------|------|
| IV                      | 7,2       | 7,6      | 30                | 1934 |
| V                       | 8,0       | 7,3      | 31                | 1959 |
| VI                      | 4,9       | 6,4      | 30                | 1946 |
| VII                     | 5,0       | 6,2      | 22                | 1963 |
| VIII                    | 7,2       | 8,1      | 31                | 1962 |
| IX                      | 8,1       | 6,8      | 21                | 1909 |
| X                       | 10,1      | 8,8      | 31                | 1965 |
| Теплый период<br>(IV—X) | 50,5      | 21,4     | 98                | 1934 |

В отдельные годы (1924, 1934, 1946, 1949, 1953 гг.) число засушливых дней равнялось 85—98. Однако их вероятность составляет 5%. Возможные колебания числа засушливых дней из года в год можно определить по рис. 31.

**Суховей.** Под суховеем обычно понимают сухой и знойный ветер, вызывающий нарушение водного баланса растений. Большинство исследователей [26, 38] в качестве показателя суховея принимают ветер скоростью 5 м/с и более (на высоте флюгера), при котором хотя бы в один из сроков наблюдений относительная влажность понижается до 30 % и менее, а температура воздуха равна 25 °С и выше.

Суховей, в особенности продолжительные и интенсивные, вредно влияют на сельскохозяйственные культуры, так как в это

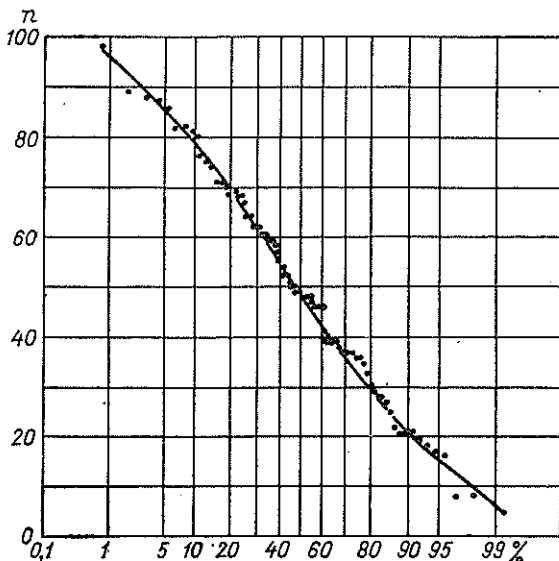


Рис. 31. Интегральная кривая числа засушливых дней  $n$  и различной вероятности выше указанных пределов. Теплый период (апрель—октябрь).

время увеличивается испарение с почвы и транспирация растений. При недостатке влаги в почве растения в разных фазах развития повреждаются или увядают. Суховей также оказывают неблагоприятное воздействие и на хозяйственную деятельность города.

В Харькове суховей наблюдаются ежегодно и бывают они в течение всего теплого периода—с апреля по сентябрь (табл. 110). В апреле суховей отмечаются редко (в среднем 2 дня за 10 лет). С мая число дней с суховеем увеличивается и по август оно составляет по 3 дня в месяц. В сентябре число дней с суховеем резко уменьшается. В среднем за теплый период бывает 13 дней с суховеем. В засушливые годы (июнь 1946 г., июль 1959 г., май 1963 г., август 1972 г.) их наблюдается до 13—16 дней в месяц и 30 дней за теплый период (1938, 1959, 1963, 1972, 1975 гг.).

Среднее квадратическое отклонение числа дней с суховеем ( $\sigma$ ) в отдельные месяцы равно 2—4 дням, а за теплый период



Таблица 110  
Число дней  $n$  с суховеем

| Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|-----------|----------|-------------------|------|
| IV    | 0,2       | 0,5      | 2                 | 1975 |
| V     | 2,9       | 3,6      | 13                | 1963 |
| VI    | 3,2       | 3,7      | 14                | 1946 |
| VII   | 2,8       | 3,4      | 14                | 1959 |
| VIII  | 3,0       | 3,4      | 16                | 1972 |
| IX    | 1,0       | 1,6      | 7                 | 1938 |
| Год   | 13,1      | 7,8      | 30                | 1972 |

составляет 8 дней. В табл. 111 приведены данные повторяемости числа дней с суховеем в отдельные месяцы. Наибольшая повторяемость (70—75 % в месяц) суховеев отмечается в мае—августе

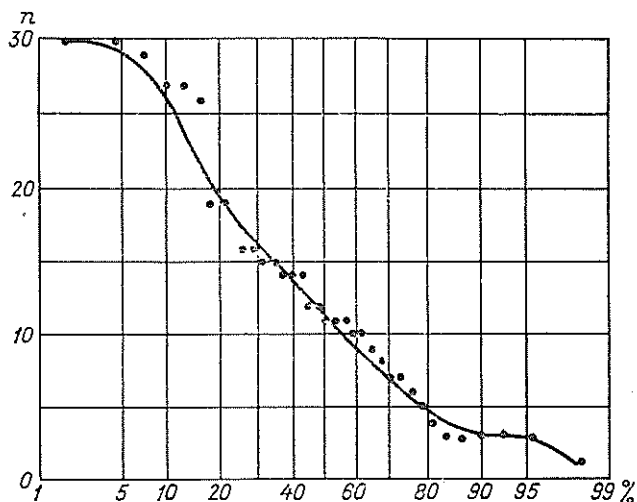


Рис. 32. Интегральная кривая числа дней  $n$  с суховеем различной вероятности (%) выше указанных пределов. Теплый период (апрель—октябрь).

Весной (апрель) их бывает меньше (на 20 %), чем осенью (сентябрь). За теплый период один раз в 20 лет может наблюдаться 30 дней с суховеем и один раз в 4 года 20 дней (рис. 32).

Суточный ход суховеев аналогичен ходу температуры воздуха и скорости ветра. Максимум суховеев наблюдается после полудня, минимум — в ночные и утренние часы.

Большой практический интерес представляют данные о продолжительности суховеев. Кратковременные суховеи менее опасны, чем продолжительные. Суховеи бывают различной

**Таблица 111**  
**Повторяемость (%) числа дней с суховеем**

| Число дней | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| 0          | 87,8 | 27,5 | 25,7 | 30,0 | 25,6 | 61,0 |
| 1—2        | 12,2 | 27,5 | 38,5 | 32,5 | 28,2 | 21,9 |
| 3—4        | —    | 27,5 | 10,2 | 12,5 | 25,6 | 9,8  |
| 5—6        | —    | 5,0  | 5,1  | 7,5  | 7,7  | 4,9  |
| 7—8        | —    | —    | 5,1  | 12,5 | 7,7  | 2,4  |
| 9—10       | —    | 2,5  | 10,2 | —    | —    | —    |
| 11—12      | —    | 7,5  | 2,6  | 2,5  | 2,6  | —    |
| > 12       | —    | 2,5  | 2,6  | 2,5  | 2,6  | —    |

продолжительности. В Харькове они длятся в среднем около двух дней, но иногда они могут сохраняться до 15 дней, как это было в 1938 г. (табл. 112). Продолжительные суховеи (более 5 дней) бывают с мая по август (табл. 113). Однако повторяемость их незначительная.

**Таблица 112**  
**Продолжительность  $\tau$  (дни) суховея и его повторяемость (%) по градациям**

| $\bar{\tau}$ | $\sigma$ | Продолжительность, дни |      |     |     |     |     |     |   |     |           |    | $\tau_{\text{наиб}}$    | Дата |
|--------------|----------|------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----------|----|-------------------------|------|
|              |          | 1                      | 2    | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8 | 9   | $\geq 10$ |    |                         |      |
| 1,8          | 1,4      | 61,6                   | 21,1 | 7,8 | 3,1 | 4,1 | 1,4 | 0,3 | — | 0,3 | 0,3       | 15 | 22 VIII—5 IX<br>1938 г. |      |

**Таблица 113**  
**Повторяемость (%) продолжительности  $\tau$  суховеев по градациям**

| $\tau$ дни | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| 1          | 66,7 | 51,7 | 60,3 | 67,1 | 64,7 | 63,7 |
| 2—3        | 33,3 | 36,7 | 26,4 | 27,4 | 27,7 | 22,7 |
| 4—5        | —    | 8,3  | 11,8 | 4,1  | 3,1  | 13,6 |
| 6—7        | —    | 3,3  | 1,5  | 1,4  | 1,5  | —    |
| 8—9        | —    | —    | —    | —    | 1,5  | —    |
| $\geq 10$  | —    | —    | —    | —    | 1,5  | —    |

Суховеи наблюдаются при различных направлениях ветра (табл. 114). Однако преобладающими ветрами при суховеях являются восточные и юго-восточные, повторяемость которых в сумме составляет 64 %.

В летние месяцы при суховеях в 50—56 % отмечается умеренный и сильный ветер (7—15 м/с и более), весной и в начале осени во время суховеев скорость ветра составляет 7—15 м/с и более.

Таблица 114

## Повторяемость (%) направлений ветра при суховеях

| С   | СВ   | В    | ЮВ   | Ю   | ЮЗ  | З   | СЗ  |
|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| 4,1 | 10,2 | 33,6 | 30,5 | 8,4 | 5,9 | 4,0 | 3,3 |

Температура воздуха выше 30 °С во время суховеев в теплый период года наблюдается в 28 % (в августе — до 51 %). Весной при суховеях в 25 % относительная влажность воздуха бывает 20 % и ниже, а в мае повторяемость такой влажности достигает почти 42 %.

Следует также отметить, что ежегодно бывает по одному дню с сильным суховеем, когда одновременно наблюдается температура воздуха 30 °С и выше, относительная влажность воздуха 25 % и ниже и ветер скоростью 10 м/с и более.

Во время суховеев распределение метеорологических величин в свободной атмосфере характеризуется рядом особенностей.

Суховеи вначале формируются в приземном слое атмосферы, в последующем — в более высоких ее слоях. Ветер во всем 5-километровом слое преобладает юго-восточного и восточного направления.

В приземном слое в ночные или утренние часы при суховеях нередко образуется приземная инверсия. В средней тропосфере также наблюдается инверсионный слой, нижняя граница которого в ночные часы ниже, чем в вечерние, что свидетельствует о постепенной передаче тепла снизу вверх. Относительная влажность воздуха во время суховеев в нижнем слое (до 0,5 км) почти не отличается от относительной влажности у земли (на высоте 2 м); на уровне 1,5 км она ниже нормы примерно на 20 %, а на уровне 5 км — на 16 %.

Для ослабления отрицательного влияния засушливых явлений в условиях города и его окрестностях необходимо создать зону зеленых насаждений, проводить полив садов, парков, скверов, площадей и т. д. Полив лучше организовать вечером или ночью, когда вода расходуется только на сток и впитывание. Днем в целях сохранения почвенной влаги следует производить рыхление.

## 7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ

Климатические сезоны выделяются по термическому признаку — датам перехода средней суточной температуры воздуха через определенные пределы, которые отражают особенности формирования термического режима в определенный период года [37]. Переход от сезона к сезону связан с изменениями условий климатообразующих факторов и характером подстилающей поверхности, что и обуславливает их непостоянство во времени и пространстве.

### 7.1. Зима

За зиму принимается период, ограниченный датами перехода средней суточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  осенью и весной. Зима в Харькове характеризуется многократной сменой атмосферных процессов, которые и определяют погодные условия данного сезона.

Активная циклоническая деятельность обуславливает пасмурную, ветреную погоду с осадками и туманами. При длительном поступлении теплых воздушных масс наблюдается теплая погода, средняя месячная температура поднимается выше средних многолетних значений, отмечаются оттепели, при которых полностью сходит снежный покров. В периоды вторжения арктического воздуха происходит значительное понижение температуры воздуха, усиливается ветер, возникают метели.

Обычно теплые и холодные периоды чередуются. В отдельные годы в течение длительного времени, а то и всего сезона сохраняется очень холодная или теплая погода, с большим количеством осадков или с их дефицитом.

Зима в Харькове начинается в двадцатых числах ноября (табл. 115). Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) даты наступления зимнего сезона составляет 12 дней. Особенности развития атмосферных процессов в каждом конкретном году отражаются на сроках перехода средней суточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  осенью. Так, зимний характер распределения температуры воздуха в 1920 г. установился уже 21 октября, а в 1960 г. — только 27 декабря. Один раз в 20 лет зима может начаться как в начале ноября, так и в начале декабря (табл. 115).

Наиболее холодная часть зимы — период со средней суточной температурой воздуха  $-5^{\circ}\text{C}$  и ниже. Устанавливается такая температура в двадцатых числах декабря и удерживается до конца февраля.

С переходом средней суточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  весной оканчивается зимний сезон. Происходит это в двадцатых числах марта (табл. 115). Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) даты окончания зимы равно 8—11 дням. Переход температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  весной также не остается постоянным и меняется во времени. Если в 1914 г. зима закончилась 15 февраля, то в 1929 г. она удерживалась до 9 апреля (табл. 115).

Таблица 115

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

| Температура,<br>°C    | Сезон | Самая ранняя<br>дата | Год   | Средняя дата | t    | Вероятность, % |         |        |        |        |        |        | Самая позд-<br>няя дата | Год  |
|-----------------------|-------|----------------------|-------|--------------|------|----------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------|------|
|                       |       |                      |       |              |      | 5              | 10      | 25     | 50     | 75     | 90     | 95     |                         |      |
| Харьков, обсерватория |       |                      |       |              |      |                |         |        |        |        |        |        |                         |      |
| 0                     | Осень | 21 X                 | 1920  | 18 XI        | 11,9 | 2 XI           | 5 XI    | 11 XI  | 21 XI  | 27 XI  | 4 XII  | 8 XII  | 13 XII                  | 1947 |
|                       | Весна | 15 II                | 1914  | 22 III       | 11,0 | 5 III          | 8 III   | 12 III | 20 III | 25 III | 29 III | 3 IV   | 9 IV                    | 1929 |
| 5                     | Весна | 24 III               | 1913  | 6 IV         | 9,4  | 26 III         | 27 III  | 2 IV   | 7 IV   | 13 IV  | 14 IV  | 23 IV  | 1896                    |      |
|                       | Осень | 6 X                  | 1912, | 25 X         | 13,6 | 9 X            | 12 X    | 20 X   | 25 X   | 31 X   | 6 XI   | 7 XI   | 17 XI                   | 1923 |
| 10                    | Весна | 8 IV                 | 1920  | 23 IV        | 12,3 | 10 IV          | 13 IV   | 21 IV  | 26 IV  | 30 IV  | 5 V    | 8 V    | 12 V                    | 1912 |
|                       | Осень | 16 IX                | 1894  | 2 X          | 10,9 | 22 IX          | 22 IX   | 27 IX  | 1 X    | 9 X    | 16 X   | 20 X   | 21 X                    | 1929 |
| 15                    | Весна | 30 IV                | 1921  | 14 V         | 11,8 | 2 V            | 6 V     | 11 V   | 17 V   | 26 V   | 4 VI   | 9 VI   | 11 VI                   | 1913 |
|                       | Осень | 24 VIII              | 1914  | 10 IX        | 10,0 | 26 VIII        | 28 VIII | 3 IX   | 7 IX   | 15 IX  | 20 IX  | 22 IX  | 27 IX                   | 1909 |
| Харьков, АМСГ         |       |                      |       |              |      |                |         |        |        |        |        |        |                         |      |
| 0                     | Осень | 3 XI                 | 1959  | 22 XI        | 11,5 | 4 XI           | 7 XI    | 15 XI  | 25 XI  | 28 XI  | 9 XII  | 14 XII | 27 XII                  | 1960 |
|                       | Весна | 27 II                | 1966  | 22 III       | 8,2  | 1 III          | 3 III   | 12 III | 17 III | 23 III | 27 III | 29 III | 30 III                  | 1963 |
| 5                     | Весна | 21 III               | 1966  | 2 IV         | 6,2  | 24 III         | 28 III  | 30 III | 6 IV   | 9 IV   | 13 IV  | 14 IV  | 15 IV                   | 1965 |
|                       | Осень | 8 X                  | 1976  | 28 X         | 9,2  | 10 X           | 12 X    | 19 X   | 25 X   | 31 X   | 7 XI   | 11 XI  | 13 XI                   | 1938 |
| 10                    | Весна | 6 IV                 | 1975  | 20 IV        | 7,7  | 8 IV           | 11 IV   | 14 IV  | 24 IV  | 27 IV  | 2 V    | 4 V    | 5 V                     | 1945 |
|                       | Осень | 20 IX                | 1973  | 3 X          | 7,4  | 21 IX          | 24 IX   | 28 IX  | 2 X    | 7 X    | 17 X   | 18 X   | 20 X                    | 1974 |
| 15                    | Весна | 23 IV                | 1975  | 8 V          | 9,7  | 3 V            | 5 V     | 7 V    | 12 V   | 21 V   | 30 V   | 3 VI   | 6 VI                    | 1941 |
|                       | Осень | 26 VIII              | 1973  | 13 IX        | 7,4  | 31 VIII        | 31 VIII | 6 IX   | 11 IX  | 15 IX  | 22 IX  | 23 IX  | 23 IX                   | 1963 |

Таблица 116

Продолжительность  $\tau$  (дни) сезонов и их вероятность выше указанных пределов

| Сезон                 | $\tau_{\text{наиб}}$ | Год     | $\bar{\tau}$ | $\sigma$ | $C_v$ | Вероятность, % |     |     |     |     |     |    | $\tau_{\text{наим}}$ | Год     |
|-----------------------|----------------------|---------|--------------|----------|-------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----------------------|---------|
|                       |                      |         |              |          |       | 5              | 10  | 25  | 50  | 75  | 90  | 95 |                      |         |
| Харьков, обсерватория |                      |         |              |          |       |                |     |     |     |     |     |    |                      |         |
| Зима                  | 146                  | 1897-98 | 124          | 14,7     | 0,12  | 144            | 138 | 127 | 119 | 109 | 100 | 98 | 68                   | 1913-14 |
| Весна                 | 95                   | 1913    | 53           | 12,5     | 0,20  | 83             | 77  | 71  | 60  | 52  | 47  | 43 | 34                   | 1929    |
| Лето                  | 137                  | 1923    | 119          | 13,9     | 0,12  | 133            | 132 | 125 | 115 | 105 | 93  | 85 | 83                   | 1933    |
| Осень                 | 99                   | 1926    | 69           | 13,1     | 0,18  | 94             | 89  | 82  | 71  | 62  | 55  | 51 | 41                   | 1920    |
| Харьков, АМСГ         |                      |         |              |          |       |                |     |     |     |     |     |    |                      |         |
| Зима                  | 140                  | 1959-60 | 120          | 14,1     | 0,12  | 139            | 135 | 125 | 114 | 103 | 91  | 88 | 63                   | 1960-61 |
| Весна                 | 89                   | 1978    | 47           | 11,5     | 0,19  | 86             | 74  | 68  | 56  | 52  | 47  | 45 | 37                   | 1963    |
| Лето                  | 150                  | 1975    | 128          | 13,2     | 0,11  | 138            | 135 | 130 | 118 | 110 | 101 | 93 | 91                   | 1978    |
| Осень                 | 118                  | 1960    | 70           | 12,9     | 0,17  | 93             | 86  | 82  | 74  | 65  | 55  | 52 | 49                   | 1975    |

В Харькове зима продолжается до 120 дней и более (табл. 116). Самая длительная (146 дней) за весь период наблюдений была зима 1897-98 г., а самая короткая (63 дня) 1960-61 г. Вероятность продолжительности зимнего сезона представлена на рис. 33.

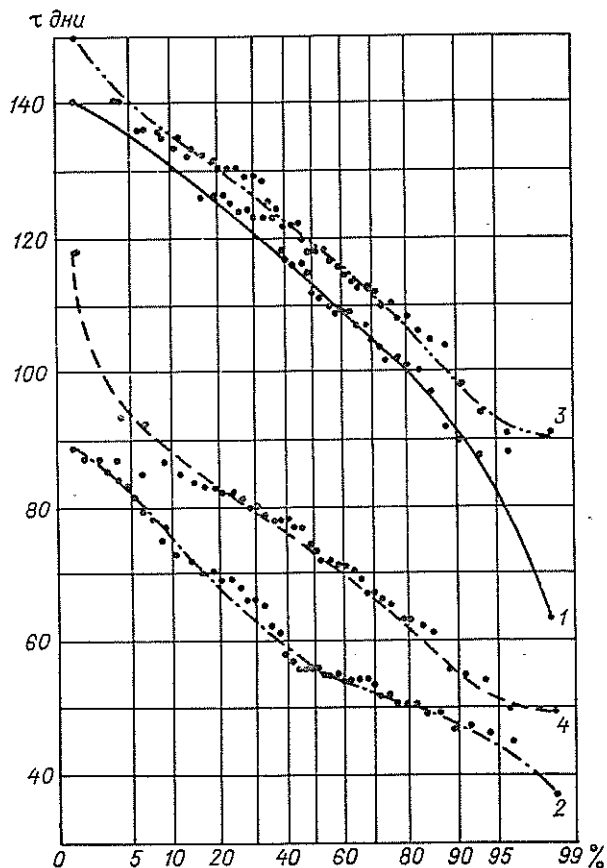


Рис. 33. Интегральная кривая продолжительности сезонов  $\tau$  (дни) различной вероятности (%) выше указанных пределов.

1 — зима, 2 — весна, 3 — лето, 4 — осень.

**Низкие температуры воздуха.** Понижение температуры воздуха до  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже в сочетании с другими метеорологическими явлениями оказывает неблагоприятное воздействие на деятельность многих отраслей городского хозяйства.

Обычно резкие похолодания с сильным ветром и метелями обусловлены распространением с востока отрога сибирского антициклона, а также вторжением арктического воздуха в антициклон.

лонах, перемещающихся со Скандинавии. Понижение температуры воздуха происходит и при адвекции холода в результате образования многоцентровой депрессии над юго-восточными районами Европейской части СССР [38].

Температура воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже в Харькове отмечается ежегодно в период с ноября по март (табл. 117). В отдельные годы (1949, 1952 гг.) возможно понижение температуры воздуха до  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже в октябре и даже апреле. Чаще всего низкая

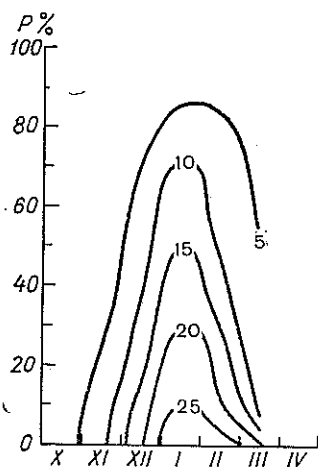


Рис. 34. Изоплеты числа дней с температурой воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже различной вероятности  $P$  (%) выше указанных пределов.

Таблица 117

Число дней  $n$  с температурой воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже

| Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год  | Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год     |
|-------|-----------|----------|-------------------|------|-------|-----------|----------|-------------------|---------|
| X     | 0,02      | 0,2      | 1                 | 1949 | II    | 11,8      | 6,7      | 28                | 1954    |
| XI    | 1,9       | 2,8      | 10                | 1959 | III   | 5,3       | 4,7      | 22                | 1952    |
| XII   | 8,5       | 5,1      | 18                | 1978 | IV    | 0,03      | 0,2      | 1                 | 1952    |
| I     | 14,8      | 7,4      | 29                | 1954 | Год   | 42,4      | 14,9     | 76                | 1953-54 |

температура воздуха формируется в январе (15 дней) и феврале (12 дней). В среднем за сезон она сохраняется в течение 42 дней. Значения среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ) для отдельных месяцев колеблются в пределах 3—7 дней. В целом за сезон  $\sigma$  составляет 15 дней. Вероятность числа дней с температурой воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже можно определить с помощью рис. 34, 35.

Вероятностные показатели являются одной из важных климатических характеристик. Они позволяют учитывать все возможные колебания метеорологической величины, чтобы правильно спланировать и внедрить мероприятия, необходимые для улучшения обслуживания различных отраслей городского хозяйства.



При планировании и ведении зимних работ в городе необходимо учитывать продолжительность периода с температурой воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже. Харьков можно отнести к одному из «холодных» городов Украины. Суммарная продолжительность низкой температуры воздуха здесь достигается 600 ч за сезон. Наиболее длительные периоды с такой температурой приходится на январь—февраль. Непрерывно низкая температура воздуха может удерживаться от нескольких часов до нескольких суток.

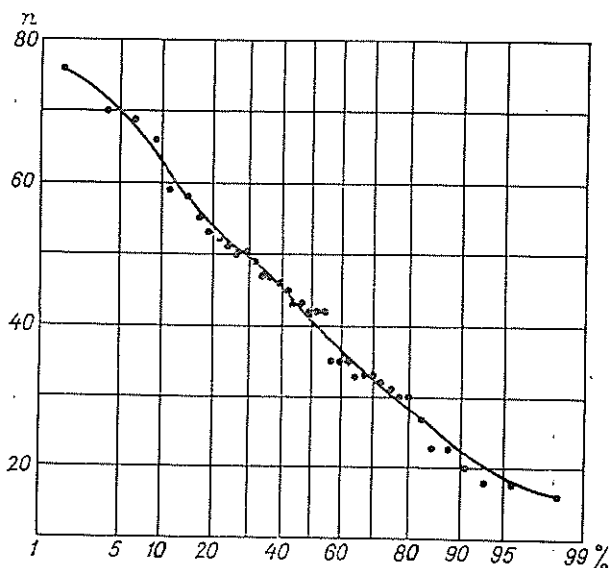


Рис. 35. Интегральная кривая числа дней  $n$  с температурой воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже различной вероятности (%) выше указанных пределов. Год.

В аномально холодные зимы температура воздуха понижается до  $30^{\circ}\text{C}$  и ниже. В среднем за зимний сезон число дней с температурой воздуха  $-20^{\circ}\text{C}$  и ниже составляет 9, с температурой  $-25^{\circ}\text{C}$  и ниже 2 дня, а температура  $-30^{\circ}\text{C}$  и ниже отмечается 4 раза в 10 лет [38]. Хотя такая температура воздуха сохраняется недолго, она приносит значительный ущерб городскому и пригородному хозяйству.

В зимний сезон наиболее низкая минимальная температура воздуха отмечается в январе—феврале. Наибольшая повторяемость (42 %) абсолютного минимума температуры воздуха приходится на январь (табл. 118). В отдельные годы (1898, 1915, 1952, 1964 гг.) абсолютный минимум отмечался в марте. Так, в 1964 г. он равнялся  $-32,2^{\circ}\text{C}$ . Вероятность абсолютного минимума за год представлена на рис. 36.

**Оттепели.** Днем с оттепелью считается день, когда на фоне установившихся отрицательных температур происходит повышение

Таблица 118

Повторяемость  $P$  (%) месяцев с абсолютным минимумом температуры воздуха

| Месяц . . . . . | XII  | I    | II   | III |
|-----------------|------|------|------|-----|
| $P$ % . . . . . | 18,8 | 42,4 | 34,1 | 4,7 |

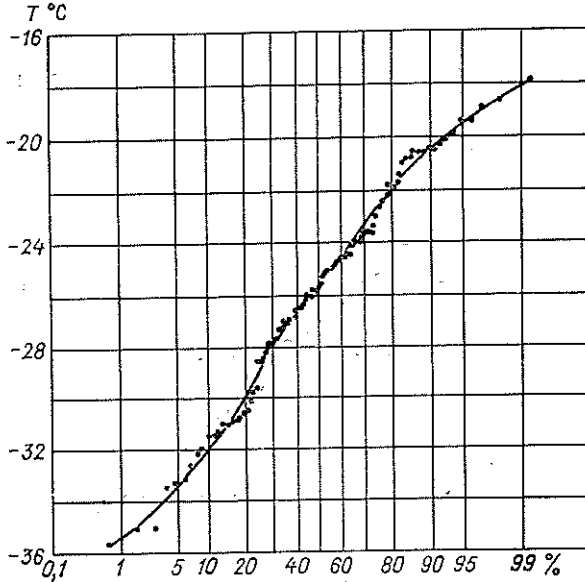


Рис. 36. Интегральная кривая абсолютного минимума температуры воздуха  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) различной вероятности (%) ниже указанных пределов.

максимальной температуры воздуха выше  $0^{\circ}\text{C}$ . Преобладают оттепели адвективного характера. Они связаны с выходом юго-западных и южных циклонов со Средиземного и Черного морей, а также с адвекцией теплых воздушных масс с Атлантики при перемещении циклонов с северо-запада и запада. В результате местного прогрева воздуха при ясной или малооблачной погоде в дневные часы возникают радиационные оттепели.

Многочисленная смена оттепельных и морозных периодов неблагоприятно сказывается на строительных работах, эксплуатации городского транспорта, на состоянии дорог и улиц, ухудшает самочувствие людей. Резкие колебания температуры воздуха нарушают вертикальный обмен в нижних слоях воздуха, что особенно вредно в условиях большого города с развитым промышленным потенциалом.

В среднем за зиму бывает до 35 дней с оттепелью (табл. 119). В мягкие теплые зимы число дней с оттепелью может значительно превышать среднее многолетнее. Например, в зимний сезон

1965-66 г. оттепели отмечались 66 дней. В холодные зимы они бывают крайне редко. Наибольшее число дней с оттепелью приходится на декабрь (15), в январе и феврале их число уменьшается до 10 дней. В 1946, 1953 гг. оттепели в январе и феврале вообще не наблюдались. Число дней с оттепелью различной вероятности можно определить по рис. 37. Условия, необходимые для формирования оттепелей, в Харькове создаются ежегодно. За сезон отмечается около 8 оттепельных периодов, но длительность

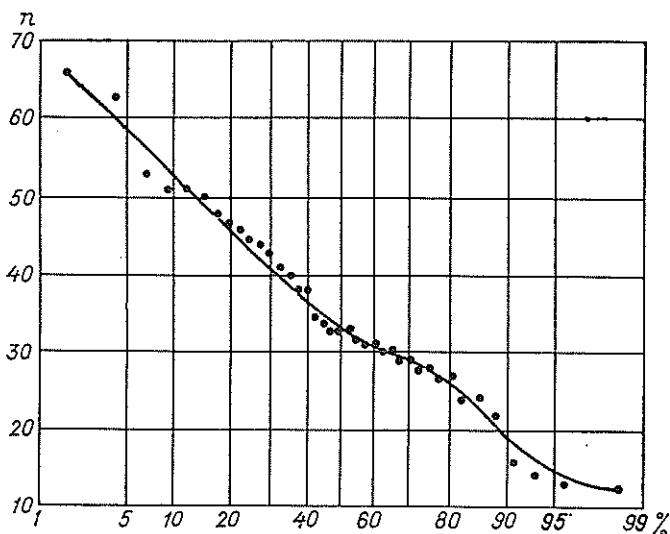


Рис. 37. Интегральная кривая числа дней  $n$  с оттепелью различной вероятности (%) выше указанных пределов. Зима (декабрь—февраль).

их различна. Средняя продолжительность одной оттепели составляет 4 дня. Оттепели продолжительностью 1—5 дней наблюдаются 5—6 раз за сезон, продолжительностью 6—10 дней — не более 1 дня. Длительные оттепели (16—20 дней) — явление редкое.

При оттепелях максимальная температура может достигать 9°C. При максимальной температуре воздуха выше 3°C они

Таблица 119

Число дней  $n$  с оттепелью

| Месяц        | $n_{\text{наим}}$ | Год     | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $C_v$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год     |
|--------------|-------------------|---------|-----------|----------|-------|-------------------|---------|
| XII          | 5                 | 1938    | 15,2      | 5,8      | 0,38  | 31                | 1960    |
| I            | 0                 | 1946    | 9,5       | 6,0      | 0,63  | 20                | 1975    |
| II           | 0                 | 1953    | 10,2      | 6,2      | 0,61  | 22                | 1966    |
| Зима (XII-I) | 12                | 1963-64 | 34,9      | 12,6     | 0,36  | 66                | 1965-66 |

сохраняются в течение суток. Наибольшая продолжительность оттепелей с положительной температурой во все часы суток равна 10 дням. Чаще всего такие оттепели отмечаются в декабре [38].

Зимой осадки выпадают в виде снега, при оттепелях — в виде дождя со снегом и дождя. Усиление ветра сопровождается метелями и даже снежными заносами. Наблюдаются гололедно-изморозевые явления, при оттепелях — туманы.

В зависимости от особенностей развития атмосферной циркуляции зимы делятся на аномально теплые и аномально холодные (табл. 120). Особенно теплыми были зимы 1901-02, 1913-14, 1914-15, 1947-48, 1951-52, 1954-55, 1960-61, 1965-66, 1974-75 гг., а аномально холодными — 1892-93, 1895-96, 1908-09, 1927-28, 1930-31, 1939-40, 1946-47, 1953-54, 1963-64 гг.

Таблица 120

Отклонения (°С) от средней многолетней температуры воздуха в аномально теплые и аномально холодные месяцы

| Год     | Теплая зима |      |      | Год       | Холодная зима |      |       |
|---------|-------------|------|------|-----------|---------------|------|-------|
|         | ХІІ         | І    | ІІ   |           | ХІІ           | І    | ІІ    |
| 1888-99 | 4,1         | 5,7  | 0,5  | 1892-93   | -2,1          | -8,4 | -1,6  |
| 1900-01 | 2,2         | -0,6 | 3,4  | 1895-96   | -5,3          | -7,1 | -1,2  |
| 1901-02 | 4,2         | 5,2  | 4,3  | 1899-1900 | -4,3          | -1,1 | 0,1   |
| 1903-04 | -1,6        | -0,9 | 4,9  | 1908-09   | -4,8          | -3,8 | -3,8  |
| 1912-13 | 3,2         | 0,9  | -0,4 | 1910-11   | 2,4           | -2,2 | -7,1  |
| 1913-14 | 4,0         | 1,0  | 6,7  | 1916-17   | 0,1           | -1,6 | -7,2  |
| 1914-15 | 1,4         | 5,9  | 2,7  | 1920-21   | -3,9          | 2,2  | -3,2  |
| 1915-16 | 1,3         | 2,6  | 3,4  | 1923-24   | 1,5           | -5,0 | -4,0  |
| 1917-18 | -0,3        | 4,1  | 2,9  | 1927-28   | -5,1          | -0,5 | -4,4  |
| 1922-23 | 3,0         | 2,8  | -2,0 | 1928-29   | 1,6           | -1,1 | -9,8  |
| 1924-25 | -2,6        | 4,0  | 6,6  | 1930-31   | -2,5          | -1,0 | -5,3  |
| 1935-36 | 2,7         | 5,6  | -1,1 | 1933-34   | -6,1          | -1,0 | 2,4   |
| 1937-38 | 3,2         | 1,7  | 0,9  | 1939-40   | -0,2          | -5,5 | -2,5  |
| 1947-48 | 3,4         | 5,1  | 0,5  | 1940-41   | -1,8          | -2,7 | 2,5   |
| 1951-52 | 2,2         | 5,6  | 3,0  | 1946-47   | -3,0          | -4,5 | -0,5  |
| 1954-55 | 1,1         | 4,6  | 3,7  | 1949-50   | 1,3           | -8,4 | 1,8   |
| 1956-57 | 0,0         | 0,6  | 5,6  | 1950-51   | 1,0           | -0,6 | -4,7  |
| 1957-58 | 0,7         | 2,7  | 3,2  | 1953-54   | -2,1          | -7,6 | -10,5 |
| 1958-59 | 1,5         | 5,3  | 1,4  | 1955-56   | -1,8          | 1,1  | -9,1  |
| 1960-61 | 6,6         | 2,6  | 4,1  | 1962-63   | -0,8          | -7,7 | 0,8   |
| 1961-62 | -0,5        | 3,5  | 0,6  | 1963-64   | -4,5          | -1,5 | -3,3  |
| 1965-66 | 4,6         | 5,0  | 3,7  | 1966-67   | -0,3          | -2,4 | -3,3  |
| 1970-71 | -0,8        | 4,7  | -0,6 | 1968-69   | 1,3           | -3,5 | -2,8  |
| 1972-73 | 2,7         | -1,4 | 5,7  | 1971-72   | 2,1           | -7,2 | -2,0  |
| 1973-74 | 1,3         | -0,9 | 4,6  | 1975-76   | 0,4           | -0,3 | -6,0  |
| 1974-75 | 2,8         | 5,6  | 1,2  | 1977-78   | -3,9          | -0,6 | -0,1  |
| 1976-77 | 2,0         | -2,5 | 3,8  | 1978-79   | -4,5          | -0,7 | -0,7  |

## 7.2. Весна

С переходом средней суточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  в сторону ее повышения начинается весенний сезон.

С наступлением весны ослабевают циркуляционные процессы и усиливается роль радиационного фактора, а также влияние подстилающей поверхности. Начинается весна в двадцатых числах марта (см. табл. 115). Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) начала весеннего сезона равно 8—11 дням.

По датам наступления весны делятся на ранние и поздние, по температурному режиму — на теплые и холодные, по характеру развития — на дружные и затяжные.

Ранние весны обычно бывают теплые и дружные. Средняя месячная температура воздуха держится выше нормы, что способствует быстрому снеготаянию. Погода преобладает ясная, солнечная, осадков выпадает мало. Примером может служить весна 1914 г., когда переход средней суточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  осуществился 15 февраля. Особенно ранние и теплые весны наблюдались в 1906, 1920, 1921, 1934, 1950, 1966, 1975 гг.

Поздние весны, как правило, холодные и затяжные. Преобладает пасмурная погода с частыми дождями. Температура воздуха оказывается ниже нормы. К таким веснам можно отнести 1893, 1896, 1908, 1928, 1929, 1940, 1945, 1952, 1956, 1964, 1980 гг. (табл. 121).

Таблица 121

Отклонения ( $^{\circ}\text{C}$ ) от средней многолетней температуры воздуха в аномально теплые и аномально холодные месяцы

| Год  | Теплая весна |      |      | Год  | Холодная весна |      |      |
|------|--------------|------|------|------|----------------|------|------|
|      | III          | IV   | V    |      | III            | IV   | V    |
| 1903 | 2,1          | 3,3  | -0,5 | 1893 | -0,4           | -4,8 | -2,5 |
| 1906 | 3,3          | 2,1  | 4,4  | 1896 | -2,5           | -5,5 | -1,3 |
| 1913 | 3,8          | 3,7  | -2,7 | 1898 | -6,0           | -3,1 | 1,6  |
| 1914 | 4,7          | -0,3 | 0,8  | 1908 | -3,5           | -1,6 | -1,8 |
| 1920 | 2,9          | 4,0  | 2,7  | 1912 | 2,4            | -1,8 | -4,3 |
| 1921 | 3,1          | 3,1  | 4,6  | 1917 | -2,7           | 1,5  | -3,6 |
| 1925 | 3,2          | 0,9  | 1,2  | 1918 | -0,2           | 1,2  | -4,7 |
| 1930 | 4,0          | 2,2  | 1,0  | 1919 | -2,1           | 1,8  | -4,2 |
| 1934 | 3,5          | 2,7  | 3,5  | 1928 | -6,2           | -1,4 | -0,8 |
| 1949 | 0,1          | -0,8 | 3,8  | 1929 | -5,4           | -5,8 | 1,3  |
| 1950 | 1,6          | 5,8  | 0,8  | 1932 | -3,6           | -0,3 | 1,7  |
| 1951 | 1,5          | 5,0  | -0,7 | 1940 | -2,7           | -2,6 | -1,1 |
| 1961 | 3,4          | 0,4  | -2,6 | 1941 | -1,7           | -0,5 | -4,1 |
| 1966 | 4,5          | 3,4  | 1,6  | 1945 | -1,1           | -2,6 | -3,1 |
| 1967 | 0,8          | 1,9  | 3,2  | 1952 | -6,3           | -0,5 | -1,4 |
| 1970 | 0,8          | 2,4  | 0,7  | 1954 | -1,0           | -2,9 | 1,3  |
| 1972 | 0,0          | 3,1  | 1,0  | 1955 | 1,3            | -3,3 | -1,0 |
| 1973 | 1,4          | 2,9  | 0,0  | 1956 | -2,7           | -1,0 | -1,8 |
| 1975 | 3,2          | 5,2  | 3,6  | 1963 | -4,7           | -2,4 | 3,4  |
| 1977 | 3,1          | 1,5  | 0,6  | 1964 | -3,4           | -0,6 | -1,6 |
| 1979 | 2,2          | -1,8 | 4,3  | 1965 | 1,2            | -3,3 | -2,0 |
|      |              |      |      | 1980 | -3,9           | -1,5 | -2,8 |

Весенний сезон по характеру развития атмосферных процессов и темпам нарастания температуры воздуха можно разделить на два периода.

Первая половина весны (период с устойчивой средней суточной температурой воздуха от 0 до 5 °С) сохраняет еще черты зимнего сезона. Погодные условия отличаются большим разнообразием. Происходят резкие переходы от похолоданий к потеплениям, от дождливой погоды к безоблачной. Еще хорошо развита циклоническая деятельность, которая вызывает выпадение осадков, штормовые ветры, метели. Рост температуры происходит медленно, так как большое количество тепла идет на разрушение снежного покрова, а затем на испарение влаги с поверхности почвы. Продолжительность этого периода составляет 15 дней.

Вторую половину весны можно, в свою очередь, также разделить на два периода. В первый период осуществляется устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 5 °С и начинается вегетация лесной и парковой растительности. Во второй период происходит переход температуры воздуха через 10 °С и идет активный рост и развитие теплолюбивых культур. Вторая половина весны имеет уже свойства летнего сезона. Начинается интенсивный рост температуры воздуха. При вторжениях тропического воздуха в отдельные дни температура повышается до 25 °С и выше. В то же время могут происходить резкие похолодания, обусловленные поступлением арктического воздуха. При этих процессах наблюдаются заморозки, которые вызывают повреждения садов, парковой растительности, сельскохозяйственных культур.

Переход температуры воздуха через 5 °С отмечается в первых числах апреля (см. табл. 115). В ранние весны этот переход осуществляется значительно раньше средней даты, в поздние весны он задерживается. Так, в 1966 г., когда была ранняя и теплая весна, переход температуры воздуха через 5 °С произошел 21 марта, а в 1896 г. при холодной затяжной весне — только 23 апреля, что почти на 20 дней позже нормы. Продолжительность периода с температурой воздуха от 5 до 10 °С составляет 17 дней.

Устойчивый переход температуры воздуха через 10 °С отмечается в двадцатых числах апреля (табл. 115). Самая ранняя дата перехода температуры воздуха через 10 °С отмечена 6 апреля 1975 г., а самая поздняя — 12 мая 1912 г.

Один раз в 20 лет переход температуры воздуха через 10 °С можно ожидать до 10 апреля или после 8 мая, каждые четыре года — до 21 апреля или в конце этого месяца (табл. 115). Период с температурой воздуха от 10 до 15 °С длится 21 день.

Весна самый короткий сезон и длится около 50 дней (табл. 116). Наиболее продолжительная весна (95 дней) была в 1913 г., а самая короткая (34 дня) — в 1929 г. Возможные колебания продолжительности весеннего сезона можно определить по рис. 33. С переходом средней суточной температуры воздуха через 15 °С оканчивается весна.

Весной изменяется характер осадков — обложные дожди сменяются ливневыми. Начинает развиваться грозовая деятельность. Часто наблюдаются заморозки, которые в это время могут причинить большой вред пригородному хозяйству.

### 7.3. Лето

За лето принимается период, ограниченный датами перехода средней суточной температуры воздуха через  $15^{\circ}\text{C}$  в период ее повышения весной и понижения осенью.

Летний сезон характеризуется преобладающей ролью радиационного фактора и подстилающей поверхности. В это время значительное развитие получает азорский антициклон и связанная с ним широкая полоса высокого давления, располагающаяся над южными районами Западной Европы и Европейской части СССР. При таких условиях длительное время удерживается сухая погода с интенсивным повышением температуры воздуха. Существенную роль в формировании погодных условий летнего сезона играет трансформация воздушных масс в областях повышенного давления. Циклоническая деятельность развита слабо и представлена слабовыраженными циклонами и ложбинами, которые вызывают выпадение осадков ливневого характера, сопровождающиеся грозой и градом.

Начинается лето в середине мая (табл. 115). Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) начала летнего сезона составляет 10—12 дней.

Условия циркуляции атмосферы предшествующих сезонов в значительной мере сказывается на сроках наступления средней суточной температуры воздуха  $15^{\circ}\text{C}$ . Самый ранний переход отмечался 23 апреля 1975 г., а самый поздний — 11 июня 1913 г. Один раз в 20 лет с одинаковой вероятностью можно ожидать наступление лета как в первых числах мая, так и в первой декаде июня, каждые четыре года лето может начинаться в десятых числах мая или в конце этого месяца.

Погодные условия летнего сезона не остаются постоянными, несмотря на их устойчивость по сравнению с другими сезонами. В начале лета погода носит относительно неустойчивый характер. Наблюдаются возвраты холодов, связанные с вхождением арктического воздуха. При поступлении на прогретую поверхность более холодных и влажных воздушных масс со Средиземного и Черного морей возникает мощная конвекция, которая приводит к образованию активной грозовой деятельности. Во вторую половину лета преобладает антициклонический тип погоды. Длительное время сохраняется малооблачная, жаркая, сухая погода. Удерживается высокая температура воздуха, которая в отдельные дни достигает  $36\text{—}39^{\circ}\text{C}$ .

Особенности атмосферной циркуляции определяют характер летнего сезона в каждом конкретном году. В связи с этим лето бывает сухое и влажное, жаркое и холодное. Так, экстремально теплым и сухим было лето в 1901, 1936, 1938, 1946, 1954, 1972, 1975 гг., а экстремально холодным и влажным — в 1894, 1928, 1933, 1950, 1958, 1976, 1977, 1978, 1980 гг. (табл. 122).

Таблица 122

Отклонения (°С) от средней многолетней температуры воздуха в аномально теплые и аномально холодные месяцы

| Год  | Теплое лето |      |      | Год  | Холодное лето |      |      |
|------|-------------|------|------|------|---------------|------|------|
|      | VI          | VII  | VIII |      | VI            | VII  | VIII |
| 1901 | 5,0         | 0,9  | 2,7  | 1894 | -3,6          | -1,2 | -0,6 |
| 1924 | 5,4         | -0,5 | 0,7  | 1912 | 0,8           | -3,6 | -1,0 |
| 1936 | 1,8         | 4,4  | 1,6  | 1913 | -3,0          | -1,4 | 1,5  |
| 1938 | 0,4         | 4,4  | 3,7  | 1928 | -2,9          | -0,5 | -3,2 |
| 1946 | 5,2         | -0,2 | 2,9  | 1933 | -3,0          | 0,6  | -1,7 |
| 1954 | 4,8         | 2,0  | 2,9  | 1950 | -2,1          | -2,5 | -2,7 |
| 1959 | -0,1        | 3,2  | -0,1 | 1958 | -2,4          | -1,3 | -0,7 |
| 1972 | 3,3         | 2,2  | 4,1  | 1976 | -2,6          | -3,3 | -2,7 |
| 1975 | 4,1         | 0,6  | 0,3  | 1977 | -1,4          | -1,3 | -1,6 |
|      |             |      |      | 1978 | -2,8          | -2,5 | -1,5 |
|      |             |      |      | 1980 | -1,3          | -0,8 | -2,7 |

Заканчивается летний сезон в десятых числах сентября (см. табл. 116). Самый ранний переход температуры воздуха через 15°С в сторону ее понижения произошел 24 августа 1914 г., а самый поздний — 27 сентября 1909 г.

Лето в Харькове — продолжительный сезон (120—130 дней). Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) продолжительности летнего сезона равно 13 дням.

Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха 15°С выше находится в прямой зависимости от сроков его наступления и окончания. Самое продолжительное лето (150 дней) отмечалось в 1975 г., а самое короткое (83 дня) — в 1933 г. Один раз в 20 лет, когда переход температуры воздуха через 15°С происходит в первых числах мая, лето длится 138 дней, при ее переходе в начале июня продолжительность летнего сезона будет составлять 85 дней (см. рис. 33). Как правило, продолжительное лето характеризуется высокими значениями средних суточных температур воздуха, незначительным количеством осадков, большим числом солнечных дней. Короткое лето отличается более низкими температурами воздуха, большим количеством осадков, значительным числом пасмурных дней.

**Высокие температуры воздуха.** После устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 20°С создаются условия для формирования высокой температуры воздуха (25°С и выше). Для территории Украины, в том числе и для Харькова,



она считается опасным явлением погоды [38]. Особенно неблагоприятны воздействия высоких температур воздуха в период бездождя в сочетании с низкой относительной влажностью и сухим ветром.

Формирование высокой температуры воздуха происходит при поступлении сухого континентального воздуха умеренных широт или тропического воздуха из Нижнего Поволжья и Средней Азии по северной периферии летней среднеазиатской термической депрессии, а также в условиях малоподвижных термических депрессий, которые возникают в результате длительного интенсивного нагревания воздуха.

Температура воздуха  $25^{\circ}\text{C}$  и выше отмечается с мая по сентябрь (табл. 123). В отдельные годы она бывает в апреле (8 дней в 1950 г.). Наиболее часто высокая температура воздуха формируется в июле (13 дней). В июне, августе ее число равно 12 дням. В июле 1960 г. число дней с температурой воздуха  $25^{\circ}\text{C}$  и выше достигало 24 дня, а июне и августе 1975 г.— 18 дней. В целом за летний сезон отмечается 48 дней с высокой температурой воздуха. В 1975 г., который характеризовался исключительно теплым летним сезоном, высокая температура сохранялась в течение 73 дней. Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) числа дней с температурой воздуха  $25^{\circ}\text{C}$  и выше для отдельных месяцев изменяется от 1 до 5 дней, а за сезон  $\sigma$  равно 12 дням.

Таблица 123

Число дней  $n$  с температурой воздуха  $25^{\circ}\text{C}$  и выше

| Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|-----------|----------|-------------------|------|
| IV    | 0,6       | 1,4      | 8                 | 1950 |
| V     | 6,9       | 4,9      | 18                | 1975 |
| VI    | 11,6      | 4,5      | 24                | 1960 |
| VII   | 12,7      | 3,9      | 18                | 1975 |
| VIII  | 11,9      | 3,8      | 18                | 1975 |
| IX    | 4,7       | 3,3      | 13                | 1955 |
| Год   | 48,4      | 11,6     | 73                | 1975 |

Используя рис. 38, 39, можно определить число дней с высокой температурой воздуха различной вероятности в отдельные месяцы и за год.

Высокая температура воздуха наблюдается ежегодно, но ее продолжительность испытывает значительные колебания во времени. За летний сезон суммарная продолжительность температуры воздуха  $25^{\circ}\text{C}$  и выше достигает 400 ч. Длительность отдельных непрерывных периодов бывает самая различная, но в основном отмечаются сравнительно короткие периоды. В среднем продолжительность одного периода сохранения высокой температуры

воздуха составляет 7—8 ч. В Харькове ежегодно создаются условия для образования и очень высокой температуры воздуха (30 °С и выше), которая наблюдается главным образом в июне—августе (табл. 124). Повторяемость температуры воздуха 30 °С и выше в эти месяцы составляет 4—8 дней. В отдельные годы их

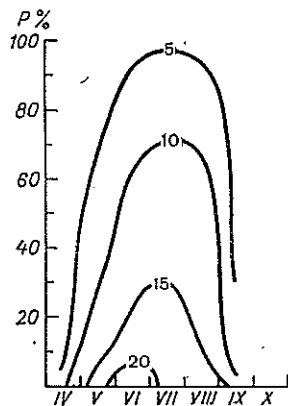


Рис. 38. Изоплеты числа дней с температурой воздуха 25 °С и выше различной вероятности  $P$  (%) выше указанных пределов.

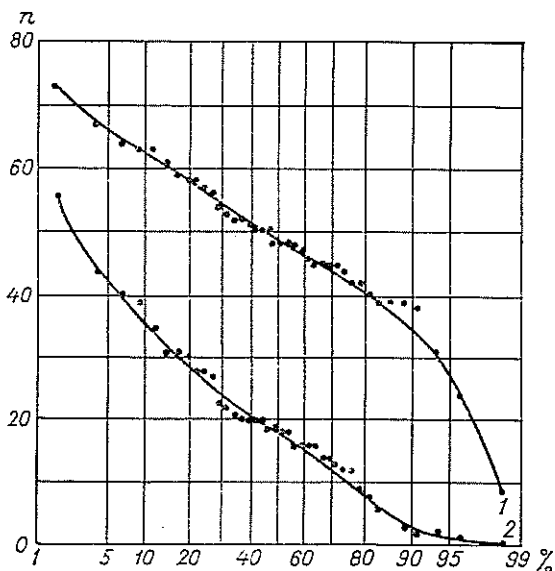


Рис. 39. Интегральная кривая числа дней  $n$  с температурой воздуха 25 °С и выше (1) и 30 °С и выше (2) различной вероятности (%) выше указанных пределов. Год.

значения могут превышать норму. Так, в 1938 г. очень высокая температура воздуха сохранялась в течение 51 дня (июль, август). Возможны они в мае (5 дней 1958 г.) и сентябре (7 дней 1944 г.). За сезон отмечается 19 дней с очень высокой температу-

Таблица 124

Число дней  $n$  с температурой воздуха 30 °С и выше

| Месяц | $\bar{n}$ | $\sigma$ | $n_{\text{наиб}}$ | Год  |
|-------|-----------|----------|-------------------|------|
| V     | 0,9       | 1,4      | 5                 | 1958 |
| VI    | 4,2       | 4,6      | 17                | 1946 |
| VII   | 7,5       | 5,7      | 28                | 1938 |
| VIII  | 5,8       | 5,2      | 20                | 1938 |
| IX    | 0,6       | 1,5      | 7                 | 1944 |
| Год   | 19,0      | 12,3     | 56                | 1938 |

рой воздуха. Среднее квадратическое отклонение близко по своим значениям среднему числу дней, что указывает на большую изменчивость очень высокой температуры воздуха. Наибольшее число дней с температурой воздуха  $30^{\circ}\text{C}$  и выше за летний сезон отмечалось в 1938 г. и достигало 56 дней. Возможное число дней с очень высокой температурой воздуха можно определить с помощью рис. 39.

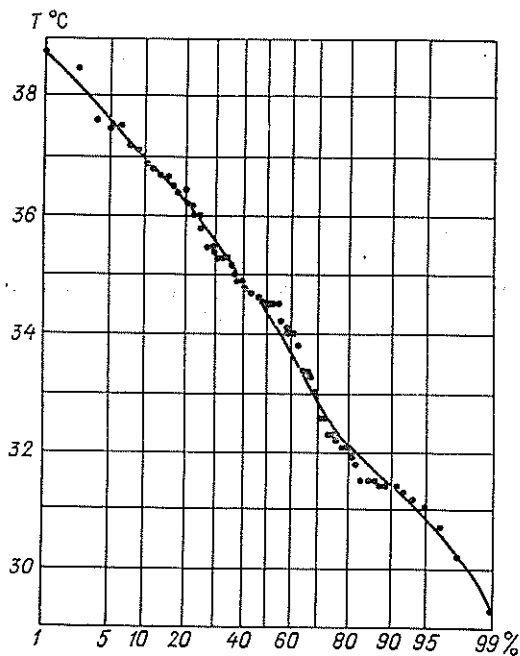


Рис. 40. Интегральная кривая абсолютного максимума температуры воздуха  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) различной вероятности (%) выше указанных пределов. Год.

Максимальная температура в летний сезон по своему характеру однородна и устойчива, для нее показательны высокие абсолютные значения. Чаще всего (84 %) абсолютный максимум приходится на июль и август (табл. 125). Иногда рекордные максимумы могут отмечаться в мае (1949, 1958 гг.) и в сентябре (1944, 1950 гг.). Абсолютный максимум температуры воздуха различной вероятности можно получить с помощью интегральной кривой, характеризующей его временное распределение (рис. 40).

Таблица 125

Повторяемость  $P$  (%) месяцев с абсолютным максимумом температуры воздуха

|                 |     |     |      |      |     |
|-----------------|-----|-----|------|------|-----|
| Месяц . . . . . | V   | VI  | VII  | VIII | IX  |
| $P$ % . . . . . | 3,6 | 8,9 | 42,9 | 41,0 | 3,6 |

В летний сезон осадки большей частью имеют ливневый характер. В это время достигает наибольшего развития грозовая деятельность. В отдельных случаях грозы сопровождаются выпадением града. Засушливые и суховейные явления создают дискомфортные условия в городе.

#### 7.4. Осень

С переходом средней суточной температуры воздуха через  $15^{\circ}\text{C}$  в сторону ее понижения наступает осень. Начинается перестройка летнего типа циркуляции на зимний. Азорский антициклон ослабевает, усиливается циклоническая деятельность. В начале сентября еще стоит теплая, сухая погода. С середины сентября в связи с затоками арктического воздуха происходит значительное понижение температуры. В октябре—ноябре усиливается сибирский антициклон и развивается циклоническая деятельность. Увеличивается повторяемость западных и южных циклонов, которые несут пасмурную погоду с морозящими осадками, увеличивается скорость ветра. По мере выхолаживания почвы и приземного слоя увеличивается количество туманов. В ноябре осадки выпадают в виде дождя со снегом. Появляется первый снежный покров, образуются первые отложения гололеда и изморози. На фоне общего понижения температуры в конце сентября — начале октября наблюдаются возвраты тепла, связанные с адвекцией теплого воздуха. В это время стоит теплая, сухая, тихая погода, так называемый период «золотой осени».

Начинается осень в десятых числах сентября (см. табл. 115). Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) даты перехода температуры воздуха через  $15^{\circ}\text{C}$  равно 7—10 дней. Начало осеннего сезона значительно варьирует во времени. Самая ранняя дата начала осени отмечалась 24 августа 1914 г., а наиболее поздняя — 27 сентября 1909 г. Один раз в 20 лет осень может наступить как 26 августа, так и 22 сентября. Каждые четыре года приход осени можно ожидать в первых числах сентября или 15 сентября. В зависимости от преобладающих циркуляционных процессов в отдельные годы осень бывает теплой и сухой, холодной и влажной. Очень теплой была осень в 1909, 1923, 1937, 1938, 1952, 1967, 1974 гг., а очень холодной — в 1894, 1902, 1908, 1912, 1914, 1920, 1921, 1959, 1976, 1977 гг. (табл. 126).

Понижение температуры воздуха происходит постепенно: сначала температура воздуха понижается до  $10^{\circ}\text{C}$ , потом до  $5^{\circ}\text{C}$  и, наконец, до  $0^{\circ}\text{C}$ . Каждый из этих периодов обладает своими отличительными особенностями.

Период с температурой воздуха от  $15$  до  $10^{\circ}\text{C}$  по температурному режиму является продолжением лета и создает благоприятные условия для развития пригородного хозяйства, зеленых насаждений, а также для организации отдыха трудящихся. Длится этот период 23 дня.

Таблица 126

Отклонения (°С) от средней многолетней температуры воздуха в аномально теплые и аномально холодные месяцы

| Год  | Теплая осень |     |      | Год  | Холодная осень |      |      |
|------|--------------|-----|------|------|----------------|------|------|
|      | IX           | X   | XI   |      | IX             | X    | XI   |
| 1909 | 4,5          | 2,9 | 2,0  | 1894 | -3,7           | -0,9 | -1,4 |
| 1917 | -0,6         | 0,4 | 4,1  | 1898 | -1,9           | -3,9 | 2,1  |
| 1918 | 2,1          | 4,6 | -1,4 | 1902 | -1,7           | -2,1 | -4,9 |
| 1923 | 3,1          | 2,1 | 4,7  | 1907 | -0,9           | 0,9  | -4,4 |
| 1929 | -2,1         | 4,5 | 2,0  | 1908 | -0,6           | -2,2 | -4,9 |
| 1935 | 0,9          | 5,0 | -2,8 | 1912 | -0,6           | -5,0 | -1,6 |
| 1937 | 3,5          | 0,5 | 0,5  | 1914 | -2,7           | -1,6 | -3,7 |
| 1938 | 2,6          | 3,7 | 3,3  | 1920 | -0,1           | -5,0 | -5,5 |
| 1952 | 1,7          | 2,5 | 0,5  | 1921 | -2,4           | -1,1 | -3,3 |
| 1955 | 2,4          | 3,7 | -1,8 | 1922 | -2,0           | -3,1 | 2,5  |
| 1966 | -0,9         | 3,6 | 1,6  | 1946 | 1,0            | -4,4 | -1,2 |
| 1967 | 0,8          | 3,8 | 2,0  | 1951 | 0,6            | -3,0 | -1,3 |
| 1974 | 1,8          | 4,6 | 1,7  | 1953 | -0,6           | 0,4  | -5,3 |
|      |              |     |      | 1956 | -2,8           | 0,9  | -4,7 |
|      |              |     |      | 1959 | -3,1           | -2,7 | -4,0 |
|      |              |     |      | 1965 | 0,5            | -1,4 | -3,0 |
|      |              |     |      | 1973 | -3,6           | 0,0  | -1,4 |
|      |              |     |      | 1976 | -1,0           | -4,3 | -0,5 |
|      |              |     |      | 1977 | -2,2           | -1,5 | -3,1 |

С переходом средней суточной температуры воздуха через 10 °С оканчивается вегетация теплолюбивых культур. Осуществляется этот переход в первых числах октября (см. табл. 115). Изменчивость дат наступления температуры воздуха 10 °С несколько меньше, чем весной. Самый ранний переход температуры воздуха через 10 °С осенью наблюдался 16 сентября 1894 г., а самый поздний — 20 октября 1974 г. Продолжительность периода с температурой воздуха 10 °С и выше равна 162—166 дням (табл. 127). Продолжительность этого периода колеблется от 192 дней в 1966 г. до 133 дней в 1912 г. Возможную продолжительность периода с температурой 10 °С и выше можно определить с помощью рис. 41.

В конце октября происходит переход средней суточной температуры воздуха через 5 °С. С этого времени прекращается вегетация. В связи с общей изменчивостью погодных условий этого периода его начало и конец, а следовательно, и продолжительность подвержены значительным колебаниям во времени. Если в 1976 г. переход температуры воздуха через 5 °С произошел 6 октября, то в 1923 г. — только 17 ноября, т. е. почти на 20 дней позже средней даты.

Период с температурой воздуха 5 °С и выше в Харькове продолжается около 200 дней (табл. 127). Самый длинный вегетационный период (230 дней) отмечался в 1966 г. В это время создавались самые благоприятные условия для роста и развития

Таблица 127

Продолжительность  $\tau$  (дни) периода со средней суточной температурой воздуха 5 и 10 °С и выше и его вероятность выше указанных пределов

| Температура, °С | $\tau_{\text{наиб}}$ | Год | $\bar{\tau}$ | $\sigma$ | Вероятность, % |    |    |    |    |    |    | $\tau_{\text{наим}}$ | Год |
|-----------------|----------------------|-----|--------------|----------|----------------|----|----|----|----|----|----|----------------------|-----|
|                 |                      |     |              |          | 5              | 10 | 25 | 50 | 75 | 90 | 95 |                      |     |

## Харьков, обсерватория

|    |     |      |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 5  | 226 | 1934 | 202 | 11,1 | 223 | 217 | 207 | 201 | 195 | 190 | 180 | 169 | 1898 |
| 10 | 181 | 1934 | 162 | 9,8  | 178 | 172 | 167 | 163 | 155 | 147 | 143 | 133 | 1912 |

## Харьков, АМСГ

|    |     |      |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 5  | 230 | 1966 | 209 | 10,6 | 221 | 221 | 213 | 204 | 196 | 189 | 188 | 185 | 1965 |
| 10 | 192 | 1966 | 166 | 10,2 | 185 | 179 | 171 | 162 | 157 | 151 | 149 | 146 | 1945 |

сельскохозяйственных культур, лесной и парковой растительности. Самый короткий (169 дней) был отмечен в 1898 г. Такой непродолжительный период ухудшает условия развития растений. Вероятность продолжительности периода с температурой воздуха 5 °С и выше представлена на рис. 41.

В третьей декаде ноября происходит переход температуры воздуха через 0 °С и оканчивается осенний сезон. Переход температуры воздуха от 5 до 0 °С происходит в течение 24 дней. Самая ранняя дата окончания осени наблюдалась 21 октября 1920 г., а самая поздняя — 27 декабря 1960 г.

Продолжается осень свыше двух месяцев (см. табл. 116). Этот сезон несколько продолжительнее весны, так как осенью подстилающая поверхность охлаждается медленнее, чем нагревается весной. Наиболее длительная осень (118 дней) была в 1960 г., а наиболее короткая (41 день) — в 1920 г. Возможные колебания продолжительности осеннего сезона показаны на рис. 33.

Осенью отмечаются явления, которые характерны как для лета, так и для зимы. В сентябре еще гремят грозы, а в ноябре метут метели. Меняется вид осадков: если в сентябре и октябре преобладают жидкие осадки в виде дождя и мороси, то в ноябре отмечаются смешанные. Увеличивается число дней с туманом. С сентября начинаются заморозки, появляются отложения гололеда и изморози.

Период с температурой воздуха 0 °С и выше считается теплым периодом года. За это время происходит смена трех сезонов года: весны, лета, осени. В связи с этим особенности этого периода определяются взаимодействием погодных условий этих сезонов. Продолжительность теплого периода составляет 240 дней. В связи с неоднородностью циркуляционных процессов весны, когда происхо-

дит переход температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  в сторону повышения, и осени, когда осуществляется переход температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  в сторону ее понижения, изменяется и продолжительность теплого периода года.

Суммы положительных температур воздуха. Важной характеристикой, отражающей тепловые ресурсы города, являются суммы температур. Они зависят от радиационного баланса, подстилающей поверхности и считаются существенным фактором, способст-

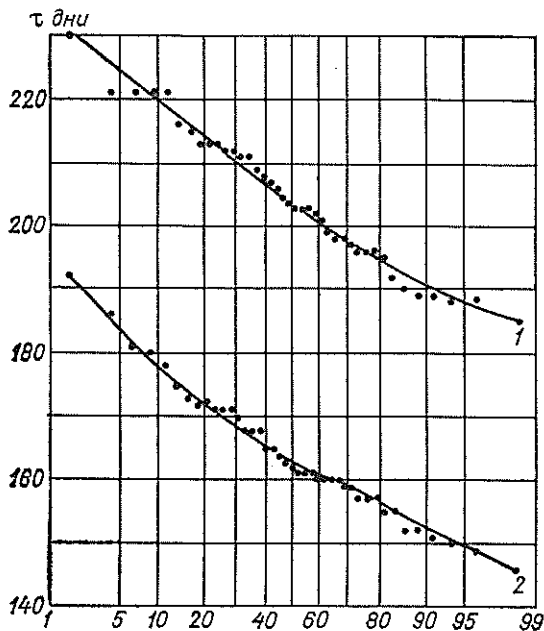


Рис. 41. Интегральная кривая продолжительности  $t$  (дни) периода с температурой воздуха  $5^{\circ}\text{C}$  и выше (1) и  $10^{\circ}\text{C}$  и выше (2) различной вероятности (%) выше указанных пределов. Год.

вующим росту и развитию парковой, лесной растительности, а также сельскохозяйственных культур. Потребность растений в тепле в разные периоды вегетации выражается суммой температур, вычисленных за разные периоды с устойчивой температурой воздуха.

Сумма средних суточных температур воздуха выше  $0^{\circ}\text{C}$  в Харькове в среднем равна  $3170^{\circ}\text{C}$  и изменяется от  $3165^{\circ}\text{C}$  в центре города до  $3195^{\circ}\text{C}$  на его окраине.

Сумма температур, вычисленная за период с устойчивыми температурами выше  $5^{\circ}\text{C}$ , характеризует количество тепла, получаемое сельскохозяйственными культурами за весь период вегетации и составляет  $3070\text{—}3090^{\circ}\text{C}$ .

Широко используются суммы температур выше  $10^{\circ}\text{C}$ , так как они обеспечивают активную вегетацию теплолюбивых культур. Для района Харькова они равны  $2775\text{—}2790^{\circ}\text{C}$ . Суммы температур за период с устойчивой температурой выше  $15^{\circ}\text{C}$  достигают  $2225\text{—}2265^{\circ}\text{C}$ .

Суммы температур выше  $0, 5, 10, 15^{\circ}\text{C}$  различной вероятности можно определить по табл. 128.

Колебания сумм температур в отдельные годы достаточно велики. В засушливые годы суммы температур обычно бывают увеличенными, а в дождливые — уменьшенными, но изредка бывают и засушливые годы с пониженным количеством тепла. Это происходит при позднем наступлении теплого периода.

Таким образом, действие климатообразующих факторов проявляется неоднозначно, а в сложном взаимодействии, формируя погодные условия, характерные только для того или иного климатического сезона.

**Отопительный период.** Отопительным периодом принято считать период со средней суточной температурой воздуха ниже  $8^{\circ}\text{C}$ . Началом отопительного периода является переход температуры через  $8^{\circ}\text{C}$  в сторону понижения осенью, концом — переход температуры через  $8^{\circ}\text{C}$  в сторону повышения весной.

В Харькове средняя суточная температура воздуха ниже  $8^{\circ}\text{C}$  устанавливается в первых числах октября (табл. 129). Но в отдельные годы под влиянием циркуляционных процессов начало отопительного сезона может значительно отклоняться от средней даты. Например, один раз в 20 лет отопительный сезон может начаться в первой декаде сентября или в конце октября, а один раз в 4 года — до 25 сентября или после 10 октября.

В это время уменьшается число солнечных дней, происходит понижение температуры воздуха, учащаются туманы и осадки.

Окончание отопительного периода в среднем осуществляется в третьей декаде апреля. Следует, что окончание отопительного периода подвержено таким же колебаниям, как и его начало. Поэтому один раз в 20 лет он заканчивается к 1 апреля или во второй декаде мая, а каждые 4 года — к 10 апреля или в первой декаде мая.

Средняя продолжительность отопительного периода составляет 202 дня. Наиболее продолжительный отопительный период (более 240 дней) наблюдался в зимы 1958-59, 1959-60, 1960-61 гг.; а наиболее короткий (155 дней) — зимой 1974-75 г.

Изменчивость отопительного периода испытывает колебания во времени. Среднее квадратическое отклонение дат начала и конца периода достигает 13—14 дней, а продолжительности — 25 дней.

Продолжительность отопительного периода во многом зависит от сроков его наступления и окончания. Зависимость между датой перехода через  $8^{\circ}\text{C}$  осенью и продолжительностью отопительного периода в Харькове характеризуется коэффициентом корреляции 0,89.



Таблица 128

Суммы температур воздуха 0, 5, 10, 15 °С различной вероятности выше указанных пределов

II Заказ № 140

| Станция                | Средняя<br>сумма,<br>°С | Вероятность, % |      |      |      |      |      |      |
|------------------------|-------------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|
|                        |                         | 5              | 20   | 25   | 50   | 75   | 90   | 95   |
| $t=0^{\circ}\text{C}$  |                         |                |      |      |      |      |      |      |
| Харьков, обсерватория  | 3165                    | 3450           | 3400 | 3300 | 3150 | 3000 | 2900 | 2800 |
| Харьков, АМСГ          | 3195                    | 3500           | 3450 | 3350 | 3200 | 3050 | 2950 | 2850 |
| $t=5^{\circ}\text{C}$  |                         |                |      |      |      |      |      |      |
| Харьков, обсерватория  | 3070                    | 3450           | 3350 | 3250 | 3100 | 2950 | 2850 | 2800 |
| Харьков, АМСГ          | 3195                    | 3550           | 3450 | 3350 | 3200 | 3050 | 2950 | 2900 |
| $t=10^{\circ}\text{C}$ |                         |                |      |      |      |      |      |      |
| Харьков, обсерватория  | 2775                    | 3150           | 3050 | 2950 | 2800 | 2600 | 2450 | 2400 |
| Харьков, АМСГ          | 2790                    | 3150           | 3050 | 2950 | 2800 | 2600 | 2450 | 2400 |
| $t=15^{\circ}\text{C}$ |                         |                |      |      |      |      |      |      |
| Харьков, обсерватория  | 2225                    | 2750           | 2650 | 2450 | 2200 | 1950 | 1700 | 1550 |
| Харьков, АМСГ          | 2265                    | 2700           | 2600 | 2500 | 2250 | 2000 | 1750 | 1600 |

161

Таблица 129

Характеристика отопительного периода и его вероятность выше указанных пределов

| Наиболее ранняя дата (наибольшая продолжительность) | Год           | Средняя дата (продолжительность) | b    | Вероятность, % |       |       |       |      |      |      | Наиболее поздняя дата (наименьшая продолжительность) | Год           |
|---|---------------|----------------------------------|------|----------------|-------|-------|-------|------|------|------|--|---------------|
|   |               |                                  |      | 5              | 10    | 25    | 50    | 75   | 90   | 95   |  |               |
|   |               |                                  |      |                |       |       |       |      |      |      |  |               |
| Начало отопительного периода                        |               |                                  |      |                |       |       |       |      |      |      |  |               |
| 7 IX  | 1958          | 2 X                              | 12,8 | 10 IX          | 12 IX | 24 IX | 3 X   | 10 X | 25 X | 28 X | 28 X   | 1938,<br>1974 |
| Конец отопительного периода                         |               |                                  |      |                |       |       |       |      |      |      |  |               |
| 1 IV  | 1966,<br>1975 | 22 IV                            | 14,0 | 1 IV           | 6 IV  | 10 IV | 20 IV | 6 V  | 12 V | 13 V | 14 V   | 1956          |
| Продолжительность отопительного периода (дни)       |               |                                  |      |                |       |       |       |      |      |      |  |               |
| 243   | 1958—<br>1959 | 202                              | 24,6 | 241            | 237   | 226   | 193   | 188  | 170  | 165  | 155  | 1974—<br>75   |

Для ориентировочного расчета продолжительности отопительного периода ( $y$ ) в зависимости от дат наступления осенью ( $x$ ) можно использовать уравнение регрессии

$$y = -1,731x + 258,9.$$

Ошибка аппроксимации уравнения равна 11 дням.

Климатическая характеристика продолжительности отопительного периода имеет большое практическое значение, так как позволяет определить потребление разного вида энергии и топлива в городе.

Однако на расход теплоты, кроме продолжительности отопительного периода, существенно влияет также радиация, длительность периодов с температурой воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$  и с устойчивыми морозами, направление и скорость ветра, теплопроводность, экспозиция стен зданий и другие характеристики.

## 8. МЕЗО- И МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОДА (И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ)

Основными факторами, влияющими на формирование мезо- и микроклимата города, являются подстилающая поверхность и антропогенная деятельность.

Своеобразие и неоднородность подстилающей поверхности определяется естественной расчлененностью рельефа, наличием рек и водоёмов, парковых зон, лесных массивов, окружающих город, плотностью и характером застройки, количеством промышленных объектов.

Преобладание твердых покрытий и чередование высоких и более низких строений в сочетании с разными направлениями улиц и проспектов, с одной стороны, ограничивает возможность испарения влаги и движения воздушных потоков, а с другой — увеличивает поверхность нагрева днем и излучения ночью. Все это в совокупности с антропогенной деятельностью, приводящей к выделению тепла и загрязнению воздушного бассейна над городом, вызывает существенные изменения составляющих теплового баланса.

Территория Харькова представляет собой холмистую равнину, сильно пересеченную в северной части города. Северо-западная (открытая) и северная (частично занятая лесопарком) возвышенности разделяются долиной небольшой р. Лопань. Северо-восточная возвышенность, где расположен большой новый жилой массив Салтовка, ограничивается с северо-запада притоком р. Харьков и Журавлевским гидропарком. Превышение возвышенностей над южной частью города составляет 30—45 м.

За последние десятилетия территория города расширилась в юго-восточном направлении.

Новые районы на окраинах связаны с центром города большими магистралями: проспектами Гагарина и Ленина в направлении север—юг, улицами Сумская и Свердлова, Шевченко и Академика Павлова в направлении с северо-востока на юго-запад и др. В центральной части города преобладают старые довоенные постройки.

Исследования мезоклимата города проводились на основании материалов наблюдений метеорологических станций: Харьков, обсерватория (центр, Городской сад им. Т. Г. Шевченко) за период с 1936 до 1955 г.; Харьков, АМСГ (южная окраина) с 1936 по 1980 г.; Харьков, Сокольники (северная окраина) за 1976, 1977 гг. Для характеристики режима осадков привлекались также многолетние данные метеостанции Харьков, технологический институт (северо-восточная окраина). Для сравнения городских условий с загородными использованы наблюдения метеостанции Казачья Лопань, расположенной в 45 км к северу от Харькова, с 1936 по 1980 г.

Кроме того, с целью уточнения мезоклимата и выделения микроклиматических различий внутри города в зиму 1980-81 г. и

весенне-летние месяцы 1981 г. была организована временная метеорологическая сеть (6 постов), данные которой сопоставлялись с материалами метеостанции Харьков, АМСГ. Посты временной метеорологической сети находились в разных районах города: в северо-западном (старый жилой массив Ивановка), северном (ул. Правды — у окраины Центрального парка культуры и отдыха им. Горького), северо-восточном (новый жилой массив Салтовка), центральном (Городской сад им. Т. Г. Шевченко и в районе Театрального переулка), юго-восточном (парковая зона вблизи ТЭЦ). Наблюдения на этой сети проводились три раза в сутки, исключая ночные часы, по температуре и влажности воздуха, скорости ветра (на уровне 1,5 м), а также за состоянием погоды в момент измерений. В условиях ясной погоды на трех постах велись наблюдения над прямой солнечной радиацией.

Эпизодически выполнялись маршрутные и площадные съемки.

Обработка материалов, согласно методике ГГО, заключалась в вычислении разностей температуры и влажности воздуха, а также отношений скорости ветра между данными в городе и за городом. Эти характеристики группировались по четырем погодным комплексам, в основном с учетом состояния неба и скорости ветра, и осреднялись по месяцам и сезонам. Кроме того, сопоставлялось количество осадков и характеристики прозрачности атмосферы в городе и за городом.

Поскольку актинометрические наблюдения велись весьма непродолжительный период и для анализа отбирались только случаи в условиях ясной погоды, то по этим данным можно судить лишь о существовании в городе различий в притоке солнечной радиации.

В качестве параметров прозрачности использовались коэффициент прозрачности  $P$ , фактор мутности  $T$  и его составляющие: фактор влажной мутности  $W$  и фактор аэрозольной мутности  $R'$ . Эти характеристики представлены в табл. 130 для пары постов с синхронным периодом наблюдений.

Таблица 130

Средние значения коэффициента прозрачности  $P$ , фактора мутности  $T$  и его составляющих  $W$  и  $R'$

| Пост         | $P$  | $T$  | $W$  | $R'$ |
|--------------|------|------|------|------|
| Обсерватория | 0,63 | 4,69 | 0,92 | 2,77 |
| Салтовка     | 0,46 | 7,80 | 0,90 | 5,90 |
| Обсерватория | 0,60 | 5,07 | 0,98 | 3,09 |
| Ивановка     | 0,62 | 4,72 | 0,95 | 2,76 |
| Салтовка     | 0,75 | 2,85 | 0,90 | 0,95 |
| Ивановка     | 0,71 | 3,43 | 0,95 | 1,48 |

Расчеты прозрачности атмосферы выполнены для трех постов временной метеорологической сети, расположенных в центре города (Городской сад им. Т. Г. Шевченко), в северо-восточном районе (новый жилой массив Салтовка) и в северо-западном районе (старый жилой массив Ивановка).

Разности в значениях фактора влажной мутности  $W$  для пар постов невелики (0,02—0,05) и не превышают 3%. Основные отличия интегрального фактора мутности  $T$  получены за счет значений аэрозольной составляющей  $R'$ . Немногочисленные данные не дают возможности четко выявить районы с разными значениями прозрачности атмосферы. Однако по ним можно судить о имеющихся в городе различиях по этим показателям, обусловленных загрязнением атмосферы. Причем ухудшение прозрачности атмосферы в городе приводит не только к уменьшению интенсивности радиации, но и к изменению ее качественного состава.

Прозрачность атмосферы в центре города оказалась меньше, чем в Дергачевском районе, расположенном в 20 км от Харькова (табл. 131).

Таблица 131

Значения коэффициента прозрачности  $P$  и фактора мутности  $T$

| Станция                    | 10 июля 1980 г. |      | 16 июля 1980 г. |      |
|----------------------------|-----------------|------|-----------------|------|
|                            | $P$             | $T$  | $P$             | $T$  |
| Харьков (пл. Дзержинского) | 0,57            | 5,60 | 0,59            | 5,26 |
| Дергачи                    | 0,58            | 5,38 | 0,66            | 4,19 |

Примечание. Данные по прямой солнечной радиации в Дергачах заимствованы у В. А. Польшиной.

Результаты проведенных исследований подтверждают ранее полученный для других городов вывод о существовании здесь особых условий в притоке солнечной радиации к уровню подстилающей поверхности. Поэтому можно использовать радиационные характеристики для косвенной оценки загрязнения воздуха в отдельных его районах.

В Харькове, как и в других городах Украины, зимой в любую погоду в течение суток теплее, чем за городом. В условиях ясной погоды (по данным до 1955 г.) в 25—30% всех случаев различия между городом (Харьков, обсерватория) и загородом (Казачья Лопань) достигали 1,2—1,5°C (вечером до 1,6°C), а в пасмурные дни, как правило, находились в пределах 0,3—0,8°C. В более поздние годы (1973, 1974 гг.) разности между метеорологическими условиями города (Харьков, АМСГ) и окрестностей (Казачья Лопань) стали несколько больше (табл. 132). И это несмотря на то, что ранее существовавшая станция (Харьков,

Таблица 132

Разности температуры воздуха (°С) между данными наблюдений пунктов в городе и за городом (Казачья Лопань) в условиях ясной погоды или переменной облачности и при скорости ветра менее и более 3 м/с

| Станция                                | Январь              |      |      |      |      |     |       |      | Июль |     |      |     |      |     |       |     | Период наблюдений |
|--|---------------------|------|------|------|------|-----|-------|------|------|-----|------|-----|------|-----|-------|-----|-------------------|
|  | ночь                |      | утро |      | день |     | вечер |      | ночь |     | утро |     | день |     | вечер |     |                   |
|  | скорость ветра, м/с |      |      |      |      |     |       |      |      |     |      |     |      |     |       |     |                   |
|  | <3                  | ≥3   | <3   | ≥3   | <3   | ≥3  | <3    | ≥3   | <3   | ≥3  | <3   | ≥3  | <3   | ≥3  | <3    | ≥3  |                   |
| Харьков, обсерватория — Харьков, АМСГ  | 0,0                 | 0,2  | 0,1  | 0,0  | 0,9  | 0,6 | 0,2   | 0,2  | -0,5 | 0,1 | -0,1 | 0,1 | 0,1  | 0,3 | 0,1   | 0,2 | 1951—1955         |
| Харьков, АМСГ — Харьков, Сокольники    | 0,2                 | -0,1 | -0,2 | -0,3 | —    | 0,1 | 0,1   | -0,3 | 0,1  | 0,1 | -0,2 | 0,0 | —    | 0,3 | 0,5   | 0,2 | 1976—1977         |
| Харьков, обсерватория — Казачья Лопань | 1,5                 | 0,8  | 1,2  | 0,8  | 1,1  | 1,2 | 1,6   | 1,1  | 1,0  | 1,1 | 0,6  | 0,3 | 0,5  | 0,6 | 0,5   | 0,8 | 1945—1955         |
| Харьков, АМСГ — Казачья Лопань         | 1,9                 | 1,0  | 1,0  | 1,1  | 0,5  | 0,8 | 1,4   | 1,3  | 1,5  | 1,5 | 0,9  | 0,5 | 1,0  | 0,3 | 1,2   | 1,0 | 1973—1974         |
| Харьков, АМСГ — Казачья Лопань         | 1,0                 | 0,5  | 1,2  | 0,1  | 0,8  | 0,4 | 1,2   | 1,0  | 0,8  | 0,5 | 0,0  | 0,3 | 0,1  | 0,1 | 1,2   | 0,8 | 1976—1977         |

обсерватория) находилась в центре, а действующая в настоящее время (Харьков, АМСГ) расположена на южной окраине.

Следует отметить, что с 1975 г. влияние города на район АМСГ стало сказываться меньше, ввиду переноса площадки станции в открытое поле.

За синхронный период наблюдений на двух упомянутых городских станциях температура воздуха была почти одинаковой и в центре и на южной окраине. Лишь в январе в дневные часы район обсерватории был на  $0,6—0,9^{\circ}\text{C}$  теплее. Такой характер распределения температуры можно объяснить местоположением метеоплощадки обсерватории, находящейся в окружении густого парка. В январе в северном районе (Харьков, Сокольники) под влиянием парковой защиты, как правило, будет на  $0,1—0,3^{\circ}\text{C}$  теплее, чем на открытой южной окраине (АМСГ) (табл. 132).

Средние мезо- и микроклиматические характеристики отдельных районов города за зиму получены по данным временной метеорологической сети в сравнении с условиями за городом (Казачья Лопань).

В Харькове, как и в других городах южной половины Европейской части СССР, мезоклимат города хорошо проявляется лишь в зимний сезон. В солнечную погоду в отдельных районах города наблюдается повышение температуры воздуха на  $1,5—2,0^{\circ}\text{C}$  по сравнению с загородом, а в пасмурные дни — не более чем на  $0,6—0,8^{\circ}\text{C}$  (табл. 133). В зимний сезон в солнечную погоду более теплыми являются северо-западная, центральная, а также юго-восточная части города.

Незначительное повышение температуры воздуха за счет города наблюдается на возвышенной более открытой северо-восточной части (новый жилой массив Салтовка), на северной (лесопарк Сокольники) и южной окраинах (район АМСГ). В пасмурную погоду в двух последних районах изменение температуры воздуха под влиянием города фактически не выявляется.

Наибольший эффект влияния города отмечается в дневные и вечерние часы. В отдельные дни могут наблюдаться еще большие контрасты температуры между городом и загородом. Так, 21 февраля в условиях ясной, но ветреной погоды, дневная температура воздуха в районе Ивановки и на открытом участке Городского сада им. Т. Г. Шевченко была выше соответственно на  $2,4$  и  $1,8^{\circ}\text{C}$  по сравнению с загородом. В то же время в парковой зоне (район ТЭЦ) она была выше на  $4,2^{\circ}\text{C}$ , а на высоком открытом массиве Салтовка температура воздуха оказалась почти такой же, как и за городом. Днем 14 и 28 марта в центральной части города было соответственно на  $3,6$  и  $4,3^{\circ}\text{C}$  теплее, чем в Казачьей Лопани.

Выявленные отличия между районами подтверждаются эпизодическими маршрутными съемками. Так, 25 февраля 1981 г. днем на маршруте запад—восток (ул. Свердлова—Московский пр.) юго-восточные участки города оказались холоднее на  $2,0—2,5^{\circ}\text{C}$ , а юго-западные на  $1,3—1,6^{\circ}\text{C}$ , чем его центральные районы.

Таблица 133

Разности температуры воздуха (°С) между данными наблюдений в городе и за городом (Казачья Лопань) при скорости ветра менее и более 3 м/с. Зима (ноябрь—февраль)

| Местоположение поста             | Время | Ясно, переменная облачность |     | Пасмурная погода |      |
|----------------------------------|-------|-----------------------------|-----|------------------|------|
|                                  |       | скорость ветра, м/с         |     |                  |      |
|                                  |       | <3                          | ≥3  | <3               | ≥3   |
| Старый жилой массив Ивановка     | Утро  | —                           | 1,0 | 0,6              | 0,6  |
|                                  | День  | 1,1                         | 2,3 | 0,8              | 1,0  |
|                                  | Вечер | 1,6                         | 1,6 | 0,7              | 0,5  |
| Городской сад им. Т. Г. Шевченко | Утро  | —                           | 0,8 | 0,5              | 0,4  |
|                                  | День  | 0,9                         | 1,9 | 0,7              | 0,8  |
|                                  | Вечер | 1,4                         | 1,1 | 0,8              | 0,4  |
| Новый жилой массив Салтовка      | Утро  | —                           | 0,2 | 0,5              | 0,1  |
|                                  | День  | 0,4                         | 0,5 | 0,7              | 0,6  |
|                                  | Вечер | 1,7                         | 0,7 | 0,6              | 0,3  |
| Парковая зона вблизи ТЭЦ         | Утро  | —                           | 1,0 | 0,5              | 0,0  |
|                                  | День  | 0,6                         | 1,4 | 0,8              | 0,5  |
|                                  | Вечер | 2,0                         | 1,6 | 0,8              | 0,4  |
| Район АМСГ                       | Утро  | 0,9                         | 0,6 | 0,1              | —0,1 |
|                                  | День  | 0,2                         | 0,6 | 0,3              | 0,2  |
|                                  | Вечер | 0,1                         | 0,6 | 0,0              | —0,1 |
| Район лесопарка (Сокольники)     | Утро  | 1,1                         | 0,9 | —0,5             | 0,0  |
|                                  | День  | —0,8                        | 0,5 | 0,3              | 0,2  |
|                                  | Вечер | 1,1                         | 0,9 | 0,2              | —0,1 |

Примечание. Для районов АМСГ и Сокольники помещены данные за январь.

Аналогичное распределение температуры воздуха наблюдалось 12 марта в вечерние часы на маршруте от пл. Советской Украины на юго-запад (по ул. Свердлова) и на восток-юго-восток (по Московскому пр.). Так, в районе метро «Улица Свердлова» и далее на запад было на 1,5—1,8°С, а у станций метро «Тракторный завод» и «Пролетарская» на 1,8—2,2°С холоднее по сравнению с площадью Советской Украины.

26 февраля 1981 г. по маршруту север—юг (пр. Ленина—пр. Гагарина) в центральной и южной частях города температура воздуха была на 1,4—1,6°С выше, чем на северной его окраине. Примерно такое же распределение температуры воздуха здесь наблюдалось днем 13 марта.

Весной и осенью мезоклиматические условия близки к зимним. В городе чаще всего теплее, чем за городом, но эти отличия несколько меньше.



Летом (июль) при ясной и переменной облачности (в 75—80 %) в центре города теплее на 0,5—1,1 °С, а в пасмурную погоду (в дневные и вечерние часы) температура воздуха в этом районе почти такая же, как и за городом (Казачья Лопань), или ниже на 0,3 °С (табл. 132).

В центральном районе и на южной окраине (АМСГ) за синхронный период наблюдений температура воздуха имела равные значения. Лишь в тихие ночи июля в центральном районе бывало холоднее на 0,5 °С. В последние годы такой же характер распределения температуры наблюдается между северной защищенной (Сокольники) и открытой южной окраинами (АМСГ). Как правило, в Сокольниках в июле холоднее на 0,1—0,5 °С (табл. 132).

По данным временной метеорологической сети, в ряде районов города бывает даже холоднее, чем за городом, особенно в утренние и дневные часы. Это можно объяснить усилением внутригородской циркуляции воздуха за счет неоднородности нагрева солнцем подстилающей поверхности, ослабления интенсивности солнечной радиации и изменения составляющих теплового баланса. Однако в отдельных районах в городе может быть заметно теплее (в солнечную погоду на 0,9—1,2 °С, в пасмурную на 0,7—1,0 °С).

В летний сезон, особенно в дневные и вечерние часы, более теплыми районами в любую погоду является та же северо-западная часть города (район Ивановки со старым жилым массивом и фабрично-заводскими территориями), центральный район (Театральный переулок) и северная часть города на окраине Центрального парка культуры и отдыха им. Горького (табл. 134).

Остальные районы, как в солнечную, так и в пасмурную погоду, немного теплее или холоднее южной окраины (АМСГ).

Таким образом, летом в городе температурные различия между районами в среднем составляют 1,5—2,0 °С, а в отдельные дни они могут быть значительно больше. Так, 11 мая в вечерние часы все районы города отличались более высокими температурами, чем загород: в районе пл. Дзержинского и Салтовки — на 2,2 °С, а на южной окраине Центрального парка культуры и отдыха им. Горького (ул. Правды) и в Ивановке — соответственно на 3,2 и 3,7 °С.

По маршрутным эпизодическим съемкам в июле 1980 г. также выявлены существенные микроклиматические отличия. Например, 22 июля в утренние и дневные часы по маршруту север—юг в центре города (на участках, окружающих пл. Советской Украины) было теплее на 1,6—1,8 °С, чем на северной окраине города. Вечером эти разности составляли уже 2,1—2,4 °С.

По маршруту запад—восток днем 25 июля в районах метро «Центральный рынок» и «Завод им. Малышева» оказалось теплее на 1,6—1,9 °С, чем на юго-западной окраине города.

Относительная влажность зимой в условиях любой погоды всегда будет выше (на 1—7 %) за городом (Казачья Лопань), чем в городе (Харьков, обсерватория). В условиях ясной погоды или

Таблица 134

Разности температуры воздуха (°С) между данными наблюдений в городе и за городом (Казачья Лопань) при скорости ветра менее и более 3 м/с. Лето (май—июнь)

| Местоположение поста  | Время | Ясно, переменная облачность |      | Пасмурная погода |      |
|---|-------|-----------------------------|------|------------------|------|
|   |       | скорость ветра, м/с         |      |                  |      |
|   |       | <3                          | ≥3   | <3               | ≥3   |
| Старый жилой массив Ивановка  | Утро  | -0,7                        | -0,7 | 0,2              | -0,3 |
|   | День  | 0,9                         | 1,1  | 0,9              | 0,1  |
|   | Вечер | 0,3                         | 1,0  | 0,0              | -0,6 |
| Городской сад им. Т. Г. Шевченко  | Утро  | -1,0                        | -0,2 | 0,4              | -0,5 |
|   | День  | 0,5                         | 0,8  | 0,9              | 0,7  |
|   | Вечер | -0,6                        | 0,5  | -0,6             | -1,0 |
| В районе Театрального переулка  | Утро  | 1,2                         | 0,4  | 1,0              | 0,2  |
|   | День  | 0,9                         | 1,2  | —                | 0,8  |
|   | Вечер | —                           | —    | —                | —    |
| У окраины Центрального парка культуры и отдыха им. Горького, ул. Правды | Утро  | 0,8                         | 0,9  | 0,5              | -0,6 |
|   | День  | 1,4                         | 0,8  | —                | 0,2  |
|   | Вечер | 0,1                         | 1,0  | 0,9              | -0,9 |
| Новый жилой массив Салтовка   | Утро  | 0,4                         | 0,1  | 0,4              | -0,1 |
|   | День  | -0,1                        | -0,2 | -0,2             | -0,3 |
|   | Вечер | 0,0                         | 0,6  | 0,2              | 0,1  |
| Парковая зона вблизи ТЭЦ  | Утро  | 0,8                         | -0,7 | -0,1             | 0,0  |
|   | День  | 0,5                         | 0,5  | 0,0              | 0,0  |
|   | Вечер | -0,3                        | -0,5 | -0,1             | 0,0  |
| Район АМСГ  | Утро  | 0,0                         | 0,3  | 0,5              | 0,3  |
|   | День  | 0,1                         | 0,1  | -0,3             | 0,7  |
|   | Вечер | 1,2                         | 0,8  | 0,4              | 0,7  |
| Район лесопарка (Сокольники)  | Утро  | 0,5                         | -0,2 | -0,1             | -0,2 |
|   | День  | —                           | -0,4 | -1,2             | -0,1 |
|   | Вечер | -0,3                        | 0,2  | 0,0              | -0,8 |

Примечание. Для районов АМСГ и Сокольники помещены данные за июль.

переменной облачности она бывает выше при слабом ветре на 5 %, а при сильном на 7 %. При пасмурной погоде и сильном ветре в вечерние и ночные часы влажность воздуха почти одинаковая как в городе, так и за городом.

В отдельных районах города, по данным постов временной метеорологической сети, относительная влажность почти всегда меньше, чем за городом (табл. 135). Наименее увлажненными оказываются центральный (Городской сад им. Т. Г. Шевченко) и северо-западный районы (старый жилой массив Ивановка). В яс-

Таблица 135

Разности относительной влажности воздуха (%) между данными наблюдений в городе и за городом (Казачья Лопань) при скорости ветра менее и более 3 м/с. Зима (ноябрь—февраль)

| Местоположение поста             | Время | Ясно, переменная облачность |     | Пасмурная погода |    |
|----------------------------------|-------|-----------------------------|-----|------------------|----|
|                                  |       | скорость ветра, м/с         |     |                  |    |
|                                  |       | <3                          | ≥3  | <3               | ≥3 |
| Старый жилой массив Иваповка     | Утро  | —                           | —   | —4               | —4 |
|                                  | День  | —10                         | —14 | —6               | —3 |
|                                  | Вечер | —1                          | —10 | —4               | 0  |
| Городской сад им. Т. Г. Шевченко | Утро  | —                           | —11 | —4               | —4 |
|                                  | День  | —3                          | —8  | —6               | —1 |
|                                  | Вечер | 2                           | —3  | —5               | 0  |
| Новый жилой массив Салтовка      | Утро  | —                           | —   | —5               | —4 |
|                                  | День  | —5                          | 1   | —7               | —1 |
|                                  | Вечер | 6                           | 5   | —6               | —2 |
| Парковая зона вблизи ТЭЦ         | Утро  | —                           | —   | —2               | 2  |
|                                  | День  | 3                           | 3   | —4               | 0  |
|                                  | Вечер | 5                           | 4   | —3               | 5  |
| Район АМСГ                       | Утро  | 0                           | —3  | 6                | 4  |
|                                  | День  | 2                           | 1   | 1                | 2  |
|                                  | Вечер | —2                          | —2  | 0                | 1  |

ную и ветреную погоду здесь относительная влажность на 11—14 % ниже, а на южной окраине в любую погоду она выше, чем за городом.

Летом в условиях любой погоды днем относительная влажность воздуха немного больше в городе или такая же, как за городом. В пасмурную погоду вечером и ночью влажность воздуха больше в городе, а в утренние часы в любую погоду выше за городом.

В центре города влажность воздуха больше (обсерватория), чем на южной окраине (АМСГ). Иногда в пасмурную погоду и в утренние часы значения влажности в обоих районах одинаковые. Такое распределение влажности определяется положением метеорологической площадки обсерватории в городском саду.

Летом в утренние и дневные часы в городе почти во всех районах влажность воздуха бывает меньше на 3—10 %, чем в Казачьей Лопани (табл. 136). В любую погоду вечером более влажно бывает в парках или вблизи них. Самая высокая влажность воздуха наблюдается в районе Городского сада им. Т. Г. Шевченко, а наиболее низкая — на южной окраине города.

Для большого города закономерно некоторое увеличение количества осадков, главным образом за счет более частых слабых

Таблица 136

Разности относительной влажности воздуха (%) между данными наблюдений в городе и за городом (Казачья Лопань) при скорости ветра менее и более 3 м/с. Лето (май—июнь)

| Местоположение поста  | Время | Ясно, переменная облачность |    | Пасмурная погода |    |
|---|-------|-----------------------------|----|------------------|----|
|   |       | скорость ветра, м/с         |    |                  |    |
|   |       | <3                          | ≥3 | <3               | ≥3 |
| Старый жилой массив Ивановка  | Утро  | 2                           | 0  | -4               | 0  |
|   | День  | -1                          | -1 | -6               | 2  |
|   | Вечер | -1                          | 1  | 4                | 3  |
| Городской сад им. Т. Г. Шевченко  | Утро  | 6                           | -3 | -3               | 0  |
|   | День  | 0                           | 1  | 2                | 7  |
|   | Вечер | 6                           | 4  | 11               | 10 |
| В районе Театрального переулка  | Утро  | -3                          | -4 | -7               | 1  |
|   | День  | 1                           | 0  | -4               | 5  |
|   | Вечер | —                           | —  | —                | —  |
| У окраины Центрального парка культуры и отдыха им. Горького, ул. Правды | Утро  | -7                          | -1 | -11              | -2 |
|   | День  | -2                          | -2 | 7                | 8  |
|   | Вечер | 7                           | 5  | 3                | 10 |
| Новый жилой массив Салтовка   | Утро  | -2                          | -4 | -6               | -2 |
|   | День  | 0                           | 1  | -4               | 5  |
|   | Вечер | -1                          | 2  | -3               | 4  |
| Парковая зона вблизи ТЭЦ  | Утро  | -12                         | -5 | -10              | —  |
|   | День  | -1                          | 3  | -1               | 7  |
|   | Вечер | 3                           | 9  | -13              | 10 |
| Район АМСГ  | Утро  | -2                          | -3 | -4               | -3 |
|   | День  | -2                          | -4 | -3               | -4 |
|   | Вечер | -8                          | -7 | -7               | -4 |

дождей. В связи с этим и число дождливых дней в городе обычно несколько больше, чем за городом.

Такие особенности присущи и городу Харьков с его значительной неоднородностью подстилающей поверхности, однако проявляются они не во всех случаях.

По многолетним данным, в городе осадков выпадает больше по сравнению с загородом, но число дней с осадками при этом не увеличивается. За месяц такое превышение составляет 3—5 мм в январе и 5—9 мм в июле. За холодный период в целом оно достигает уже 14—27 мм, за теплый 26—49 мм, а за год 40—76 мм (табл. 137).

При рассмотрении средних разностей количества осадков между метеостанциями Харьков, АМСГ и Казачья Лопань оказалось, что в период 1936—1950 гг. сохраняется такой же характер

Таблица 137

Разности количества осадков (мм) между данными наблюдений пунктов в городе и за городом (Казачья Лопань)

| Станция                  | Январь | Июль | Холодный период<br>(ноябрь—март) | Теплый период<br>(апрель—октябрь) | Год |
|--------------------------|--------|------|----------------------------------|-----------------------------------|-----|
| Обсерватория             | 3      | 5    | 14                               | 26                                | 40  |
| АМСГ                     | 4      | 6    | 18                               | 32                                | 50  |
| Технологический институт | 5      | 9    | 27                               | 49                                | 76  |

различий, как и по многолетним данным. В период 1951—1965 гг. наблюдалась обратная картина: в городе за год выпало на 32 мм осадков меньше, чем за городом (в основном за счет теплого периода, 20 мм). В период 1966—1980 гг. распределение осадков в городе и за городом в целом за год уменьшилось на 41 мм, при этом в январе наблюдалось увеличение осадков в городе на 8 мм, в июле — уменьшение на 16 мм.

За последний период прослеживается увеличение числа дней с осадками в городе по сравнению с окрестностями. Для всех градаций осадков (более 1,0 мм) такое увеличение не столь заметное — в среднем на 8 дней, однако для слабых осадков (менее 1,0 мм) оно возрастает до 14 дней в году.

Город со своим специфическим ландшафтом вносит существенные изменения в структуру воздушных потоков, ослабляя их силу и изменяя направление.

Сравнение данных по скорости ветра в центре города (Харьков, обсерватория) с пригородом (Казачья Лопань) на высоте флюгера показывает, что отношения скоростей ветра в течение года постоянны и равны 0,7. Однако сопоставление данных по ветру метеостанции Харьков, АМСГ, расположенной на южной окраине города, с той же загородной станцией дают соотношения 1,4—1,5 как по многолетним, так и по данным за последние годы. Такое усиление скорости ветра в южной пониженной части города характерно в течение года и в любое время суток. В отдельные месяцы (март, июль, октябрь), а также в ночные часы этот коэффициент может достигать 1,7—1,9.

На южной окраине скорость ветра в два раза больше по сравнению с центром города. Несмотря на это в последние годы число штилей летом на южной окраине города оказалось даже несколько больше, чем за городом. Сопоставление преобладающих направлений ветра в городе и за городом в целом почти не дает различий, за исключением осеннего сезона (сентябрь, октябрь), когда в городе преобладают восточное, северо-восточное и северо-западное направления, а за городом — западное и северо-западное. Начиная с мая, как в городе, так и за городом, наблю-

дается четкая смена направления ветра с северо-восточного на северо-западный.

По данным временной метеорологической сети (на высоте 1,5—2,0 м) в городе наблюдается уменьшение скорости ветра в несколько раз по сравнению с южной его окраиной.

Сравнивая отношения скорости ветра между отдельными районами города и АМСГ, можно отметить, что в любой сезон и время суток наибольшее ослабление ветра будет в центральных озелененных участках. Скорости ветра при северном и южном направлениях в городе и в районе АМСГ, как правило, одинаковы.

В результате проведенных исследований в городе было выделено 5 микроклиматических районов. Центральный (старая уплотненная застройка) и северо-западный районы (фабрично-заводской на правом берегу р. Лопань) оказались теплее, чем другие. Для них характерна более низкая относительная влажность воздуха. Следует отметить, что северо-западный район отличается большими скоростями ветра, чем центральный.

Северо-восточный (новый жилой массив Салтовка на возвышенности) и южный районы (старая и новая застройки на равнине) являются более холодными и характеризуются значительными скоростями ветра. Зимой на южной окраине относительная влажность воздуха выше, чем на северо-восточной.

Юго-восточный (парковая зона, где расположены ТЭЦ и ХТЗ) занимает промежуточное положение между описанными выше районами по температуре и относительной влажности. Что же касается ветрового режима, то здесь наблюдаются пониженные скорости ветра.

### 8.1. Озеленение и его влияние на микроклимат города

По масштабам и народнохозяйственному значению озеленение города является первоочередной проблемой современного градостроительства.

Все зеленые насаждения Харькова можно условно разделить на внутригородские и загородные. В городе 110 парков и скверов общей площадью около 1536 га. Зеленая зона городских улиц составляет свыше 1200 га; на 2500 га раскинулась лесопарковая зона. На каждого харьковчанина приходится более 14 м<sup>2</sup> зеленых насаждений [5].

Старейший зеленый массив — Городской сад им. Т. Г. Шевченко. Ему более 175 лет. На площади 25 га произрастают свыше 15 000 деревьев и кустарников более 100 пород. Здесь есть дубы-великаны, возраст которых превышает 200 лет. Много каштанов. На западном склоне имеется водяной каскад.

Центральный парк культуры и отдыха им. А. М. Горького занимает площадь 136 га. Парку около 80 лет. Проводятся работы по реконструкции парка.

С севера к нему примыкает Лесопарк, крупный природный массив, раскинувшийся на площади более 2000 га. Он расположен

на территории, изрезанной оврагами, что придает ему особую красоту.

Территория Зоопарка занимает 22 га.

Парк им. Артема, «Саржин яр», Ботанический сад Харьковского университета, Молодежный парк и много других парков и скверов украшают город своей зеленью.

Большая работа ведется по озеленению новых жилых районов Павлова Поля, Салтовского и Алексеевского массивов. К числу лучших по благоустройству относятся улицы новых районов — 23 августа, Харьковских дивизий, Байрона, Тракторостроителей.

Благоустройство и озеленение города будет продолжаться и в дальнейшем. Намечено разбить новые парки и скверы, посадить деревья вдоль улиц и на участках при отдельных домах. Планируется создать новые зоны на прибрежных территориях рек Харькова, Лопани и Немышли.

При озеленении обычно используют деревья и кустарники различных пород с высокими декоративными качествами. Это — липы мелколистная и крупнолистная, клен остролистный, ясень обыкновенный, тополь берлинский и канадский, береза бородавчатая, дуб красный, каштан конский, ель обыкновенная и ель колючая Энгельмана, ива, рябина обыкновенная, черемуха. Из кустарников в условиях города хорошо растут барбарис, роза Ругоза, лох, айва японская, облепиха, смородина, можжевельник, шиповник, сирень, боярышник.

Декоративные газоны засевают многолетними травами, засухоустойчивыми и выносливыми к механическим повреждениям. Для тенистых и полутенистых мест рекомендуются барвинок малый, вероника, мята, вербейник монетчатый, папоротники. Для сухих солнечных мест — алиссум серебристый, тысячелистник войлочный, тимьян, живучка ползучая, камнеломка, ясколка войлочная. На уплотненных почвах хорошо растет спорыш.

Привлекательны мавританские газоны, где на фоне зеленого ковра разбросаны цветы мака, ноготков, васильков, бархатцев, ленка, нбериса.

Характерной чертой будущего силуэта Харькова станут высотные дома (16, 20 и 25-этажные). В связи с этим повысится роль вертикального озеленения. Преимущество этого вида озеленения заключается в том, что для посадки вьющихся растений нужна небольшая площадь. Вьющиеся растения летом предохраняют стены зданий от перегрева и являются эффективным приемом оформления здания. Кусты быстрорастущего винограда амурского, дикого и других видов через 3—4 года могут дать суммарную площадь листьев, равную площади листьев 20-летнего дерева [9]. Количество пыли в 1 м<sup>3</sup> воздуха в квартирах дома с вертикальным озеленением снижается на 13 % и более.

Для вертикального озеленения можно использовать однолетние (душистый горошек, ипомея, бобы турецкие, настурция вьющаяся, кобея, вьюнок) и многолетние вьющиеся растения (виноград,

хмель, жимолость-каприфоль, плющ обыкновенный, розы плетистые, клематис и др.). Климатические условия Украины позволяют успешно выращивать эти виды, а от плодового винограда можно получать немало ягод на балконах и лоджиях [9, 32, 36].

Зеленые насаждения города являются не только его украшением, но незаменимым средством улучшения окружающей среды. Деревья и кустарники поглощают углекислый газ и выделяют кислород, защищают жилые кварталы от загрязненного воздуха; зеленые массивы ионизируют воздух, снижают городской шум. Кроме этого, озеленение способствует улучшению микроклиматических условий в городе.

Установлено, что в летнее время среди зеленых насаждений значения суммарной радиации снижаются в среднем на 50—80 %, температура воздуха — на 2 °С по сравнению с соседними неозелененными участками. При этом наиболее эффективными являются клен остролистный, дуб летний, каштан конский. Относительная влажность в парке (сквере) выше по сравнению с открытым местом (в молодом парке на 5—10 %, а в старом на 15—20 %). Деревья задерживают около 20 % выпадающих осадков. Они оказывают также ветрозащитное действие, уменьшая скорость ветра в среднем на 30—50 % [74].

По данным микроклиматических наблюдений обнаружены значительные различия на участках, расположенных друг от друга на расстоянии всего нескольких метров. По температуре воздуха они превышали 3 °С, а по влажности воздуха 10 %. Например, 27 июня 1978 г. на обширной асфальтированной площадке в Городском саду им. Т. Г. Шевченко температура воздуха достигала 29,5 °С, а относительная влажность воздуха 28 %. В то же время на дне поросшего травой и деревьями оврага (против входа в зоопарк) температура воздуха составляла всего лишь 25,9 °С, а влажность воздуха вблизи центрального фонтана достигала 40 %. 10 июля при меняющейся облачности и температуре 22—23 °С микроклиматические различия были менее существенны. Так, между пл. Ф. Э. Дзержинского и затененной аллеей Городского сада им. Т. Г. Шевченко они составляли по температуре 1,0—1,5 °С, а по влажности воздуха около 5 %. В небольших скверах в такие дни значительного снижения температуры не наблюдалось, а влажность воздуха повысилась всего на 1—2 %.

При засушливо-суховейной погоде даже в небольших скверах температура воздуха может быть на 2 °С ниже по сравнению с неозелененными участками. Так, 1 сентября после 12 ч температура воздуха на пл. Ф. Э. Дзержинского превышала 30 °С, влажность составляла 20 % при скорости ветра 6—7 м/с. В то же время вблизи даже небольшого сквера температура была ниже (28,4 °С), относительная влажность выше (34 %).

Как известно, микроклиматические различия озелененных и неозелененных участков наиболее четко проявляются в безветренную солнечную погоду. В пасмурные и прохладные дни эти различия незначительны. Чем больше площадь зеленых насаждений,



тем больше микроклиматический эффект от озеленения. Площадь зеленого массива должна быть соизмерима с площадью жилой застройки. Причем внутреннее расположение зеленых массивов дает гораздо больший эффект, чем внешнее по отношению к застройке [73].

По существующим в СССР градостроительным нормам, до половины территории города должно отводиться под зеленые насаждения.

Радиус влияния больших зеленых насаждений на микроклимат окружающей местности равен 10—12-кратной их высоте. При озеленении необходимо умело использовать особенности рельефа и другие природные объекты — реки, пруды, водоемы, озера, леса и т. д. Озеленение проводят в сочетании с мероприятиями по обводнению территории. Создание бассейнов, фонтанов, искусственных водоемов, пульверизирующих автоматических установок, применение дождевания и полива способствуют снижению температуры воздуха на близлежащих участках и повышению относительной влажности.

Для крупного промышленного города, каким является Харьков, немаловажное значение имеет озеленение территорий производственных предприятий. При этом размещение здесь зеленых насаждений, подбор пород деревьев и кустарников, трав и цветов необходимо выполнять с учетом специализации предприятия, основных загрязняющихся веществ и т. д. Главной целью озеленения промышленных площадок должно быть обеспечение чистоты воздуха, борьба с шумом, создание в разные сезоны года благоприятных условий для кратковременного отдыха работающих. Активное пылезащитное действие имеют ветвистые деревья и кустарники с густорасположенной листвой [36].

## 8.2. Некоторые показатели теплового режима зданий

В настоящее время климатологическая информация находит все большее применение в практике народного хозяйства и, в частности, в строительстве при решении вопросов, связанных с регулированием теплового режима зданий. В ГГО предложен метод учета основных метеорологических величин (температуры воздуха, скорости ветра и суммарной солнечной радиации) для расчета показателей теплового режима зданий в различных климатических условиях. К этим показателям относятся эффективная температура, дефицит тепла, кондуктивные и инфильтрационные теплопотери, радиационные теплопоступления, продолжительность периода теплопотерь.

В результате расчета основных элементов теплового режима зданий для Харькова выявлены некоторые особенности, связанные как с климатическими условиями города, так и с различиями в типах застроек.

Географическое положение города обуславливает преобладающую роль радиационного фактора в тепловом режиме зданий

Таблица 138

Средние значения показателей теплового режима зданий (°С)

| Показатель                      | I    | II   | III  | IV   | V     | VI    | VII   | VIII  | IX   | X    | XI   | XII  |
|---------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| Свободная разомкнутая застройка |      |      |      |      |       |       |       |       |      |      |      |      |
| Эффективная температура         | -7,9 | -5,8 | 4,6  | 19,1 | 31,6  | 35,9  | 38,1  | 35,4  | 26,4 | 13,2 | 0,9  | -6,3 |
| Дефицит тепла                   | 25,9 | 23,8 | 13,4 | -1,1 | -13,6 | -17,9 | -20,1 | -17,4 | -8,4 | 4,8  | 17,1 | 24,3 |
| Кондуктивные теплопотери        | 25,3 | 24,9 | 19,7 | 10,3 | 2,9   | -0,6  | -2,8  | -1,7  | 4,0  | 10,9 | 17,7 | 22,8 |
| Инфильтрационные теплопотери    | 3,8  | 4,2  | 3,4  | 1,5  | 0,3   | 0     | 0     | 0     | 0,3  | 1,1  | 2,6  | 3,8  |
| Радиационные теплопоступления   | 3,2  | 5,3  | 9,7  | 12,9 | 16,8  | 17,3  | 17,3  | 15,7  | 12,7 | 7,2  | 3,2  | 2,3  |
| Плотная застройка               |      |      |      |      |       |       |       |       |      |      |      |      |
| Эффективная температура         | -6,9 | -5,6 | 2,1  | 13,5 | 23,5  | 27,1  | 29,1  | 27,2  | 20,2 | 10,2 | 1,1  | -4,8 |
| Дефицит тепла                   | 24,9 | 23,6 | 15,9 | 4,5  | -5,5  | -9,1  | -11,1 | -9,2  | -2,2 | 7,8  | 16,9 | 22,8 |
| Кондуктивные теплопотери        | 25,1 | 24,7 | 19,5 | 10,4 | 2,9   | -0,5  | -2,5  | -1,4  | 4,2  | 11,0 | 17,5 | 22,7 |
| Инфильтрационные теплопотери    | 1,4  | 1,5  | 1,2  | 0,5  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0,4  | 1,0  | 1,2  |
| Радиационные теплопоступления   | 1,6  | 2,6  | 4,8  | 6,4  | 8,4   | 8,6   | 8,6   | 7,8   | 6,4  | 3,6  | 1,6  | 1,1  |

(табл. 138). В холодный период радиационные теплопоступления компенсируют теплопотери, вызванные воздействием ветра. Учет солнечной радиации во время работы систем отопления позволит сократить отопительный период и сэкономить расход топлива [25].

В среднем за год радиационные теплопоступления составляют около 124 °С.

Влияние солнечной радиации определяется условиями застройки, ориентацией стен относительно стран света и площадью окон. В плотной застройке поток суммарной радиации на 40—60 % меньше, чем на открытом месте [25].

Наименьшее количество тепла получают северные стены (60 °С), наибольшее — южные (176 °С) и юго-восточные (168 °С). В летнее время стены, ориентированные на юг, прогреваются меньше, по сравнению с юго-восточными (табл. 139) [57].

Таблица 139

Радиационные теплопоступления (°С) на стены зданий различной ориентации

| Ориентация стен | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII |
|-----------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|
| С               | 2  | 3  | 5   | 6  | 9  | 9  | 9   | 7    | 4  | 3  | 2  | 1   |
| СВ              | 2  | 3  | 6   | 8  | 12 | 13 | 13  | 11   | 7  | 4  | 2  | 1   |
|                 | 3  | 5  | 10  | 13 | 17 | 17 | 17  | 16   | 13 | 7  | 3  | 2   |
| ЮВ              | 8  | 11 | 15  | 16 | 18 | 18 | 18  | 19   | 18 | 13 | 8  | 6   |
| Ю               | 11 | 14 | 16  | 16 | 16 | 16 | 16  | 18   | 19 | 15 | 11 | 8   |

Харьков расположен в зоне повышенных скоростей ветра. Инфильтрационные теплопотери зданий в открытой застройке составляют около 21 °С. Расчет показал, что применение тройного остекления позволит снизить инфильтрационные теплопотери на 15 % по сравнению с двойным.

В плотной застройке инфильтрационные теплопотери невелики (около 7 °С). Влияние ветра на тепловой режим зданий сказывается только в холодный период года, в теплое полугодие оно практически отсутствует.

Кондуктивные теплопотери, представляющие разность между температурой внутреннего и наружного воздуха, колеблются в соответствии с изменениями температуры наружного воздуха [6]. Их значения в свободной разомкнутой и плотной застройках города почти одинаковы и составляют 133—134 °С.

Эффективная температура — это такая температура наружного воздуха, при которой в условиях штиля и при отсутствии коротковолновой радиации здание имело бы такие же теплопотери, какие имеют место при данных значениях температуры наружного воздуха, скорости ветра и потока суммарной радиации. Эффективная температура в зимние месяцы в свободной застройке ниже, чем в плотной. Различия могут достигать 1,5 °С. В теплый

же период года в условиях открытой застройки эффективная температура существенно выше, чем в плотной. В июле различия составляют 9 °С.

Дефицит тепла представляет собой недостаток эффективного тепла по отношению к расчетной температуре воздуха внутри помещений. В холодное полугодие в условиях открытой застройки он составляет 109 °С, в плотной застройке 116 °С. Летом дефицит тепла принимает отрицательные значения, т. е. отмечается избыток тепла (78 °С в открытой застройке и 37 °С в плотной). Суммарные теплотери в Харькове значительны, что свидетельствует о необходимости принятия мер по улучшению теплового режима зданий.

Продолжительность периода теплотерь, рассчитанная с учетом вышеуказанных факторов, колеблется в значительных пределах в зависимости от типа застройки и ориентации помещений (табл. 140). В зданиях, расположенных на открытом месте и больше прогреваемых солнечными лучами, продолжительность периода теплотерь примерно на месяц меньше, чем в плотной застройке. Разница в продолжительности периода теплотерь северных и южных помещений составляет 1,5—2 месяца.

Таблица 140

Продолжительность (мес) периода теплотерь в зависимости от ориентации помещений и типа застройки

| Ориентация помещений | Свободная разомкнутая застройка | Плотная застройка | Ориентация помещений | Свободная разомкнутая застройка | Плотная застройка |
|----------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------|
| С                    | 7,4                             | 8,0               | ЮВ                   | 5,5                             | 6,8               |
| СВ                   | 7,1                             | 7,8               | Ю                    | 5,4                             | 6,6               |
| В                    | 6,2                             | 7,3               |                      |                                 |                   |

Период теплоступлений в среднем продолжается 5—6 месяцев.

В настоящее время в больших городах, в том числе и в Харькове, построены здания, ограждения которых состоят главным образом из стекла. Тепловой режим в этих зданиях неблагоприятный не только в северных и восточных районах нашей страны, но и на юге. Ориентировочный расчет показал, что увеличение площади остекления приводит к росту лучистых теплоступлений и инфильтрационных теплотерь. В зданиях, ограждения которых состоят из стекла, радиационные теплоступления в 2 раза и более выше, чем в обычных зданиях открытой застройки. Особенно велики они в летний сезон. С другой стороны, в таких зданиях зимой инфильтрационные теплотери увеличиваются в среднем на 50—60 %. Это объясняется возрастанием воздухообмена и уменьшением термического сопротивления. Все это ведет к перерасходу дорогостоящего топлива.

Главной особенностью градостроительства в будущем явится рост этажности зданий. Поскольку скорость ветра и соответственно инфильтрационные теплопотери с высотой увеличиваются то и суммарные теплопотери высотных зданий больше, чем обычных.

Мероприятия по улучшению теплового режима зданий должны быть направлены на уменьшение кондуктивно-инфильтрационных теплопотерь в холодное время и снижение радиационных теплопоступлений в теплый период. Регулируемая система отопления с учетом основных метеорологических факторов, улучшение теплозащитных качеств стен, правильная ориентация помещений, оптимальная площадь оконных проемов, применение эффективных утеплителей и тройного остекления, застройка микрорайонов с учетом преобладающего направления ветра позволят снизить теплопотери зданий в холодный период.

Озеленение придомовых участков и балконов, обводнение, кондиционирование воздуха и вентиляция помещений, различные приемы солнцезащиты способствуют снижению радиационных теплопоступлений и уменьшению перегрева зданий в летний сезон.

## 9. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА ГОРОДА

В Харькове расположены крупные машиностроительные заводы, предприятия химической, пищевой, легкой промышленности, строительной индустрии. В результате сжигания топлива и различных технологических процессов в атмосферу поступает большое количество примесей, многие из которых загрязняют атмосферу и могут оказывать вредное воздействие на человека и окружающую среду.

Основными загрязняющими воздух примесями промышленного происхождения являются взвешенные вещества, двуокись серы и окислы азота.

Взвешенные вещества (аэрозоли) представляют собой мельчайшие (порядка 0,1 мкм и менее) твердые частицы различных веществ, обладающие очень малой скоростью оседания и поэтому длительное время не выпадающие из воздуха под воздействием гравитационных сил. В отдельных случаях содержание в воздухе взвешенных веществ может значительно увеличиваться за счет пыли, попадающей в атмосферу естественным путем, главным образом под воздействием ветра.

Двуокись серы (сернистый газ, сернистый ангидрид) образуется при сжигании ископаемого топлива (угля, нефти, газа), содержащего в своем составе серу. В городах с центральным отоплением основная масса двуокиси серы поступает в воздушный бассейн в виде теплых выбросов через высокие дымовые трубы теплоэлектростанций и крупных заводов.

Окислы азота образуются в отходящих газах при высокой температуре в результате окисления азота воздуха кислородом, содержащимся в том же объеме воздуха. Некоторое количество окислов азота поступает в атмосферу при разложении и последующем окислении содержащихся в топливе соединений азота.

Существенный вклад в загрязнение воздушного бассейна вносят транспортные средства, оснащенные двигателями внутреннего сгорания. Автомобильные двигатели, прежде всего карбюраторные, выбрасывают в воздух большое количество окиси углерода (угарного газа). Особенно значительно выделение окиси углерода при холодном запуске двигателя и работе его на холостом ходу. Большое количество автомобилей, их подвижность и распределение по всему городу, частые остановки с работающим двигателем на перекрестках превращают всю территорию города в единый источник загрязнения воздуха, трудно поддающийся контролю.

Систематические наблюдения за загрязнением воздушного бассейна ведутся на 8 рассредоточенных по всему городу стационарных постах, на каждом из которых 3—4 раза в сутки по особому расписанию отбираются пробы воздуха. В результате химического анализа этих проб определяют разовые концентрации примесей. По разовым концентрациям, выявленным на всех по-

стах в течение суток, рассчитывают среднюю суточную концентрацию, затем среднюю месячную и среднюю годовую. Полученные таким образом данные и служат основой для характеристики загрязнения воздуха [59].

Материалы наблюдений за содержанием вредных примесей показывают, что уровень загрязнения приземных слоев воздуха подвержен большим изменениям во времени и пространстве. Особенно заметна изменчивость разовых концентраций. Это объясняется не только изменением объема выбросов вредных веществ промышленными предприятиями и условий рассеяния примесей в атмосфере, но и сравнительно низкой точностью измерения концент-

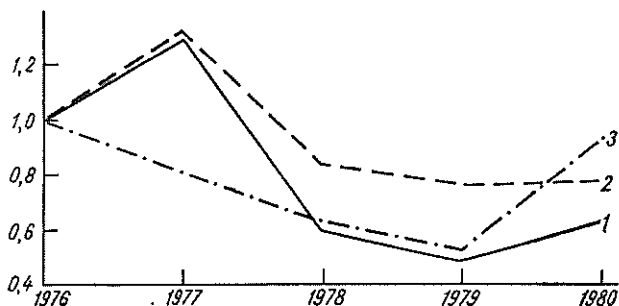


Рис. 42. Ход загрязнения воздушного бассейна. (Отношение средних годовых концентраций к уровню 1976 г.).  
1 — взвешенные вещества, 2 — диоксид серы, 3 — оксиды азота.

раций примесей в отобранных пробах. По мере осреднения данных влияние ошибок и случайных колебаний уменьшается и начинает проявляться некоторая устойчивость характеристик. В этом смысле наиболее достоверно общий уровень загрязнения воздушного бассейна той или иной примесью характеризуют средние месячные концентрации.

Средние для всего города концентрации за длительный период определяются суммарной мощностью выбросов промышленных источников. Изменение этих концентраций зависит от развития производства, совершенствования технологии и ввода в действие очистных сооружений и фильтров.

Общую тенденцию изменения уровня загрязнения воздуха можно проследить по рис. 42, на котором показан ход загрязнения атмосферы основными примесями за период 1976—1980 гг.

На значение разовых концентраций влияют такие факторы, как расположение источников, характер и режим их работы, особенности рельефа, городской застройки и озеленения. Большое влияние на формирование поля загрязнения и его изменчивость оказывают метеорологические факторы, прежде всего ветер и температурная стратификация, определяющие термодинамическую устойчивость в приземном слое атмосферы.

Совместное действие всех перечисленных выше факторов имеет сложный характер. При устойчивой стратификации в нижних слоях воздуха будут скапливаться примеси, поступающие сюда от низких источников и автотранспорта. В то же время такая устойчивость будет препятствовать проникновению в нижние слои примесей, поступающих в атмосферу в результате выброса промышленных отходов через высокие трубы. При неустойчивой стратификации может наблюдаться противоположный процесс — рассеяние примесей от низких источников и поступление в нижние слои воздуха примесей от высотных источников.

Аномально высокие концентрации, представляющие опасность для здоровья и жизни людей, устанавливаются в тех редких случаях, когда над источниками вредных примесей длительное время располагается слой приподнятой инверсии, задерживающий распространение загрязненного воздуха вверх, и в то же время в подинверсионном слое наблюдаются условия, позволяющие примесям проникнуть в самые нижние слои атмосферы.

В табл. 141 приведены данные о повторяемости различных типов стратификации у поверхности земли и разных видов инвер-

Таблица 141

Повторяемость (%) типов стратификации у поверхности земли и инверсии в слое 0—2 км

| Характеристика           | 3 ч  |       |      |       |      |
|--------------------------|------|-------|------|-------|------|
|                          | Зима | Весна | Лето | Осень | Год  |
| Стратификация устойчивая | 89,4 | 96,0  | 99,8 | 96,6  | 95,1 |
| безразличная             | 10,6 | 3,9   | 0,2  | 3,4   | 4,9  |
| неустойчивая             | —    | 0,1   | —    | —     | 0,0  |
| Инверсия приземная       | 30,4 | 41,8  | 62,4 | 38,1  | 43,3 |
| приподнятая              | 58,2 | 32,9  | 10,5 | 36,0  | 34,2 |
| Без инверсий             | 11,4 | 25,3  | 27,1 | 25,9  | 22,5 |
| Характеристика           | 15 ч |       |      |       |      |
|                          | Зима | Весна | Лето | Осень | Год  |
| Стратификация устойчивая | 7,2  | —     | —    | 4,0   | 2,8  |
| безразличная             | 77,3 | 28,5  | 9,1  | 53,5  | 42,0 |
| неустойчивая             | 15,5 | 71,5  | 90,9 | 42,5  | 55,2 |
| Инверсия приземная       | 4,9  | 0,2   | 0,7  | 0,5   | 1,6  |
| приподнятая              | 79,9 | 39,4  | 8,8  | 50,3  | 44,4 |
| Без инверсий             | 15,2 | 60,4  | 90,5 | 49,2  | 54,0 |



сий в пограничном слое, рассчитанные по материалам наблюдений за пятилетний период. Устойчивость приземного слоя воздуха в течение суток претерпевает существенные изменения, поэтому вероятность длительного сохранения неизменной стратификации, а следовательно, и скопления примесей у земли даже в зимнее время очень мала.

Таблица 142

Характеристики функций распределения относительных концентраций вредных примесей

| Примесь             | Концентрация     | $C_v$ | Mo    | Me    | $P(Q > 2)$ |
|---------------------|------------------|-------|-------|-------|------------|
| Взвешенные вещества | Разовая          | 0,941 | 0,251 | 0,710 | 0,104      |
|                     | Средняя суточная | 0,514 | 0,590 | 0,833 | 0,032      |
|                     | Средняя месячная | 0,465 | 0,660 | 0,847 | 0,020      |
|                     | Средняя годовая  | 0,331 | 0,774 | 0,892 | 0,005      |
| Двуокись серы       | Разовая          | 0,920 | 0,220 | 0,705 | 0,108      |
|                     | Средняя суточная | 0,472 | 0,652 | 0,846 | 0,021      |
|                     | Средняя месячная | 0,334 | 0,740 | 0,892 | 0,006      |
|                     | Средняя годовая  | 0,194 | 0,829 | 0,938 | 0,000      |
| Окислы азота        | Разовая          | 1,024 | 0,057 | 0,676 | 0,129      |
|                     | Средняя суточная | 0,419 | 0,797 | 0,858 | 0,005      |
|                     | Средняя месячная | 0,308 | 0,854 | 0,895 | 0,000      |
|                     | Средняя годовая  | 0,197 | 0,911 | 0,933 | 0,000      |

| Примесь             | Концентрация     | $P(Q > 3)$ | $K_{90}$ | $K_{95}$ | $K_{99}$ |
|---------------------|------------------|------------|----------|----------|----------|
| Взвешенные вещества | Разовая          | 0,023      | 2,028    | 2,502    | 3,500    |
|                     | Средняя суточная | 0,002      | 1,578    | 1,840    | 2,385    |
|                     | Средняя месячная | 0,000      | 1,509    | 1,733    | 2,186    |
|                     | Средняя годовая  | 0,000      | 1,369    | 1,534    | 1,875    |
| Двуокись серы       | Разовая          | 0,026      | 2,058    | 2,551    | 3,592    |
|                     | Средняя суточная | 0,000      | 1,517    | 1,745    | 2,210    |
|                     | Средняя месячная | 0,000      | 1,372    | 1,539    | 1,884    |
|                     | Средняя годовая  | 0,000      | 1,227    | 1,335    | 1,567    |
| Окислы азота        | Разовая          | 0,040      | 2,226    | 2,822    | 4,121    |
|                     | Средняя суточная | 0,000      | 1,418    | 1,583    | 1,895    |
|                     | Средняя месячная | 0,000      | 1,306    | 1,426    | 1,652    |
|                     | Средняя годовая  | 0,000      | 1,194    | 1,270    | 1,412    |

Для общей оценки изменчивости уровня загрязнения воздуха в Харькове по данным наблюдений на стационарных постах за пять лет (1976—1980 гг.) рассчитаны функции распределения вероятностей разовых, средних суточных и средних месячных концентраций основных примесей (рис. 43). В качестве показателя загрязнения воздуха каждой примесью использованы относительные

Таблица 143

Средние относительные концентрации примесей при различных направлениях и скоростях ветра

| Примесь             | Скорость ветра, м/с | С    | СВ   | В    | ЮВ   | Ю    | ЮЗ   | З    | СЗ   | При всех направлениях |
|---------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------|
| Взвешенные вещества | 0—1                 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 1,13                  |
|                     | 2—3                 | 1,14 | 0,83 | 1,12 | 1,11 | 0,87 | 0,78 | 0,76 | 1,13 | 0,95                  |
|                     | 4—5                 | 0,71 | 0,87 | 1,01 | 1,22 | 1,20 | 1,04 | 0,96 | 0,98 | 0,97                  |
|                     | ≥6                  | 0,89 | 0,43 | 1,09 | 1,16 | 1,29 | 1,14 | 0,98 | 0,83 | 1,03                  |
|                     | При всех скоростях  | 0,86 | 0,75 | 1,06 | 1,16 | 1,10 | 0,98 | 0,91 | 0,98 | 1,00                  |
| Двуокись серы       | 0—1                 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 1,32                  |
|                     | 2—3                 | 1,05 | 0,96 | 1,30 | 1,24 | 1,13 | 0,88 | 1,09 | 1,16 | 1,11                  |
|                     | 4—5                 | 0,67 | 0,56 | 0,87 | 1,50 | 1,17 | 1,22 | 1,03 | 0,81 | 0,94                  |
|                     | ≥6                  | 1,03 | 0,65 | 0,88 | 0,70 | 1,35 | 1,03 | 0,75 | 0,13 | 0,86                  |
|                     | При всех скоростях  | 0,85 | 0,72 | 0,98 | 1,15 | 1,18 | 1,02 | 0,95 | 0,71 | 1,00                  |
| Оксиды азота        | 0—1                 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 1,16                  |
|                     | 2—3                 | 1,21 | 1,02 | 1,28 | 1,08 | 0,79 | 1,08 | 1,38 | 1,14 | 1,11                  |
|                     | 4—5                 | 1,00 | 0,47 | 1,10 | 1,20 | 0,83 | 0,88 | 0,91 | 1,19 | 0,95                  |
|                     | ≥6                  | 1,31 | 0,59 | 0,72 | 1,08 | 0,91 | 1,02 | 0,98 | 0,60 | 0,90                  |
|                     | При всех скоростях  | 1,12 | 0,68 | 0,98 | 1,12 | 0,83 | 1,00 | 1,04 | 1,04 | 1,00                  |

концентрации  $Q$ , равные отношению рассматриваемых концентраций к своей средней по всему массиву исходных данных, использованных при расчете функций распределения. В табл. 142 приведены наиболее важные характеристики этих распределений [31]: коэффициент вариации ( $Cv$ ), положение центров группирования моды ( $Mo$ ) и медианы ( $Me$ ), вероятности ( $P$ ) превышения двух и трех средних значений, а также 90, 95 и 99 процентиля

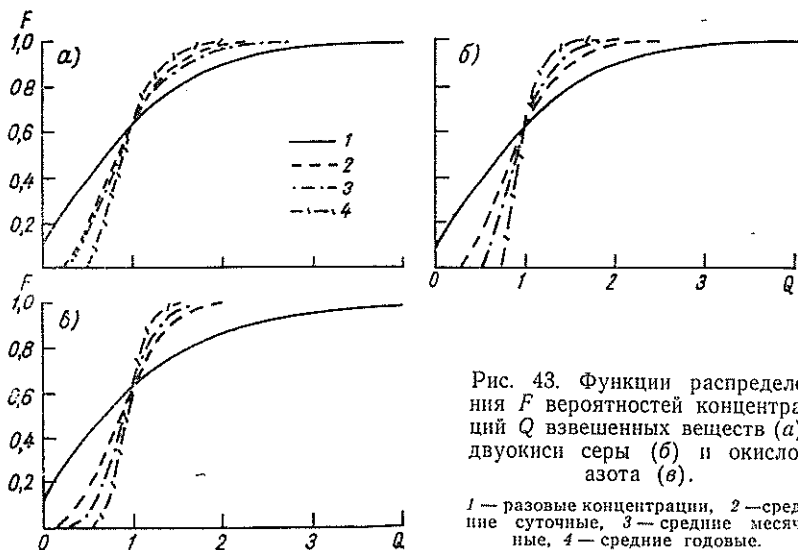


Рис. 43. Функции распределения  $F$  вероятностей концентраций  $Q$  взвешенных веществ (а), двуокиси серы (б) и окислов азота (в).

1 — разовые концентрации, 2 — средние суточные, 3 — средние месячные, 4 — средние годовые.

( $K_{90}$ ,  $K_{95}$  и  $K_{99}$ ), т. е. такие значения относительных концентраций, которые могут быть превышены соответственно только в 10, 5 и 1 % случаев.

О влиянии ветра на изменение уровня загрязнения воздуха можно судить по данным табл. 143, где приведены средние относительные концентрации примесей в центральной части города при различных направлениях и скоростях ветра.

## 10. ХАРАКТЕРИСТИКА БИОКЛИМАТА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Воздействие климатических факторов на организм человека проявляется прежде всего в его теплообмене с окружающей средой, который можно оценить при помощи метода теплового баланса.

Расчет составляющих теплового баланса тела человека для Харькова выполнен на основе методики Б. А. Айзенштата [63] по результатам наблюдений за 1971—1976 гг.

Рассматривались случаи при различных положениях тела человека (вертикальном, горизонтальном, согнутом) на открытом воздухе в состоянии покоя при скорости ветра 1 и 5 м/с, при ясном состоянии неба.

Общее уравнение теплового баланса тела человека, незащищенного одеждой, можно записать в следующем виде:

$$FLE = FR + FP + P_{\text{л}} - LE_{\text{л}} + q,$$

где  $FLE$  — затрата тепла на испарение пота;  $FR$  — радиационный баланс тела;  $FP$  — теплообмен между телом и окружающим воздухом путем конвекции;  $P_{\text{л}}$  — теплообмен между поверхностью дыхательных путей и воздухом;  $LE_{\text{л}}$  — затрата тепла на испарение влаги с поверхности дыхательных путей;  $q$  — теплопродукция организма (при состоянии покоя  $q=93$  Вт);  $F$  — площадь тела, принимающая участие в процессах теплообмена,  $F=1,5$  м<sup>2</sup>.

Из уравнения следует, что  $FLE$  является интегральным показателем тепловой нагрузки на организм человека, состоящей из внешних поступлений тепла, а также тепла, которое организм вырабатывает самостоятельно.

Важной характеристикой теплового состояния является радиационный баланс ( $FR$ ), который складается из коротковолнового ( $FR_{\text{к}}$ ) и длинноволнового ( $FR_{\text{д}}$ ) балансов;  $FR_{\text{к}}$  характеризуется лишь положительными значениями, а  $FR_{\text{д}}$  — отрицательными, что указывает на теплопотери организма за счет процессов излучения.

В течение года в Харькове отмечаются значительные колебания  $FR_{\text{к}}$  (табл. 144). Максимальные значения  $FR_{\text{к}}$  (422 Вт) отмечаются в феврале, а минимальные (267 Вт) — в ноябре, когда снижается приход солнечной радиации. Длинноволновый баланс тела человека  $FR_{\text{д}}$  в значительной степени зависит от температуры воздуха, температуры поверхности почвы и определяет теплопотери организма в результате лучистого теплообмена. Длинноволновый баланс  $FR_{\text{д}}$  имеет также хорошо выраженный годовой ход. Максимум  $FR_{\text{д}}$  (—390 Вт) наблюдается в январе, минимум (—48 Вт) — в июле.

Значения  $FR$ , рассчитанные на всю поверхность тела, совместно с теплопродукцией человека определяют все остальные компоненты баланса, а также условия тепло- и влагообмена человека с окружающей средой. В июне—августе днем (13 ч)  $FR$  достигает значений, которые существенно выше каждого из остальных

Таблица 144

Составляющие теплового баланса тела человека (Вт), находящегося в состоянии покоя, при различном положении тела. 13 ч

| Месяц                  | Скорость ветра 1 м/с |        |       |        |       |        |     |        |          |       | Скорость ветра 5 м/с |         |          |       |
|------------------------|----------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-----|--------|----------|-------|----------------------|---------|----------|-------|
|                        | $FR_K$               | $FR_D$ | $FR$  | $FP$   | $P_d$ | $LE_d$ | $q$ | $FLE$  | $FE$ г/ч | $M$ % | $FP$                 | $FLE$   | $FE$ г/ч | $M$ % |
| Вертикальное положение |                      |        |       |        |       |        |     |        |          |       |                      |         |          |       |
| I                      | 337,9                | -389,6 | -51,7 | -890,9 | -7,6  | 12,5   | 93  | -869,9 | -1289,6  | —     | -2147,8              | -2126,8 | -3153,0  | —     |
| II                     | 421,7                | -369,7 | 52,0  | -802,4 | -6,9  | 12,5   | 93  | -676,6 | -1003,1  | —     | -1934,5              | -1808,7 | -2681,4  | —     |
| III                    | 377,2                | -286,1 | 91,1  | -621,0 | -5,4  | 11,9   | 93  | -454,0 | -673,0   | —     | -1497,1              | -1330,1 | -1971,8  | —     |
| IV                     | 345,2                | -171,8 | 173,4 | -338,6 | -3,1  | 11,3   | 93  | -86,1  | -127,6   | —     | -816,3               | -563,8  | -835,8   | —     |
| V                      | 335,5                | -115,3 | 220,2 | -239,3 | -2,3  | 11,0   | 93  | 61,2   | 90,7     | 5,0   | -576,8               | -276,4  | -409,7   | —     |
| VI                     | 330,6                | -54,2  | 276,4 | -168,3 | -1,6  | 10,4   | 93  | 189,8  | 281,3    | 16,9  | -405,8               | -47,7   | -70,8    | —     |
| VII                    | 324,1                | -48,1  | 275,4 | -136,5 | -1,4  | 9,1    | 93  | 222,0  | 329,2    | 22,0  | -329,2               | 29,4    | 43,6     | 2,8   |
| VIII                   | 334,7                | -69,8  | 264,9 | -162,4 | -1,6  | 10,2   | 93  | 184,2  | 273,1    | 16,3  | -391,2               | -44,8   | -66,3    | —     |
| IX                     | 344,6                | -144,2 | 200,4 | -250,7 | -2,4  | 10,8   | 93  | 30,1   | 44,6     | 2,6   | -604,4               | -323,6  | -479,7   | —     |
| X                      | 316,8                | -232,6 | 84,2  | -457,6 | -4,1  | 11,2   | 93  | -295,4 | -438,0   | —     | -1103,2              | -941,0  | -1395,0  | —     |
| XI                     | 266,8                | -299,5 | -32,7 | -560,9 | -4,9  | 11,6   | 93  | -517,1 | -766,6   | —     | -1352,3              | -1308,5 | -1939,8  | —     |
| XII                    | 326,4                | -367,3 | -40,9 | -798,5 | -6,9  | 12,4   | 93  | -765,8 | -1135,4  | —     | -1925,2              | -1892,5 | -2805,6  | —     |
| Согнутое положение     |                      |        |       |        |       |        |     |        |          |       |                      |         |          |       |
| I                      | 303,6                | -389,6 | -86,0 | -890,9 | -7,6  | 12,5   | 93  | -904,2 | -1340,5  | —     | -2147,8              | -2161,1 | -3203,9  | —     |
| II                     | 393,7                | -369,7 | 24,0  | -802,4 | -6,9  | 12,5   | 93  | -704,7 | -1044,7  | —     | -1934,5              | -1836,8 | -2723,0  | —     |
| III                    | 368,3                | -286,1 | 82,2  | -621,0 | -5,4  | 11,9   | 93  | -462,9 | -686,2   | —     | -1497,1              | -1339,0 | -1985,0  | —     |
| IV                     | 363,0                | -171,8 | 191,2 | -338,6 | -3,1  | 11,3   | 93  | -68,3  | -101,2   | —     | -816,3               | -546,0  | -809,4   | —     |
| V                      | 380,6                | -115,3 | 265,3 | -239,3 | -2,3  | 11,0   | 93  | 106,5  | 157,8    | 8,7   | -576,8               | -231,1  | -342,6   | —     |
| VI                     | 392,4                | -54,2  | 338,2 | -168,3 | -1,6  | 10,4   | 93  | 251,8  | 373,2    | 22,3  | -405,8               | 14,3    | 21,2     | 3,2   |
| VII                    | 379,1                | -48,7  | 330,4 | -136,5 | -1,4  | 9,1    | 93  | 277,1  | 410,9    | 27,4  | -329,2               | 29,4    | 43,6     | 2,8   |
| VIII                   | 369,5                | -69,8  | 299,7 | -162,4 | -1,6  | 10,2   | 93  | 219,1  | 324,9    | 19,4  | -391,2               | -9,8    | -14,3    | —     |
| IX                     | 347,7                | -144,2 | 203,5 | -250,7 | -2,4  | 10,8   | 93  | 33,2   | 49,3     | 2,9   | -604,4               | -320,5  | -475,1   | —     |
| X                      | 295,7                | -232,6 | 63,1  | -457,6 | -4,1  | 11,2   | 93  | -316,6 | -469,4   | —     | -1103,2              | -962,2  | -1426,4  | —     |
| XI                     | 239,9                | -299,5 | -59,6 | -560,9 | -4,9  | 11,6   | 93  | -544,1 | -806,6   | —     | -1352,3              | -1335,5 | -1979,8  | —     |
| XII                    | 292,9                | -367,3 | -74,4 | -798,5 | -6,9  | 12,4   | 93  | -799,4 | -1185,1  | —     | -1925,2              | -1926,0 | -2855,3  | —     |

членов теплового баланса. Радиационный баланс  $FR$  с февраля по октябрь имеет положительные значения, а в ноябре—январе — отрицательные.

В летние месяцы в городе отмечаются повышенные тепловые нагрузки на организм человека, которые обусловлены большим притоком солнечной радиации на фоне высоких температур воздуха. Максимум радиационного баланса тела человека (275—276 Вт) наблюдается в июне—июле, а минимум (—52 Вт) — в январе.

Важную роль в формировании теплового режима человека играет турбулентный теплообмен тела ( $FP$ ) с окружающей средой. Интенсивность  $FP$  в основном зависит от скорости ветра и разности между температурой тела и температурой воздуха.

Летом средняя температура воздуха за рассматриваемый период не превышала температуры поверхности тела, значения  $FP$  отрицательны, что характеризует режим потери тепла путем турбулентного обмена.

В январе в 13 ч отмечаются максимальные значения  $FP$  (—891 Вт), которые в 20 раз превышают радиационные потери тепла. С повышением температуры воздуха значения  $FP$  уменьшаются и достигают минимума (—137 Вт) в июле. Средняя температура кожи человека, находящегося в состоянии теплового комфорта, равна 33,0 °С. Следовательно, при температуре воздуха, близкой к 33,0 °С, значения  $FP$  приближаются к нулю, а при 33,0 °С теплообмен между телом человека и окружающим воздухом практически отсутствует.

Теплообмен дыхательных путей как за счет прямой отдачи тепла ( $P_{дл}$ ), так и путем испарения ( $LE_{дл}$ ) изменяется незначительно, имея небольшие абсолютные значения. Причем наименьшей из всех составляющих теплового баланса является  $P_{дл}$ . Наибольшие значения  $P_{дл}$  (—8 Вт) отмечаются в зимние месяцы, наименьшие (1—2 Вт) — в летние.

С помощью затрат тепла на испарение влаги с поверхности тела ( $FLE$ ) происходит терморегулирование теплового режима человека и отвод лишнего количества тепла. Значения  $FLE$  летом принято считать положительными, когда они характеризуют расход тепла, а в холодный период года — отрицательными. В это время охлаждение организма за счет испарения приводит уже к его переохлаждению, которое не компенсируется притоком тепла. Чтобы избежать этого, используют различные виды одежды и прибегают к повышению физической нагрузки на организм человека. Например, в наиболее холодном месяце — январе — теплотери составляют —870 Вт. В декабре и феврале также отмечаются большие теплотери, соответствующие ощущению «очень холодно». В марте—апреле при скорости ветра 1 м/с потери тепла уже уменьшаются в 5 раз, а при скорости ветра 5 м/с — в 3 раза. Начиная с мая и по сентябрь в городе приток тепла к телу человека превышает теплотери, вследствие чего организм начинает испытывать тепловые нагрузки различной интенсивности. Летом для условий Харькова при сухой и жаркой погоде

затраты тепла на испарение влаги могут превышать радиационный баланс. Показатели  $FLE$  и  $FE$  используются для оценок тепловых нагрузок на организм и величин теплотерьер.

Другой характеристикой теплового состояния человека служит показатель напряженности терморегуляторной системы ( $M$ ), выражающий отношение фактической величины испарения пота к максимально возможной. Значения  $M$  в пределах от 5 до 12 % определяют условия теплового комфорта [63]. Фактор  $M$  чувствителен к изменениям скорости ветра. С ростом скорости ветра он убывает. Оптимальные тепловые нагрузки (5 %) отмечаются в мае. С мая по сентябрь преобладают слабые и умеренные тепловые нагрузки, при которых  $FE \leq 500$  г/ч, а  $M$  при скорости ветра 1 м/с изменяется от 3 до 22 %. Наибольшие тепловые нагрузки бывают в июне. При скорости ветра 1 м/с  $FE$  составляет 329 г/ч. Комфортное состояние организма человека летом в городе при скорости ветра 1 м/с наступает при температуре воздуха 21,0—24,0 °С. С ростом скорости ветра, как уже отмечалось,  $M$  уменьшается и состояние теплового комфорта может наблюдаться при более высоких температурах. Так, при скорости ветра 5 м/с тепловой комфорт наступает при температуре воздуха более 28,0 °С и влажности 11,0—13,0 гПа. В сентябре тепловые нагрузки несколько меньше, чем в мае, и поэтому довольно часто отмечаются условия теплового комфорта. А при увеличении скорости ветра до 5 м/с наблюдаются уже потери тепла, соответствующие ощущению «умеренно холодно», при котором возникает необходимость в демисезонной одежде. Октябрь и ноябрь характеризуются умеренными потерями тепла организмом человека, причем в ноябре теплотерьеры увеличиваются почти в два раза по сравнению с октябрем.

Харьков — один из самых крупных промышленных городов Украины, поэтому проблема отдыха трудящихся в городских и пригородных условиях имеет большое практическое значение.

Одним из самых распространенных видов отдыха горожан является отдых на пляже. Прием солнечных и воздушных ванн в сочетании с купаниями способствует улучшению обмена веществ, поднимает жизненный тонус, повышает сопротивляемость организма к различного рода заболеваниям. Для правильного проведения и дозирования гелиотерапевтических процедур необходим учет теплового состояния человека. Наибольшее потоотделение, характеризующее наиболее высокую тепловую нагрузку, происходит при приеме солнечных ванн (табл. 145). Величина  $FE$  при скорости ветра 1 м/с в июле достигает 639 г/ч, а фактор  $M$  равен 61 %, т. е. создаются условия перегрева организма. Объясняется это тем, что у лежащего человека в испарении пота может принимать участие не вся поверхность тела  $F$ , а лишь ее часть ( $0,7F$ ). При скорости ветра 5 м/с тепловые нагрузки заметно снижаются и достигают оптимальных значений при температуре воздуха более 22,0 °С. Тепловые нагрузки на организм человека при гелиотерапии можно снизить, применяя экраны различной конструкции.

Таблица 145

Характеристики теплового состояния человека (Вт) при приеме солнечных, воздушных и солнечно-воздушных ванн

| Месяц                         | $FR$  | $0,7FP_1$ | $P_{\lambda}$ | $LE_{\lambda}$ | $0,3FB_1$ | $q$ | $0,7FLE_1$ | $FE_{\Gamma}/ч$ | $M \%$ |
|-------------------------------|-------|-----------|---------------|----------------|-----------|-----|------------|-----------------|--------|
| Скорость ветра 1 м/с          |       |           |               |                |           |     |            |                 |        |
| Прием солнечных ванн          |       |           |               |                |           |     |            |                 |        |
| VI                            | 321,9 | -117,8    | -1,6          | 10,4           | -12,4     | 93  | 272,6      | 577,3           | 49,1   |
| VII                           | 324,7 | -95,6     | -1,4          | 9,1            | -10,1     | 93  | 301,6      | 638,7           | 61,1   |
| VIII                          | 280,6 | -113,6    | -1,6          | 10,2           | -12,0     | 93  | 236,2      | 500,1           | 42,7   |
| Прием воздушных ванн          |       |           |               |                |           |     |            |                 |        |
| VI                            | 36,2  | -117,8    | -1,6          | 10,4           | -12,4     | 93  | -13,1      | -27,8           | —      |
| VII                           | 46,5  | -95,6     | -1,4          | 9,1            | -10,1     | 93  | 23,4       | 49,5            | 7,7    |
| VIII                          | 32,7  | -113,6    | -1,6          | 10,2           | -12,0     | 93  | -11,9      | -25,1           | —      |
| Прием солнечно-воздушных ванн |       |           |               |                |           |     |            |                 |        |
| VI                            | 92,6  | -117,8    | -1,6          | 10,4           | -12,4     | 93  | 43,6       | 92,3            | 10,0   |
| VII                           | 102,8 | -95,6     | -1,4          | 9,1            | -10,1     | 93  | 79,5       | 168,5           | 16,3   |
| VIII                          | 82,5  | -113,6    | -1,6          | 10,2           | -12,0     | 93  | 38,0       | 80,5            | 8,8    |
| Скорость ветра 5 м/с          |       |           |               |                |           |     |            |                 |        |
| Прием солнечных ванн          |       |           |               |                |           |     |            |                 |        |
| VI                            | 321,9 | -284,0    | -1,6          | 10,4           | -12,4     | 93  | 106,3      | 255,2           | 9,1    |
| VII                           | 324,7 | -230,5    | -1,4          | 9,1            | -10,1     | 93  | 166,6      | 353,0           | 14,0   |
| VIII                          | 280,6 | -273,9    | -1,6          | 10,2           | -12,0     | 93  | 75,7       | 160,3           | 7,4    |
| Прием воздушных ванн          |       |           |               |                |           |     |            |                 |        |
| VI                            | 32,0  | -284,0    | -1,6          | 10,4           | -12,4     | 93  | -183,6     | -388,9          | —      |
| VII                           | 42,2  | -230,5    | -1,4          | 9,1            | -10,1     | 93  | -115,8     | -245,3          | —      |
| VIII                          | 28,8  | -273,9    | -1,6          | 10,2           | -12,0     | 93  | -175,8     | -372,5          | —      |
| Прием солнечно-воздушных ванн |       |           |               |                |           |     |            |                 |        |
| VI                            | 92,6  | -284,0    | -1,6          | 10,4           | -12,4     | 93  | -122,7     | -259,8          | —      |
| VII                           | 102,8 | -230,5    | -1,4          | 9,1            | -10,1     | 93  | -55,4      | -117,2          | —      |
| VIII                          | 82,5  | -273,9    | -1,6          | 10,2           | -12,0     | 93  | -122,2     | -259,0          | —      |

Примечание. Характеристики  $0,7FP_1$ ,  $0,3FB_1$  и  $0,7LE_1$  относятся только к условиям горизонтального положения тела.



Так, при приеме воздушных ванн, когда тело лежащего человека защищено от солнечных лучей сплошным экраном, величина потоотделения, а также напряжение терморегуляторной системы в несколько раз меньше, чем при приеме солнечных ванн. Затенение человека существенно уменьшает тепловые нагрузки. Условия теплоощущения близки к комфортным. Например, в июле при скорости ветра 1 м/с  $FE$  равно 50 г/ч, а  $M = 7,7\%$ . Применение перфорированного или жалюзийного экрана способствует некоторому увеличению потоотделения по сравнению с условиями приема воздушных ванн. При приеме солнечно-воздушных ванн в июле отмечаются слабые тепловые нагрузки, а в июне и августе — условия теплового комфорта. При температуре ниже  $22,0^{\circ}\text{C}$  и скорости ветра 1 м/с и более прием солнечно-воздушных ванн не рекомендуется в виду того, что организм человека испытывает тепловой дискомфорт.

## 11. ИЗМЕНЕНИЯ И КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА

За последний миллион лет изменения климата обусловили чередование ледниковых и межледниковых эпох, продолжительность которых составляла 70—120 тыс. лет. На фоне длительных изменений климата наблюдаются колебания его с периодами в несколько столетий и десятилетий.

В настоящем веке также отмечаются изменения климата. Эти изменения наиболее ярко прослеживаются в высоких широтах. В 20-е годы началось потепление Арктики. К 1940 г. средняя температура воздуха за год в северных районах Атлантики повысилась на 1,5—2 °С. В связи с этим на Евразийском континенте далеко на север продвинулась граница леса, в некоторых районах исчезла вечная мерзлота [7]. С 40-х годов температура воздуха северного полушария стала понижаться — началось вновь постепенное похолодание климата.

В последние два-три десятилетия в связи с интенсивным развитием промышленного производства на климатические условия планеты оказывает влияние хозяйственная деятельность человека. Существуют три главных фактора такого воздействия: увеличение содержания углекислого газа в атмосфере, рост производства энергии, потребляемой человеком, и изменение концентрации аэрозоля.

Исследования показали, что воздействие первых двух факторов может привести к развитию глобального потепления. Влияние третьего — еще более сложное. В последние 50 лет отмечается заметное снижение притока солнечной радиации (на 5—10 %) вследствие загрязнения атмосферы. Однако уменьшение температуры воздуха при этом не наблюдается за счет возрастания примерно на такую же величину встречного, теплового излучения атмосферы. Имеются и другие гипотезы по этому вопросу [7].

Климатические условия в крупных промышленных городах заметно отличаются от окружающих территорий, а также от городов с меньшей площадью и менее развитой промышленностью. Так в ряде крупных городов Украины (Киев, Днепропетровск, Харьков, Ворошиловград) в последние годы по сравнению с началом столетия отмечено повышение температуры воздуха на 1,0—1,5 °С. Вместе с тем в городах с менее развитой промышленностью (Житомир, Одесса, Симферополь) повышение температуры незначительное (не более 0,5 °С).

При рассмотрении векового хода средней температуры воздуха в Харькове оказалось, что он подобен ходу температуры в других городах Украины, и вместе с тем имеет свои отличительные черты.

На рис. 44 представлен вековой ход средней годовой температуры воздуха за период 1900—1980 гг., а также осредненная его величина (тренд), характеризующая основную закономерность изменения температуры во времени. При расчете тренда исполь-

зовался полином 2-й степени, а его параметры определялись методом наименьших квадратов.

В Харькове, как и в большинстве районов Украины, самым холодным был 1928 г., средняя температура которого почти на  $3^{\circ}\text{C}$  была ниже многолетней. Ниже нормы на  $1^{\circ}\text{C}$  и более отмечалась она в 1912 ( $5,1^{\circ}\text{C}$ ), 1908, 1956, ( $5,4^{\circ}\text{C}$ ), 1976 ( $5,5^{\circ}\text{C}$ ), 1929, 1945 гг. ( $5,8^{\circ}\text{C}$ ).

Самым теплым был период с 1965 по 1975 г., а в 1966 г. наблюдалась наиболее высокая температура ( $9,8^{\circ}\text{C}$ ). Выше нормы

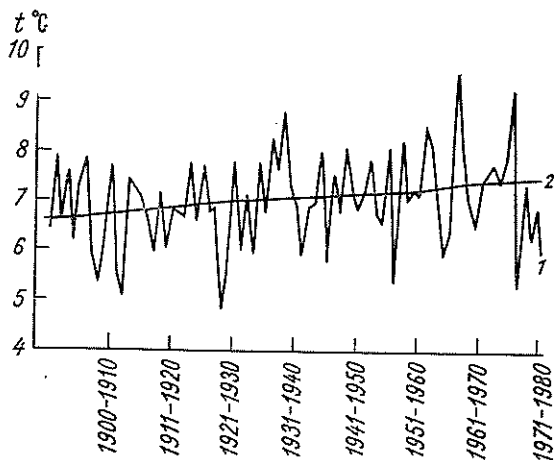


Рис. 44. Средняя температура воздуха  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ).  
Год.

1 — фактический ход, 2 — вековой ход (тренд).

была температура в 1938 г. ( $8,9^{\circ}\text{C}$ ), 1961 ( $8,6^{\circ}\text{C}$ ), 1975 ( $8,4^{\circ}\text{C}$ ), 1936, 1957 гг. ( $8,3^{\circ}\text{C}$ ).

Таким образом, годовая температура воздуха (по тренду) повысилась на  $1^{\circ}\text{C}$  по сравнению с началом века. Из года в год колебание средней температуры воздуха в отдельные сезоны значительнее, чем за год. Для уменьшения случайных отклонений и определения общей закономерности изменения температуры были рассчитаны скользящие пятилетние средние, а затем по этим данным — тренд. Из данных, приведенных на рис. 45 видно, что и после осреднения колебания средней сезонной температуры весьма велики.

Преобладающий ход температуры (тренд) летом и осенью наиболее близок. В начале столетия (около двух десятилетий) в эти сезоны отмечалось понижение температуры воздуха. В последующие годы (вплоть до 70-х годов) температура (по тренду) медленно повышалась. В последнее десятилетие вновь наметилось понижение температуры. За рассматриваемый период летом температура воздуха повысилась на  $1,2^{\circ}\text{C}$ , а осенью на  $0,9^{\circ}\text{C}$ .

Зимой и весной преобладающий ход температуры, противоположен летнему и осеннему. В эти сезоны отклонения температуры

относительно нормы существенно больше, чем летом и осенью. Особенно велики отклонения в последние 30 лет. В это время отмечались экстремальные (максимальная и минимальная) температуры. За 80-летний период зимой температура воздуха по тренду повысилась на  $0,7^{\circ}\text{C}$  и весной на  $1,2^{\circ}\text{C}$ .

На рис. 46 представлен вековой ход количества осадков за год. От года к году режим увлажнения существенно менялся.

Наиболее влажными были 1941 (824 мм), 1919 (798 мм), 1960 (700 мм) и 1903 гг. (678 мм), когда сумма осадков превышала норму на 30—60%. Наряду с этим были годы с количеством осадков ниже нормы: 1962 (314 мм), 1957 (326 мм), 1921 (338 мм), 1905 (344 мм), 1923 гг. (350 мм). По сравнению с началом столетия сумма осадков уменьшилась на 10%.

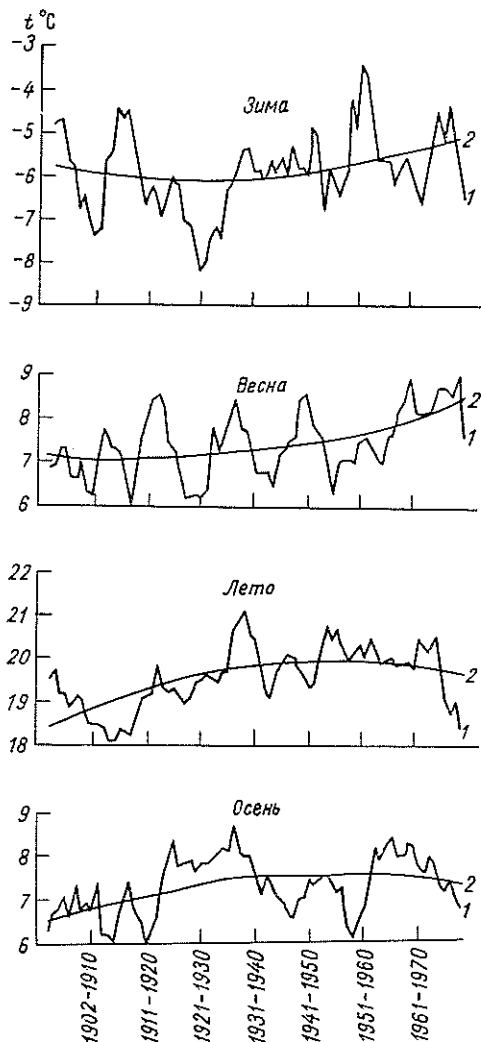


Рис. 45. Средняя температура  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) в отдельные сезоны.

1 — скользящие 5-летние средние, 2 — вековой ход (тренд), рассчитанный по данным скользящих пятилетий.

На рис. 47 приведен многолетний ход сезонных сумм осадков, осредненных по скользящим пятилетиям, а также их тренд. Зима в Харькове характеризуется значительным колебанием осадков. Не только в отдельные годы, но и за целые периоды, количество осадков существенно отличается от нормы. Так, в 30-е годы в 7 годах из 10 отмечался пониженный режим увлажнения, а в 60-е в 7 годах из 10 осадки были выше нормы. Зимой 1969-70 г. наблюдался максимум осадков (241 мм). Среднее количество

осадков за десятилетие 1961—1970 гг. превысило норму почти в 1,5 раза. За 80-летний период зимой количество осадков увеличилось на 17 мм (6 % нормы).

Весной, начиная с 40-х годов, по сравнению с предыдущим периодом вековой ход осадков характеризуется незначительными колебаниями. Максимум и минимум осадков отмечались в 30-е годы.

За рассмотренный период весной количество осадков уменьшилось по сравнению с началом столетия примерно на 30 мм, что составляет 30 % нормы.

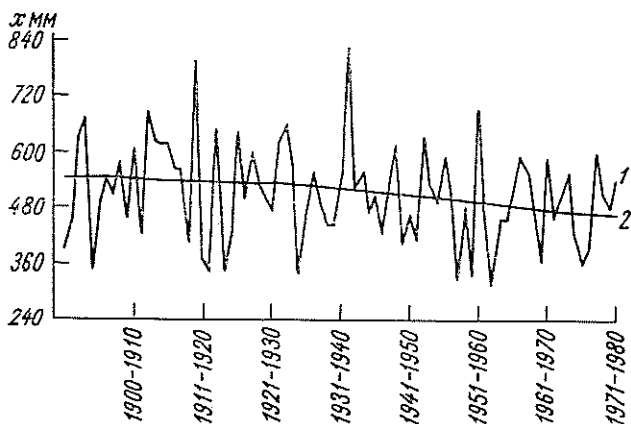


Рис. 46. Количество осадков  $x$  (мм). Год.

Усл. обозначения см. рис. 44.

Летом наблюдались также значительные колебания осадков, особенно в первой половине XX столетия. Амплитуда их в последние 30 лет несколько уменьшилась. Самым влажным был 1941 г. (388 мм), самым сухим 1959 г. (56 мм). К 80-м годам текущего столетия количество осадков уменьшилось (по тренду) на 25 мм (15 % нормы).

Таким образом, в Харькове по сравнению с началом столетия повышение температуры воздуха лишь зимой сопровождалось увеличением количества осадков, в остальные сезоны, а также в целом за год — их уменьшением.

Наряду с изменением температуры воздуха и режима увлажнения изменилась также продолжительность периода с температурой  $0^{\circ}\text{C}$  и ниже. Исследования показали, что в последний 20-летний период (1961—1980 гг.) наряду с повышением температуры сократилась продолжительность холодного периода на одну декаду. Уменьшение холодного периода и соответственно увеличение теплого произошло в основном за счет более позднего перехода через  $0^{\circ}\text{C}$  температуры осенью (на 6 дней) и более раннего весной (на 4 дня). Особенно значительное смещение дат перехода температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  отмечалось в 70-е годы.

Сравнивая изменения температуры воздуха в Харькове и в дру-

гих городах Украины, можно отметить, что общие закономерности хода температуры за год и по сезонам сохраняются. Что касается количества осадков, по сравнению с городами большей части центральных и южных районов Украины, в Харькове наблюдается их уменьшение.

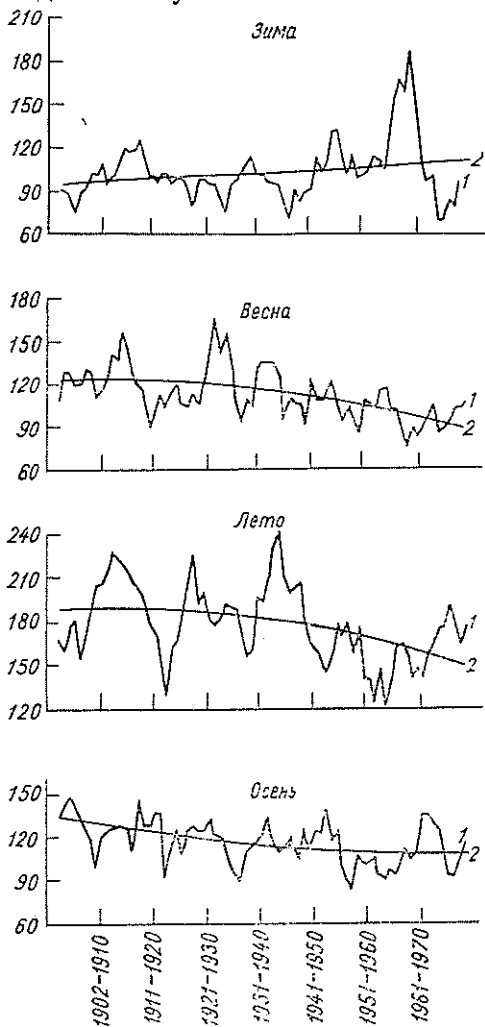


Рис. 47. Количество осадков  $x$  (мм) в отдельные сезоны.

Усл. обозначения см. рис. 45.

В литературе имеются ориентировочные сведения об изменении климата в ближайшем будущем на Европейской части СССР, в том числе на Украине. Используя эти сведения, можно отметить, что в восточных районах Украины к 1990 г. предполагается дальнейшее, хотя и незначительное, повышение температуры воздуха, которое возможно будет сопровождаться некоторым уменьшением количества осадков [7].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматический атлас Украинской ССР. Под ред. С. А. Сапожниковой.— Киев: Урожай, 1964.— 37 с.
2. Агроклиматический справочник по Харьковской области.— Л.: Гидрометеонздат, 1957.— 179 с.
3. Айзенберг М. М., Штейнгольц Б. М. Гидрографические и морфометрические характеристики прудов УССР.— В кн.: Малые водоемы равнинных областей СССР и их использование. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 143—145.
4. Айзенберг М. М., Штейнгольц Б. М. Новые данные о речной и озерной сети Украинской ССР.— Сб. работ Киевской гидрометеорологической обсерватории. Киев, 1966, с. 105—118.
5. Андреева Г. К., Олейник В. В. Знакомьтесь — Харьков (путеводитель).— Харьков: Прапор, 1979.— 95 с.
6. Атлас составляющих теплового и водного баланса Украины.— Л.: Гидрометеонздат, 1966.— 170 с.
7. Будыко М. И. Климат в прошлом и будущем.— Л.: Гидрометеонздат, 1980.— 350 с.
8. Бучинский И. Е. Климат Украины.— Л.: Гидрометеонздат, 1960.— 130 с.
9. Глазачев Б. А. Зеленые насаждения на жилых территориях.— Киев: Будівельник, 1980.— 111 с.
10. Гук М. І., Половко І. К., Прихотько Г. Ф. Клімат Української РСР.— Київ: Радянська школа, 1958.— 72 с.
11. Демченко М. А. Гидрография Харьковской области.— Материалы Харьковского отдела Географического общества Украины, 1971, вып. 8, с. 51—65.
12. Дубинский Г. П. 60 лет Харьковской метеорологической обсерватории.— Метеорология и гидрология, 1951, вып. 7, с. 62—63.
13. Дубинский Г. П., Роль В. Н. Каразина в развитии отечественной метеорологии.— Труды геогр. фак. Харьковского гос. ун-та, 1952, т. 1, с. 71—77.
14. Дубинский Г. П. Метеорология и климатология в Харьковском университете.— Труды геогр. фак. Харьковского гос. ун-та, 1955, т. 2, с. 57—76.
15. Дубинский Г. П. Основные черты климата Харьковской области.— Материалы межведомственной науч. конф. Харьков: 1961, т. 2, с. 100—123.
16. Дубинский Г. П., Бабич А. Д. Особенности климата большого города как результат антропогенного воздействия (на примере г. Харькова).— Материалы региональной конференции «Антропогенные ландшафты центральных черноземных областей и прилегающих территорий». Воронеж, 1972, с. 76—77.
17. Дубинский Г. П., Бабич А. Д., Лотошникова А. И. Климат города Харькова.— Материалы Харьковского отдела Географического общества Украины, 1971, вып. 8, с. 42—50.
18. Дубинский Г. П., Ковалевская З. А. Буран в Харьковской области.— Человек и стихия, 1970, с. 40—41.
19. Дубинский Г. П., Ковалевская З. А., Сараев В. А. Учет неблагоприятных условий погоды в вопросах улучшения природной среды города.— Тезисы докладов респуб. науч. конф. «Проблемы охраны природы и рекреационной географии УССР». Харьков, 1979. 18 с.
20. Дубинский Г. П., Ковалевская З. А., Сидорец Н. М. Итоги и дальнейшие перспективы работы НИР при кафедре общей физикогеографии и картографии по изучению климатических особенностей Харьковской области.— В кн.: Научная конференция, посвященная 50-летию образования СССР. (Краткие тезисы.) Харьков, 1973, с. 57—62.
21. Дубинский Г. П., Кучерявый В. Г. Особенности климата большого города (на примере г. Харькова).— Материалы Харьковского отдела Географического общества СССР, 1964, вып. 2, с. 103—111.
22. Дубинский Г. П., Смальяк Я. А., Лотошникова А. И. Климат Харьковской области.— Материалы Харьковского отдела Географического общества Украины, 1971, вып. 8, с. 31—41.

23. Дубинский Г. П., Филоненко К. Т. Физико-географические условия территории Харьковской области и неотложные задачи по защите ее от дальнейшего загрязнения.— В кн.: Итоги и перспективы медико-географических исследований (материалы респ. конф. по мед. географии, сентябрь 1972, г. Полтава).— Киев: Здоровье, 173, с. 42—44.

24. Дубинский Г. П., Филоненко К. Т. Природная среда города — важный фактор жизнеобитания человека (на примере г. Харькова).— В кн.: Влияние местных природных условий на проектирование городов. (Доклады к конференции «Климат—город—человек».)— М.: Гидрометеониздат, 1974, с. 159—161.

25. Климат Киева/Под ред. Л. И. Сакали.— Л.: Гидрометеониздат, 1980.— 287 с.

26. Климат Украины/Под ред. Г. Ф. Прихотко, А. В. Ткаченко, В. Н. Бабиченко.— Л.: Гидрометеониздат, 1967.— 413 с.

27. Кобченко Ю. Ф., Ковалевская З. А., Римаан А. М. Особенности температурного режима Харьковской области.— Вестник Харьковского университета, № 184. Геология и география Левобережной Украины, вып. 10, 1979.— 78 с.

28. Кобышева Н. В. Косвенные расчеты климатических характеристик.— Л.: Гидрометеониздат, 1971.— 191 с.

29. Константинов А. Р. и др. Тепловой и водный режим Украины/А. Р. Константинов, Л. И. Сакали, Н. И. Гойса, Р. Н. Олейник.— Л.: Гидрометеониздат, 1966.— 592 с.

30. Копанев И. Д. Методы изучения снежного покрова.— Л.: Гидрометеониздат, 1971.— 226 с.

31. Коршенко Ф. В. Распределение концентраций примесей в воздушном бассейне Киева.— Труды УкрНИИ, 1980, вып. 180, с. 106—110.

32. Краткий агроклиматический справочник Украины/Под ред. К. Т. Логвинова.— Л.: Гидрометеониздат, 1976.— 256 с.

33. Крыжановская А. П. Средние многолетние пути и повторяемость циклонов и антициклонов.— Синоптический бюллетень. Северное полушарие. Приложение № 6.— Обнинск: ГМЦ и ВНИИГМИ—МЦД, 1977.— 58 с.

34. Лапшин В. И. Несколько климатических данных, относящихся к г. Харькову.— Зап. императорского Русского геогр. о-ва, 1851, кн. 5, с. 199—299.

35. Лапшин В. И. О климате Харьковской губернии.— Вестн. императорского геогр. о-ва, 1855, кн. 4, с. 141—166.

36. Лахно Е. С. Гієна сучасного міста.— Київ: Здоров'я, 1979.— 102 с.

37. Лебедев А. Н. Климат СССР. Вып. 1. Европейская территория СССР.— Л.: Гидрометеониздат, 1958.— 368 с.

38. Логвинов К. Т., Бабиченко В. Н., Кулаковская М. Ю. Опасные явления погоды на Украине.— Л.: Гидрометеониздат, 1972.— 236 с. (Труды УкрНИИГМИ. Вып. 110).

39. Методы климатологической обработки метеорологических наблюдений/Под ред. О. А. Дроздова.— Л.: Гидрометеониздат, 1957.— 492 с.

40. Микроклимат СССР/Под ред. И. А. Гольцберг.— Л.: Гидрометеониздат, 1967.— 284 с.

41. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений.— М.: Физматгиз, 1971.— 576 с.

42. Морозов Ю. И. Метеорологическая характеристика мая месяца в Харьковской губернии.— Харьковские губернские ведомости, 1864, № 59.

43. Морозов Ю. И. Исследование климата Харьковской губернии относительно ветров и температуры.— Харьковские губернские ведомости, 1867, № 36, 38—40 и 48—52.

44. Морозов Ю. И. О северном сиянии, виденном в г. Харькове.— Харьковские губернские ведомости, 1868, № 4.

45. Морозов Ю. И. О количестве атмосферных осадков в г. Харькове.— Труды науч. о-ва испытателей природы при Харьковском университете, 1880, т. 13, с. 89—91.

46. Морозов Ю. И. Зима в Харькове в 1884 г.— Харьковские губернские ведомости, 1885, № 4.



47. Низеньков Н. П. Предварительные методологические работы по сельскохозяйственной метеорологии на Харьковской сельскохозяйственной опытной станции.— Журнал опытной агрономии, 1913.
48. Педаев Д. К. Молния 11 мая 1902 г. в Харькове.— Метеорологический вестник, 1902, № 10.
49. Педаев Д. К. Матеріали до геофізичної характеристики України.— Труды Харківської метеорологічної обсерваторії, 1926, 1928, т. 4, вип. 2—3, с. 38—98.
50. Педаев Д. К. Обзор погоды в Харьковской губернии.— Труды метеоролог. сети Харьковского земства, 1908—1915.— 381 с.
51. Педаев Д. К. Движение весны.— Харьков, 1916, с. 122—123.
52. Педаев Д. К. Из материалов по климатологии Харькова.— В кн.: Опыт естеств. ист. путевождителя. Харьков, 1916, с. 201—224.
53. Педаев Д. К. Климат Харькова.— В кн.: По окрестностям Харькова, 1916, с. 225—226.
54. Педаев Д. К. Климат Харьковщины.— В кн.: Природа и население Слободской Украины. Харьков, 1918, с. 36—53.
55. Педаев Д. К. Сколько у нас выпадает дождей?— Харьков, 1918, с. 67—68.
56. Педаев Д. К. Труды Харьковской метеорологической обсерватории.— Аэрологические наблюдения за 1912—1926 гг. Температура воздуха за 1911—1924 гг. Осадки за 1892—1926 гг.— 296 с.
57. Пивоварова З. И. Характеристика радиационного режима на территории СССР применительно к запросам строительства.— Л.: Гидрометеониздат, 1973.— 128 с. (Труды ГГО. Вып. 321).
58. Пильчиков Н. Д. Станция метеорологическая при Харьковском университете. Результаты наблюдений за 1892 г.— Метеорологический вестник, 1894.— 151 с.
59. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. ГОСТ 17.2.3.01-77.— М.: Стандарты, 1978.— 4 с.
60. Природные и трудовые ресурсы Левобережной Украины и их использование.— Третья межведомственная научная конференция, 27—30 ноября 1967 г. Тезисы докладов. Харьков, 1967, вып. 4.— 186 с.
61. Прох Л. З. Исследование ураганов, бурь, смерчей и шквалов Украины.— Обнинск: ВНИИГМИ—МЦД, 1979, № 32.— 177 с.
62. Прох Л. З., Башкирова Л. Е., Игнатенко М. И. Буран на Украине в январе 1970 г.— Киев, 1971.— 88 с.
63. Рекомендации по описанию климата большого города. Ч. 4. Показатели состояния человека и характера биоклимата городской среды.— Л., изд. ГГО, 1978.— 66 с.
64. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрометеорологическая изученность. Т. 7. Донской район.— Л.: Гидрометеониздат, 1964.— 267 с.
65. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 3. Бассейн Северского Донца и реки Приазовья.— Л.: Гидрометеониздат, 1967.— 492 с.
66. Римап А. М. В. Н. Карзин и метеорология.— Вестник Харьковского университета, 1981, № 212, с. 74—75.
67. Справочник по климату СССР. Вып. 10, ч. 1.— Киев, 1971.— 960 с.
68. Справочник по климату СССР. Вып. 10. Ч. 1—5.— Л.: Гидрометеониздат, 1966—1969.— 643 с.
69. Справочник по климату СССР. Гололедно-изморозевые явления и обледенение проводов. Вып. 10.— Киев, 1973.— 570 с.
70. Харьков. Справочная книга.— Харьков: Прапор, 1980.— 295 с.
71. Хромов С. П., Мамонтова Л. И. Метеорологический словарь.— Л.: Гидрометеониздат, 1974.— 568 с.
72. Шверц А. А. Атмосферные осадки на территории СССР.— Л.: Гидрометеониздат, 1976.— 302 с.
73. Шелейховский Г. В. Микроклимат южных городов.— М., 1948.— 119 с.
74. Штарева А. П. Оценка микроклимата и его мелиорации на территории города. (Обзор.)— Обнинск, 1978.— 41 с.
75. Щербань М. И. Микроклиматология.— Киев, 1968.— 211 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Средняя, минимальная и максимальная температура воздуха. Харьков, АМСГ (1935—1980 гг.)

| Число месяца | Средняя суточная |      |         |          |                 |       | Минимальная     |      |         |          |                  |       | Максимальная     |       |         |          |                 |      |
|--------------|------------------|------|---------|----------|-----------------|-------|-----------------|------|---------|----------|------------------|-------|------------------|-------|---------|----------|-----------------|------|
|              | наиболее высокая | год  | средняя | $\sigma$ | наиболее низкая | год   | наиболее низкая | год  | средняя | $\sigma$ | наиболее высокая | год   | наиболее высокая | год   | средняя | $\sigma$ | наиболее низкая | год  |
| Январь       |                  |      |         |          |                 |       |                 |      |         |          |                  |       |                  |       |         |          |                 |      |
| 1            | 4,8              | 1971 | -5,5    | 6,8      | -22,7           | 1970  | -26,3           | 1970 | -8,5    | 7,9      | 1,0              | 1965  | 11,0             | 1971  | -3,2    | 6,0      | -17,0           | 1970 |
| 2            | 4,9              | 1965 | -5,9    | 6,8      | -21,4           | 1963  | -24,8           | 1963 | -8,8    | 7,9      | 3,5              | 1965  | 9,2              | 1971  | -3,2    | 6,7      | -16,6           | 1963 |
| 3            | 5,2              | 1935 | -6,4    | 7,2      | -24,8           | 1947  | -26,6           | 1947 | -9,0    | 8,0      | 4,3              | 1965  | 6,2              | 1965  | -3,7    | 6,7      | -20,5           | 1947 |
| 4            | 4,2              | 1935 | -6,3    | 6,9      | -25,6           | 1947  | -28,5           | 1947 | -8,8    | 7,9      | 2,2              | 1953  | 6,3              | 1961  | -4,1    | 6,5      | -22,0           | 1947 |
| 5            | 2,8              | 1952 | -6,2    | 6,0      | -26,8           | 1935  | -28,9           | 1935 | -9,8    | 7,4      | 0,9              | 1952, | 4,8              | 1968  | -3,2    | 5,2      | -15,1           | 1947 |
| 6            | 1,6              | 1956 | -6,3    | 5,6      | -29,2           | 1935  | -31,0           | 1935 | -9,2    | 6,5      | 0,5              | 1966  | 6,0              | 1975  | -3,3    | 5,1      | -14,4           | 1979 |
| 7            | 5,7              | 1975 | -7,1    | 6,7      | -26,8           | 1935  | -29,6           | 1935 | -10,1   | 7,8      | 4,4              | 1975  | 7,0              | 1975  | -3,8    | 5,6      | -21,3           | 1979 |
| 8            | 1,8              | 1967 | -7,2    | 6,6      | -27,1           | 1935  | -31,4           | 1935 | -10,6   | 7,8      | 0,8              | 1970  | 4,4              | 1975  | -4,0    | 5,7      | -21,7           | 1940 |
| 9            | 5,0              | 1948 | -7,2    | 7,0      | -31,4           | 1940  | -34,6           | 1940 | -11,0   | 7,5      | 1,3              | 1948  | 7,5              | 1948  | -4,2    | 6,6      | -27,2           | 1940 |
| 10           | 1,9              | 1948 | -7,6    | 7,0      | -32,7           | 1940  | -35,6           | 1940 | -10,8   | 7,7      | 0,4              | 1961  | 7,9              | 1948  | -4,8    | 6,9      | -30,3           | 1940 |
| 11           | 1,7              | 1955 | -7,0    | 7,0      | -28,5           | 1950  | -34,8           | 1940 | -10,1   | 8,0      | 0,9              | 1939  | 3,0              | 1955  | -4,0    | 6,1      | -25,0           | 1950 |
| 12           | 3,9              | 1952 | -7,1    | 6,0      | -18,6           | 1940  | -27,3           | 1950 | -11,2   | 7,0      | 1,6              | 1952  | 5,0              | 1952, | -3,8    | 5,4      | -15,3           | 1940 |
| 13           | 3,7              | 1955 | -7,4    | 6,9      | -24,0           | 1972  | -25,5           | 1972 | -11,2   | 7,0      | 1,2              | 1961  | 7,4              | 1955  | -4,1    | 6,2      | -21,8           | 1972 |
| 14           | 1,3              | 1961 | -7,7    | 6,7      | -22,4           | 1954, | -26,7           | 1950 | -10,8   | 7,6      | 0,6              | 1960  | 7,1              | 1955  | -4,6    | 5,9      | -17,3           | 1954 |
| 15           | 1,8              | 1955 | -7,6    | 6,0      | -22,2           | 1954  | -26,5           | 1954 | -10,6   | 6,9      | 0,9              | 1948  | 4,4              | 1955  | -4,6    | 5,6      | -18,1           | 1954 |
| 16           | 0,9              | 1952 | -8,0    | 6,2      | -21,9           | 1972  | -25,8           | 1954 | -11,2   | 7,4      | 0,1              | 1970  | 2,1              | 1952  | -4,5    | 5,2      | -16,5           | 1963 |
| 17           | 1,3              | 1952 | -7,5    | 5,9      | -21,6           | 1976  | -24,1           | 1976 | -10,6   | 6,5      | -0,4             | 1956, | 3,7              | 1952  | -4,5    | 5,6      | -18,7           | 1964 |
| 18           | 2,0              | 1952 | -7,7    | 6,3      | -21,7           | 1950  | -25,9           | 1972 | -10,8   | 7,3      | 1,0              | 1952  | 6,6              | 1955  | -4,7    | 5,7      | -16,1           | 1972 |
| 19           | 3,6              | 1955 | -7,1    | 6,8      | -22,0           | 1950  | -25,0           | 1950 | -10,6   | 7,4      | 0,6              | 1939  | 9,2              | 1955  | -3,9    | 6,3      | -17,2           | 1963 |
| 20           | 2,4              | 1952 | -6,9    | 6,9      | -22,4           | 1950  | -26,7           | 1950 | -10,2   | 8,3      | 1,2              | 1952  | 5,2              | 1948  | -4,0    | 6,3      | -18,7           | 1968 |

|    |     |      |      |     |       |      |       |      |       |     |     |      |      |      |      |     |       |      |
|----|-----|------|------|-----|-------|------|-------|------|-------|-----|-----|------|------|------|------|-----|-------|------|
| 21 | 5,3 | 1948 | -7,0 | 7,0 | -22,2 | 1973 | -25,6 | 1973 | -10,0 | 8,3 | 4,1 | 1948 | 6,2  | 1948 | -4,1 | 6,3 | -18,8 | 1973 |
| 22 | 5,6 | 1948 | -7,2 | 7,3 | -23,4 | 1963 | -26,8 | 1963 | -9,8  | 8,1 | 2,9 | 1948 | 10,1 | 1948 | -3,9 | 6,6 | -18,8 | 1963 |
| 23 | 3,6 | 1948 | -8,7 | 7,5 | -24,5 | 1963 | -28,4 | 1963 | -11,9 | 8,1 | 2,9 | 1948 | 5,5  | 1936 | -4,9 | 6,7 | -19,4 | 1963 |
| 24 | 3,7 | 1971 | -8,9 | 7,0 | -23,3 | 1963 | -27,3 | 1963 | -12,1 | 7,7 | 1,3 | 1971 | 9,1  | 1971 | -5,2 | 6,3 | -18,2 | 1963 |
| 25 | 2,3 | 1956 | -7,8 | 6,1 | -18,9 | 1937 | -24,6 | 1954 | -11,3 | 7,2 | 0,8 | 1956 | 3,7  | 1956 | -4,7 | 5,3 | -16,4 | 1937 |
| 26 | 2,4 | 1966 | -6,9 | 6,2 | -18,6 | 1954 | -23,1 | 1947 | -9,8  | 6,9 | 1,0 | 1966 | 4,7  | 1936 | -3,8 | 5,5 | -15,1 | 1972 |
| 27 | 2,0 | 1935 | -7,4 | 6,5 | -21,5 | 1954 | -26,1 | 1937 | -9,9  | 7,6 | 1,4 | 1979 | 4,3  | 1936 | -4,1 | 5,9 | -18,7 | 1954 |
| 28 | 1,8 | 1979 | -8,0 | 6,9 | -22,4 | 1954 | -27,5 | 1954 | -10,9 | 7,8 | 1,0 | 1979 | 2,7  | 1979 | -4,7 | 6,3 | -18,5 | 1954 |
| 29 | 3,3 | 1979 | -7,7 | 7,2 | -21,1 | 1963 | -24,8 | 1947 | -10,3 | 8,0 | 2,4 | 1979 | 4,9  | 1979 | -4,7 | 6,1 | -17,8 | 1947 |
| 30 | 2,4 | 1979 | -8,2 | 6,8 | -22,8 | 1947 | -27,2 | 1947 | -11,6 | 7,9 | 1,4 | 1979 | 4,7  | 1979 | -4,4 | 5,8 | -17,0 | 1956 |
| 31 | 2,5 | 1979 | -8,6 | 7,5 | -26,5 | 1954 | -31,0 | 1954 | -11,8 | 8,4 | 0,6 | 1979 | 4,8  | 1979 | -5,7 | 6,7 | -22,0 | 1954 |

Февраль

|    |     |      |      |     |       |      |       |       |       |     |     |       |     |       |      |     |       |       |
|----|-----|------|------|-----|-------|------|-------|-------|-------|-----|-----|-------|-----|-------|------|-----|-------|-------|
| 1  | 1,0 | 1965 | -8,4 | 7,3 | -25,6 | 1954 | -28,8 | 1954  | -11,9 | 8,3 | 0,1 | 1965  | 2,5 | 1965  | -5,7 | 6,5 | -22,1 | 1954  |
| 2  | 2,3 | 1980 | -8,0 | 7,2 | -23,0 | 1967 | -29,6 | 1954  | -11,0 | 8,4 | 0,3 | 1948  | 1,6 | 1969  | -5,3 | 5,8 | -19,8 | 1956  |
| 3  | 1,3 | 1948 | -8,4 | 7,2 | -25,0 | 1967 | -29,8 | 1967  | -11,8 | 8,2 | 0,5 | 1948  | 2,5 | 1948, | -5,4 | 6,1 | -21,1 | 1956  |
|    |     |      |      |     |       |      |       |       |       |     |     | 1979  |     |       |      |     |       |       |
| 4  | 3,2 | 1948 | -7,5 | 7,4 | -23,6 | 1956 | -26,0 | 1956  | -11,0 | 8,3 | 1,7 | 1948  | 4,2 | 1948  | -4,8 | 6,4 | -19,0 | 1956  |
| 5  | 2,6 | 1948 | -6,3 | 7,5 | -24,0 | 1956 | -26,9 | 1953, | -9,4  | 8,2 | 0,9 | 1955, | 4,8 | 1948  | -3,9 | 6,5 | -20,1 | 1953  |
|    |     |      |      |     |       |      |       | 1956  |       |     |     | 1948  |     |       |      |     |       |       |
| 6  | 2,3 | 1946 | -5,6 | 6,6 | -21,4 | 1956 | -25,8 | 1950  | -8,9  | 7,6 | 0,6 | 1955  | 3,3 | 1974  | -3,0 | 5,6 | -16,5 | 1956  |
| 7  | 5,3 | 1974 | -6,1 | 6,9 | -22,4 | 1976 | -27,8 | 1954  | -8,9  | 8,1 | 3,3 | 1974  | 8,6 | 1974  | -3,1 | 5,8 | -17,9 | 1976  |
| 8  | 5,0 | 1974 | -6,8 | 6,5 | -22,3 | 1976 | -27,3 | 1976  | -9,9  | 7,8 | 3,6 | 1974  | 6,2 | 1974  | -3,8 | 5,5 | -16,4 | 1977  |
| 9  | 1,9 | 1973 | -6,6 | 5,8 | -20,0 | 1954 | -25,4 | 1954  | -10,0 | 7,2 | 0,7 | 1973  | 4,3 | 1974  | -3,1 | 5,0 | -16,0 | 1969  |
| 10 | 2,5 | 1973 | -6,9 | 6,3 | -19,8 | 1969 | -23,1 | 1969  | -10,1 | 7,2 | 1,2 | 1973  | 4,2 | 1974  | -4,0 | 5,3 | -16,2 | 1969  |
| 11 | 2,1 | 1974 | -7,0 | 6,4 | -21,0 | 1964 | -26,9 | 1964  | -10,1 | 7,5 | 1,3 | 1974  | 3,0 | 1974  | -4,3 | 5,5 | -13,5 | 1964  |
| 12 | 2,4 | 1973 | -6,2 | 6,1 | -20,8 | 1949 | -23,4 | 1949  | -9,0  | 6,6 | 1,0 | 1974  | 4,4 | 1973  | -3,4 | 5,5 | -17,1 | 1949  |
| 13 | 2,4 | 1939 | -5,7 | 6,3 | -19,8 | 1949 | -25,1 | 1949  | -8,8  | 7,0 | 1,1 | 1958  | 4,8 | 1979  | -2,3 | 5,4 | -13,5 | 1949  |
| 14 | 4,3 | 1962 | -5,0 | 6,0 | -17,0 | 1940 | -23,6 | 1940  | -7,6  | 7,2 | 1,9 | 1966  | 6,2 | 1962  | -1,9 | 4,9 | -11,8 | 1976  |
| 15 | 4,7 | 1962 | -5,0 | 5,5 | -16,8 | 1953 | -21,3 | 1953  | -7,9  | 6,2 | 1,5 | 1961  | 8,6 | 1962  | -1,7 | 4,7 | -11,2 | 1953  |
| 16 | 3,7 | 1970 | -5,5 | 5,8 | -17,2 | 1979 | -24,0 | 1967  | -8,5  | 7,0 | 1,0 | 1970  | 7,1 | 1970  | -2,0 | 4,9 | -11,6 | 1936, |
|    |     |      |      |     |       |      |       |       |       |     |     |       |     |       |      |     |       | 1976  |
| 17 | 4,8 | 1957 | -6,6 | 6,4 | -21,9 | 1951 | -24,8 | 1954  | -9,3  | 7,6 | 2,9 | 1957  | 6,8 | 1957  | -3,3 | 5,0 | -16,1 | 1951  |
| 18 | 3,4 | 1955 | -5,6 | 6,3 | -22,0 | 1951 | -27,0 | 1951  | -8,5  | 7,0 | 0,6 | 1966  | 8,0 | 1957  | -2,5 | 5,7 | -16,4 | 1951  |
| 19 | 5,2 | 1955 | -6,0 | 6,5 | -23,5 | 1954 | -29,4 | 1954  | -8,9  | 7,9 | 3,1 | 1955  | 9,7 | 1955  | -2,6 | 5,6 | -18,0 | 1954  |
| 20 | 3,7 | 1958 | -6,4 | 5,7 | -21,3 | 1954 | -27,6 | 1954  | -9,4  | 6,8 | 0,7 | 1957  | 9,5 | 1958  | -2,6 | 5,1 | -13,0 | 1954  |

| Число месяца | Средняя суточная |      |         |          |                 |      | Минимальная     |      |         |          |                  |            | Максимальная     |      |         |          |                 |      |
|--------------|------------------|------|---------|----------|-----------------|------|-----------------|------|---------|----------|------------------|------------|------------------|------|---------|----------|-----------------|------|
|              | наиболее высокая | год  | средняя | $\sigma$ | наиболее низкая | год  | наиболее низкая | год  | средняя | $\sigma$ | наиболее высокая | год        | наиболее высокая | год  | средняя | $\sigma$ | наиболее низкая | год  |
| 21           | 3,5              | 1977 | -5,7    | 5,0      | -15,7           | 1954 | -24,5           | 1954 | -9,0    | 6,4      | 0,7              | 1977       | 6,8              | 1977 | -2,2    | 3,9      | -9,1            | 1956 |
| 22           | 4,0              | 1977 | -4,8    | 5,2      | -18,0           | 1954 | -23,5           | 1964 | -8,0    | 6,2      | 2,5              | 1977       | 6,7              | 1955 | -1,7    | 4,3      | -10,5           | 1954 |
| 23           | 5,5              | 1966 | -4,7    | 5,7      | -23,8           | 1945 | -28,8           | 1945 | -7,6    | 6,9      | 4,0              | 1966       | 7,5              | 1966 | -1,7    | 4,8      | -18,6           | 1945 |
| 24           | 5,6              | 1966 | -5,3    | 6,2      | -24,6           | 1945 | -29,6           | 1945 | -8,4    | 7,4      | 1,6              | 1966       | 10,6             | 1966 | -2,0    | 5,5      | -19,2           | 1945 |
| 25           | 4,7              | 1966 | -6,0    | 5,8      | -22,2           | 1945 | -26,7           | 1945 | -9,4    | 6,8      | 0,7              | 1966, 1973 | 9,7              | 1966 | -2,3    | 5,0      | -16,3           | 1945 |
| 26           | 3,2              | 1965 | -6,0    | 5,1      | -21,7           | 1945 | -28,3           | 1945 | -9,1    | 6,5      | 1,0              | 1977       | 7,0              | 1966 | -2,7    | 4,4      | -14,6           | 1945 |
| 27           | 3,3              | 1965 | -5,6    | 4,9      | -15,5           | 1945 | -20,8           | 1945 | -8,9    | 6,2      | 2,0              | 1966       | 5,8              | 1973 | -2,2    | 4,1      | -10,8           | 1945 |
| 28           | 4,0              | 1950 | -5,1    | 4,2      | -14,4           | 1937 | -20,3           | 1937 | -8,0    | 5,5      | 1,9              | 1950       | 6,2              | 1950 | -1,5    | 3,5      | -10,4           | 1951 |
| 29           | 0,3              | 1933 | -5,3    | 2,7      | -10,1           | 1956 | -15,3           | 1956 | -9,0    | 4,0      | -0,7             | 1936       | 2,2              | 1936 | -1,3    | 2,0      | -4,3            | 1964 |

## Март

|    |      |      |      |     |       |      |       |      |      |     |     |      |      |            |      |     |       |      |
|----|------|------|------|-----|-------|------|-------|------|------|-----|-----|------|------|------------|------|-----|-------|------|
| 1  | 3,8  | 1950 | -4,5 | 4,4 | -13,2 | 1951 | -18,7 | 1952 | -7,6 | 5,9 | 2,8 | 1950 | 6,2  | 1935       | -0,9 | 3,4 | -8,9  | 1951 |
| 2  | 4,1  | 1935 | -3,7 | 4,0 | -12,3 | 1960 | -15,8 | 1937 | -6,3 | 4,8 | 0,6 | 1935 | 8,5  | 1935       | -0,6 | 3,8 | -9,9  | 1960 |
| 3  | 4,2  | 1935 | -3,5 | 4,2 | -12,6 | 1937 | -16,0 | 1955 | -6,5 | 5,2 | 1,7 | 1958 | 8,0  | 1935       | -0,5 | 3,8 | -9,4  | 1937 |
| 4  | 2,2  | 1965 | -3,6 | 3,8 | -12,8 | 1937 | -20,8 | 1952 | -6,4 | 5,4 | 0,6 | 1936 | 5,6  | 1965       | -0,2 | 3,1 | -9,4  | 1937 |
| 5  | 4,3  | 1962 | -4,2 | 4,4 | -13,0 | 1937 | -18,0 | 1963 | -6,8 | 5,3 | 0,3 | 1966 | 9,6  | 1962       | -1,1 | 3,8 | -8,4  | 1937 |
| 6  | 10,0 | 1962 | -3,6 | 4,9 | -17,6 | 1964 | -21,3 | 1964 | -6,6 | 5,7 | 3,4 | 1962 | 16,7 | 1962       | -0,6 | 4,9 | -12,1 | 1964 |
| 7  | 11,0 | 1962 | -3,5 | 5,5 | -23,0 | 1964 | -31,3 | 1964 | -6,6 | 7,0 | 5,3 | 1962 | 15,6 | 1962       | -0,1 | 4,9 | -14,8 | 1964 |
| 8  | 7,4  | 1962 | -3,4 | 5,1 | -21,7 | 1964 | -32,2 | 1964 | -6,5 | 7,0 | 4,2 | 1962 | 12,8 | 1962       | 0,1  | 4,1 | -11,5 | 1964 |
| 9  | 4,2  | 1975 | -3,2 | 4,7 | -17,4 | 1964 | -28,7 | 1964 | -6,3 | 6,7 | 2,0 | 1975 | 9,2  | 1975       | 0,3  | 3,6 | -8,0  | 1945 |
| 10 | 4,6  | 1966 | -2,2 | 3,7 | -10,8 | 1945 | -14,6 | 1964 | -4,8 | 4,6 | 3,5 | 1966 | 6,5  | 1958       | 0,5  | 3,1 | -7,5  | 1945 |
| 11 | 5,1  | 1961 | -2,7 | 3,9 | -12,3 | 1972 | -17,2 | 1949 | -5,5 | 4,8 | 2,0 | 1966 | 11,1 | 1961       | 0,5  | 3,3 | -5,0  | 1972 |
| 12 | 6,1  | 1966 | -3,7 | 4,2 | -12,3 | 1972 | -17,8 | 1972 | -6,6 | 4,8 | 3,3 | 1966 | 9,5  | 1961, 1966 | 0,0  | 3,9 | -7,2  | 1939 |
| 13 | 5,7  | 1966 | -2,7 | 4,3 | -12,2 | 1939 | -18,5 | 1939 | -5,8 | 5,1 | 3,5 | 1961 | 10,6 | 1966       | 0,7  | 4,0 | -7,8  | 1939 |
| 14 | 6,9  | 1966 | -1,7 | 3,5 | -7,7  | 1976 | -15,8 | 1945 | -4,6 | 4,6 | 4,0 | 1966 | 11,3 | 1969       | 2,0  | 3,4 | -3,3  | 1964 |

|    |      |               |      |     |       |               |       |      |      |     |     |               |      |      |     |     |       |      |
|----|------|---------------|------|-----|-------|---------------|-------|------|------|-----|-----|---------------|------|------|-----|-----|-------|------|
| 15 | 5,1  | 1966,<br>1972 | -0,5 | 3,4 | -8,2  | 1935          | -13,3 | 1959 | -3,6 | 4,1 | 1,6 | 1969          | 12,3 | 1972 | 2,6 | 3,6 | -5,0  | 1935 |
| 16 | 4,8  | 1978          | -1,0 | 3,4 | -10,9 | 1952          | -16,8 | 1952 | -3,5 | 4,2 | 1,9 | 1978          | 9,4  | 1972 | 2,4 | 3,3 | -5,5  | 1948 |
| 17 | 5,5  | 1962          | -1,4 | 4,1 | -10,0 | 1963          | -14,7 | 1959 | -4,2 | 4,8 | 2,1 | 1938          | 11,8 | 1962 | 2,1 | 4,3 | -8,0  | 1963 |
| 18 | 5,1  | 1978          | -2,0 | 4,4 | -12,8 | 1963          | -16,9 | 1963 | -4,8 | 5,2 | 3,0 | 1978          | 9,7  | 1974 | 1,5 | 4,7 | -10,2 | 1963 |
| 19 | 7,7  | 1961          | -1,9 | 4,8 | -17,2 | 1963          | -22,5 | 1963 | -5,0 | 5,6 | 3,8 | 1961          | 12,8 | 1961 | 2,1 | 4,6 | -10,5 | 1933 |
| 20 | 9,6  | 1974          | -1,8 | 5,1 | -16,3 | 1963          | -21,9 | 1963 | -4,8 | 5,6 | 4,6 | 1974          | 14,8 | 1974 | 2,2 | 5,1 | -9,9  | 1933 |
| 21 | 7,8  | 1974          | -1,4 | 4,7 | -14,5 | 1963          | -20,8 | 1963 | -5,0 | 5,8 | 4,3 | 1938          | 15,4 | 1974 | 2,4 | 4,6 | -8,7  | 1933 |
| 22 | 8,4  | 1974          | -0,1 | 4,5 | -10,5 | 1963          | -17,4 | 1963 | -3,7 | 5,1 | 1,5 | 1974,<br>1979 | 17,0 | 1974 | 3,9 | 5,2 | -5,0  | 1936 |
| 23 | 9,2  | 1955          | 0,7  | 4,5 | -10,2 | 1952,<br>1958 | -16,7 | 1952 | -2,6 | 5,0 | 4,5 | 1971          | 18,0 | 1955 | 4,8 | 4,9 | -5,1  | 1952 |
| 24 | 8,3  | 1955          | 0,6  | 4,1 | -12,7 | 1963          | -19,7 | 1963 | -2,4 | 4,7 | 2,6 | 1955          | 15,4 | 1955 | 4,8 | 4,4 | -5,4  | 1963 |
| 25 | 8,8  | 1955          | 1,0  | 3,7 | -9,0  | 1963          | -15,2 | 1952 | -2,0 | 4,4 | 3,6 | 1937,<br>1961 | 15,0 | 1955 | 5,1 | 4,1 | -3,0  | 1963 |
| 26 | 8,7  | 1951          | 1,7  | 3,2 | -3,9  | 1952          | -7,7  | 1958 | -1,0 | 3,4 | 6,6 | 1966          | 14,6 | 1951 | 5,6 | 4,0 | 0,0   | 1948 |
| 27 | 9,4  | 1978          | 2,5  | 3,3 | -3,8  | 1948          | -10,1 | 1952 | -0,8 | 3,4 | 8,2 | 1966          | 15,6 | 1978 | 6,5 | 4,4 | -1,0  | 1962 |
| 28 | 8,8  | 1947          | 2,7  | 3,5 | -7,2  | 1941          | -13,5 | 1941 | -0,4 | 3,7 | 6,0 | 1978          | 16,0 | 1972 | 6,7 | 4,5 | -2,3  | 1941 |
| 29 | 9,5  | 1947          | 3,2  | 3,4 | -4,6  | 1952          | -6,3  | 1952 | 0,2  | 2,7 | 6,6 | 1951          | 15,4 | 1947 | 6,9 | 4,8 | -2,6  | 1952 |
| 30 | 11,8 | 1947          | 3,5  | 3,5 | -4,7  | 1952          | -7,9  | 1931 | 0,3  | 2,6 | 7,0 | 1947          | 17,3 | 1960 | 7,3 | 5,0 | -3,4  | 1952 |
| 31 | 12,8 | 1974          | 3,4  | 4,1 | -5,7  | 1952          | -7,8  | 1931 | 0,6  | 3,6 | 8,2 | 1979          | 20,5 | 1975 | 7,8 | 5,6 | -4,6  | 1952 |

Апрель

|    |      |      |     |     |      |      |       |      |     |     |      |      |      |      |      |     |      |      |
|----|------|------|-----|-----|------|------|-------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| 1  | 14,4 | 1975 | 3,8 | 4,7 | -5,8 | 1963 | -11,4 | 1952 | 0,3 | 4,2 | 9,6  | 1947 | 20,3 | 1975 | 8,5  | 6,0 | -3,6 | 1963 |
| 2  | 14,2 | 1947 | 4,5 | 4,4 | -5,8 | 1939 | -9,3  | 1939 | 0,7 | 3,7 | 9,8  | 1975 | 24,3 | 1947 | 9,5  | 5,8 | -2,5 | 1939 |
| 3  | 16,9 | 1975 | 5,0 | 4,1 | -3,1 | 1965 | -7,0  | 1939 | 1,2 | 3,5 | 9,9  | 1947 | 26,9 | 1975 | 9,9  | 5,4 | -1,5 | 1965 |
| 4  | 16,2 | 1975 | 5,6 | 4,5 | -5,0 | 1926 | -7,1  | 1963 | 2,2 | 4,0 | 13,1 | 1975 | 23,0 | 1975 | 10,3 | 5,8 | -1,4 | 1963 |
| 5  | 13,3 | 1975 | 5,7 | 4,1 | -3,1 | 1963 | -8,0  | 1926 | 2,2 | 3,5 | 10,1 | 1977 | 20,1 | 1975 | 10,0 | 5,0 | -1,8 | 1933 |
| 6  | 16,3 | 1975 | 6,0 | 4,0 | -2,5 | 1963 | -4,3  | 1963 | 1,4 | 3,1 | 9,6  | 1975 | 24,3 | 1975 | 11,1 | 5,5 | -0,4 | 1963 |
| 7  | 17,9 | 1975 | 6,9 | 4,8 | -1,8 | 1963 | -7,1  | 1963 | 2,3 | 4,2 | 10,3 | 1975 | 25,0 | 1975 | 12,1 | 5,9 | 0,3  | 1940 |
| 8  | 20,1 | 1975 | 6,8 | 4,6 | -3,3 | 1926 | -7,1  | 1926 | 2,8 | 3,6 | 11,4 | 1975 | 30,4 | 1975 | 12,0 | 6,2 | -0,8 | 1926 |
| 9  | 19,7 | 1975 | 6,4 | 4,7 | -1,1 | 1969 | -5,5  | 1926 | 2,4 | 3,7 | 11,8 | 1975 | 26,5 | 1975 | 11,4 | 6,4 | 1,7  | 1955 |
| 10 | 15,9 | 1972 | 6,6 | 4,4 | -1,5 | 1965 | -4,5  | 1965 | 2,8 | 3,9 | 10,9 | 1975 | 22,9 | 1972 | 11,5 | 5,7 | 1,5  | 1941 |
| 11 | 17,6 | 1977 | 6,6 | 4,8 | -0,4 | 1941 | -4,1  | 1965 | 2,7 | 4,1 | 11,6 | 1972 | 25,4 | 1959 | 11,2 | 6,3 | 1,3  | 1941 |
| 12 | 15,9 | 1972 | 6,8 | 5,0 | -1,5 | 1941 | -4,7  | 1965 | 2,6 | 4,3 | 11,8 | 1977 | 23,7 | 1972 | 11,8 | 6,0 | 0,4  | 1941 |
| 13 | 17,2 | 1972 | 7,0 | 4,5 | -1,5 | 1941 | -4,1  | 1941 | 2,8 | 4,1 | 12,1 | 1970 | 23,8 | 1972 | 12,2 | 5,5 | 0,6  | 1941 |
| 14 | 16,2 | 1972 | 6,5 | 3,9 | 0,4  | 1946 | -4,4  | 1941 | 2,5 | 3,6 | 10,2 | 1973 | 22,3 | 1962 | 11,5 | 5,0 | 3,5  | 1953 |

| Число месяца | Средняя суточная |      |         |     |                 |            | Минимальная     |      |         |     |                  |      | Максимальная     |      |         |     |                 |      |
|--------------|------------------|------|---------|-----|-----------------|------------|-----------------|------|---------|-----|------------------|------|------------------|------|---------|-----|-----------------|------|
|              | наиболее высокая | год  | средняя | а   | наиболее низкая | год        | наиболее низкая | год  | средняя | а   | наиболее высокая | год  | наиболее высокая | год  | средняя | а   | наиболее низкая | год  |
| 15           | 16,4             | 1962 | 7,5     | 3,8 | 1,0             | 1974       | -2,1            | 1946 | 3,1     | 2,9 | 9,4              | 1962 | 24,0             | 1972 | 12,9    | 5,4 | 3,0             | 1974 |
| 16           | 16,7             | 1972 | 7,9     | 4,0 | 0,2             | 1945, 1980 | -2,7            | 1968 | 3,6     | 3,2 | 9,9              | 1962 | 23,7             | 1972 | 13,6    | 5,1 | 2,0             | 1974 |
| 17           | 16,2             | 1972 | 8,8     | 4,2 | -0,8            | 1945       | -4,7            | 1946 | 4,0     | 4,0 | 10,7             | 1966 | 23,4             | 1972 | 14,3    | 5,0 | 4,2             | 1949 |
| 18           | 16,3             | 1956 | 9,1     | 3,8 | -0,6            | 1945       | -2,8            | 1945 | 4,4     | 3,6 | 10,2             | 1975 | 23,3             | 1956 | 14,7    | 4,5 | 3,0             | 1945 |
| 19           | 16,1             | 1950 | 9,4     | 3,8 | -1,2            | 1979       | -4,6            | 1945 | 5,0     | 3,7 | 12,6             | 1975 | 25,2             | 1950 | 15,0    | 4,8 | 2,0             | 1979 |
| 20           | 17,2             | 1950 | 9,9     | 3,7 | 0,5             | 1979       | -2,4            | 1979 | 5,3     | 3,6 | 13,8             | 1975 | 23,2             | 1950 | 15,1    | 4,8 | 3,7             | 1979 |
| 21           | 18,5             | 1950 | 10,0    | 3,9 | 1,3             | 1979       | -3,0            | 1945 | 4,5     | 3,4 | 13,2             | 1975 | 26,2             | 1950 | 15,2    | 5,0 | 3,2             | 1979 |
| 22           | 19,6             | 1950 | 10,0    | 4,1 | 2,1             | 1948       | -3,5            | 1961 | 4,7     | 3,8 | 14,5             | 1950 | 28,0             | 1950 | 15,6    | 5,5 | 5,7             | 1953 |
| 23           | 19,7             | 1950 | 10,5    | 3,8 | 3,3             | 1959       | 0,0             | 1961 | 5,2     | 3,1 | 11,9             | 1968 | 28,1             | 1950 | 15,8    | 5,1 | 6,0             | 1959 |
| 24           | 21,0             | 1950 | 10,7    | 3,9 | 3,3             | 1954       | -3,2            | 1954 | 5,2     | 3,6 | 13,0             | 1950 | 27,6             | 1950 | 16,3    | 4,7 | 9,4             | 1971 |
| 25           | 20,5             | 1950 | 10,9    | 3,8 | 1,6             | 1948       | -4,6            | 1948 | 5,7     | 3,8 | 14,0             | 1950 | 27,2             | 1950 | 16,8    | 4,6 | 6,9             | 1948 |
| 26           | 19,5             | 1950 | 11,2    | 3,8 | 4,0             | 1948       | -0,7            | 1956 | 6,3     | 3,5 | 13,7             | 1950 | 26,8             | 1950 | 16,7    | 4,6 | 7,8             | 1947 |
| 27           | 19,0             | 1970 | 11,5    | 4,0 | 3,6             | 1948       | -2,5            | 1964 | 6,1     | 3,9 | 14,6             | 1950 | 25,9             | 1967 | 16,9    | 5,0 | 7,0             | 1948 |
| 28           | 19,7             | 1970 | 12,1    | 4,0 | 1,6             | 1954       | -0,3            | 1964 | 7,0     | 3,8 | 14,3             | 1951 | 26,0             | 1970 | 17,5    | 4,9 | 5,7             | 1954 |
| 29           | 19,7             | 1970 | 12,2    | 3,9 | 3,1             | 1940       | -0,7            | 1940 | 7,2     | 3,4 | 15,0             | 1936 | 28,4             | 1970 | 17,8    | 4,8 | 6,4             | 1940 |
| 30           | 19,7             | 1970 | 12,1    | 4,2 | 1,1             | 1940       | -3,2            | 1940 | 6,7     | 4,2 | 14,9             | 1970 | 26,7             | 1949 | 17,5    | 4,7 | 5,6             | 1940 |

## Май

|   |      |      |      |     |     |      |      |            |     |     |      |      |      |      |      |     |      |      |
|---|------|------|------|-----|-----|------|------|------------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| 1 | 21,4 | 1970 | 13,2 | 3,9 | 4,3 | 1940 | -1,9 | 1940       | 7,3 | 3,3 | 14,6 | 1970 | 28,5 | 1970 | 19,0 | 4,7 | 9,6  | 1978 |
| 2 | 20,2 | 1977 | 13,6 | 3,6 | 6,5 | 1971 | 1,7  | 1971       | 8,4 | 3,2 | 14,7 | 1970 | 29,3 | 1954 | 19,7 | 4,5 | 9,9  | 1971 |
| 3 | 20,7 | 1977 | 13,7 | 3,9 | 3,8 | 1965 | 2,1  | 1958, 1965 | 8,4 | 3,2 | 14,8 | 1954 | 27,7 | 1954 | 19,3 | 4,9 | 8,1  | 1971 |
| 4 | 23,1 | 1970 | 13,7 | 4,0 | 4,2 | 1965 | 0,0  | 1965       | 8,6 | 3,3 | 14,2 | 1967 | 30,6 | 1970 | 19,4 | 5,3 | 8,0  | 1947 |
| 5 | 22,3 | 1970 | 13,3 | 4,3 | 4,2 | 1947 | 0,8  | 1949       | 7,9 | 4,0 | 18,6 | 1970 | 28,2 | 1954 | 19,1 | 5,5 | 6,0  | 1947 |
| 6 | 21,2 | 1954 | 14,0 | 3,7 | 5,5 | 1938 | 1,4  | 1949       | 8,4 | 3,6 | 14,8 | 1950 | 27,8 | 1954 | 19,6 | 4,5 | 9,2  | 1938 |
| 7 | 22,3 | 1967 | 14,2 | 3,7 | 8,5 | 1938 | 1,1  | 1937       | 8,3 | 3,4 | 13,8 | 1967 | 29,4 | 1967 | 20,0 | 4,4 | 11,1 | 1958 |
| 8 | 23,3 | 1967 | 14,9 | 3,8 | 7,5 | 1976 | 2,8  | 1953       | 8,9 | 3,2 | 15,3 | 1967 | 29,8 | 1967 | 20,9 | 4,2 | 12,4 | 1958 |

|    |      |       |      |     |      |      |      |       |      |     |      |       |      |      |      |     |      |      |
|----|------|-------|------|-----|------|------|------|-------|------|-----|------|-------|------|------|------|-----|------|------|
| 9  | 23,1 | 1967  | 14,5 | 4,1 | 4,6  | 1952 | -1,7 | 1952  | 8,8  | 3,4 | 15,0 | 1954  | 30,5 | 1967 | 20,2 | 5,0 | 9,6  | 1952 |
| 10 | 22,7 | 1967  | 14,7 | 4,3 | 5,6  | 1945 | 0,2  | 1952  | 8,9  | 4,1 | 15,5 | 1953  | 30,7 | 1967 | 20,5 | 4,5 | 11,3 | 1941 |
| 11 | 20,0 | 1949  | 14,6 | 3,8 | 5,8  | 1945 | 0,9  | 1945  | 8,8  | 3,8 | 15,5 | 1969  | 27,9 | 1968 | 20,7 | 4,1 | 9,6  | 1945 |
| 12 | 20,5 | 1975  | 14,8 | 3,5 | 5,8  | 1931 | 3,6  | 1935  | 9,5  | 2,5 | 14,5 | 1959  | 27,1 | 1975 | 20,3 | 4,2 | 7,0  | 1931 |
| 13 | 22,1 | 1958  | 14,8 | 3,9 | 7,0  | 1980 | 1,2  | 1946  | 9,3  | 3,1 | 15,2 | 1966  | 29,4 | 1958 | 20,7 | 4,2 | 11,4 | 1941 |
| 14 | 22,4 | 1975  | 14,9 | 4,1 | 5,5  | 1980 | 1,6  | 1931  | 9,1  | 3,2 | 18,2 | 1975  | 29,8 | 1968 | 20,8 | 4,8 | 7,8  | 1974 |
| 15 | 22,0 | 1968  | 15,8 | 3,7 | 6,1  | 1980 | 1,3  | 1954  | 9,5  | 3,3 | 17,4 | 1975  | 30,6 | 1968 | 21,8 | 4,2 | 12,4 | 1974 |
| 16 | 23,6 | 1975  | 15,6 | 3,4 | 6,6  | 1936 | 3,3  | 1931, | 10,6 | 3,1 | 18,0 | 1975  | 30,4 | 1975 | 22,2 | 4,1 | 14,4 | 1935 |
|    |      |       |      |     |      |      |      | 1954  |      |     |      |       |      |      |      |     |      |      |
| 17 | 23,3 | 1975  | 16,1 | 4,1 | 7,8  | 1936 | 5,3  | 1945  | 10,7 | 2,9 | 18,4 | 1975  | 30,2 | 1975 | 21,9 | 5,1 | 13,0 | 1962 |
| 18 | 23,5 | 1979  | 16,8 | 4,2 | 8,4  | 1952 | 1,8  | 1950  | 10,6 | 3,5 | 17,5 | 1957  | 30,0 | 1958 | 22,9 | 5,0 | 11,3 | 1973 |
| 19 | 23,7 | 1953  | 17,1 | 4,4 | 9,3  | 1974 | 4,5  | 1970  | 10,9 | 3,5 | 16,5 | 1972  | 30,6 | 1953 | 23,4 | 4,8 | 11,9 | 1973 |
| 20 | 24,5 | 1953  | 17,6 | 4,5 | 7,4  | 1974 | 3,7  | 1974  | 11,7 | 3,7 | 17,3 | 1969  | 30,9 | 1949 | 23,8 | 5,3 | 10,7 | 1964 |
| 21 | 24,4 | 1949  | 16,8 | 4,5 | 7,6  | 1952 | 3,7  | 1974  | 11,8 | 3,9 | 17,6 | 1969  | 31,8 | 1967 | 23,1 | 5,1 | 10,5 | 1952 |
| 22 | 24,3 | 1949  | 16,4 | 4,6 | 7,8  | 1980 | 2,9  | 1974  | 10,8 | 3,8 | 17,9 | 1967  | 30,8 | 1949 | 22,7 | 4,4 | 13,2 | 1952 |
| 23 | 25,4 | 1949  | 16,0 | 4,3 | 9,0  | 1959 | 3,9  | 1952  | 11,0 | 3,5 | 17,9 | 1949, | 30,8 | 1949 | 22,1 | 4,8 | 13,4 | 1911 |
|    |      |       |      |     |      |      |      |       |      |     |      | 1967  |      |      |      |     |      |      |
| 24 | 23,0 | 1953, | 15,9 | 4,4 | 8,3  | 1955 | 2,6  | 1959  | 10,4 | 3,6 | 15,8 | 1950  | 30,3 | 1953 | 21,7 | 5,2 | 12,4 | 1955 |
|    |      | 1963  |      |     |      |      |      |       |      |     |      |       |      |      |      |     |      |      |
| 25 | 24,7 | 1963  | 15,9 | 4,3 | 7,9  | 1955 | 5,3  | 1953  | 10,7 | 3,5 | 17,9 | 1953  | 30,7 | 1953 | 21,5 | 5,3 | 10,6 | 1955 |
| 26 | 24,9 | 1958  | 15,8 | 4,6 | 6,9  | 1951 | 2,9  | 1945  | 10,1 | 3,7 | 17,0 | 1935  | 30,5 | 1958 | 21,4 | 5,2 | 9,7  | 1951 |
| 27 | 24,2 | 1958  | 16,1 | 4,1 | 7,4  | 1945 | 2,9  | 1945  | 10,1 | 3,5 | 18,2 | 1958  | 31,0 | 1950 | 21,7 | 4,8 | 11,9 | 1977 |
| 28 | 24,5 | 1950  | 16,5 | 4,1 | 10,5 | 1975 | 3,6  | 1968  | 10,8 | 3,3 | 18,5 | 1950  | 30,8 | 1962 | 22,0 | 4,5 | 14,8 | 1975 |
| 29 | 24,4 | 1958  | 16,9 | 3,8 | 10,2 | 1956 | 3,5  | 1940  | 11,2 | 3,5 | 18,2 | 1931  | 32,3 | 1958 | 22,4 | 4,7 | 13,8 | 1967 |
| 30 | 24,8 | 1962, | 17,3 | 3,5 | 11,2 | 1937 | 4,3  | 1959  | 11,6 | 3,3 | 18,4 | 1932  | 31,8 | 1958 | 22,7 | 4,2 | 15,4 | 1955 |
|    |      | 1979  |      |     |      |      |      |       |      |     |      |       |      |      |      |     |      |      |
| 31 | 25,5 | 1979  | 17,3 | 3,6 | 10,4 | 1951 | 3,5  | 1963  | 11,1 | 3,6 | 18,4 | 1958  | 32,0 | 1979 | 23,0 | 4,1 | 14,7 | 1951 |

Июнь

|   |      |       |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |      |     |      |      |
|---|------|-------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| 1 | 25,6 | 1979  | 17,5 | 3,3 | 11,1 | 1951 | 2,2 | 1937 | 11,3 | 3,7 | 18,7 | 1979 | 31,2 | 1979 | 23,5 | 3,8 | 16,2 | 1950 |
| 2 | 24,4 | 1962  | 18,0 | 3,2 | 11,1 | 1950 | 5,2 | 1951 | 12,2 | 3,4 | 19,4 | 1979 | 31,4 | 1962 | 23,8 | 4,0 | 15,0 | 1935 |
| 3 | 25,3 | 1962  | 17,7 | 3,6 | 9,3  | 1978 | 5,0 | 1950 | 12,0 | 3,7 | 17,2 | 1965 | 32,7 | 1962 | 23,6 | 4,6 | 12,4 | 1978 |
| 4 | 26,1 | 1962, | 17,6 | 3,6 | 11,3 | 1978 | 2,8 | 1967 | 11,9 | 3,5 | 18,8 | 1975 | 33,0 | 1975 | 23,5 | 4,0 | 17,0 | 1978 |
|   |      | 1975  |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |      |     |      |      |
| 5 | 25,9 | 1975  | 17,9 | 3,2 | 11,3 | 1947 | 5,8 | 1954 | 12,2 | 3,3 | 20,1 | 1975 | 33,3 | 1975 | 23,8 | 3,9 | 16,5 | 1947 |
| 6 | 25,1 | 1975  | 18,3 | 3,4 | 10,5 | 1937 | 5,6 | 1968 | 12,4 | 3,4 | 19,0 | 1948 | 33,1 | 1975 | 23,9 | 4,1 | 14,3 | 1937 |
| 7 | 25,2 | 1975  | 18,2 | 3,7 | 9,5  | 1962 | 5,3 | 1941 | 12,2 | 3,2 | 18,0 | 1953 | 32,9 | 1975 | 24,2 | 4,0 | 16,7 | 1941 |





## Июль

|    |      |            |      |     |      |            |      |            |      |     |      |            |      |            |      |     |      |      |
|----|------|------------|------|-----|------|------------|------|------------|------|-----|------|------------|------|------------|------|-----|------|------|
| 1  | 28,1 | 1938       | 20,2 | 3,0 | 12,6 | 1968       | 8,3  | 1953       | 15,0 | 3,0 | 21,0 | 1938       | 34,7 | 1954       | 25,9 | 3,8 | 14,4 | 1968 |
| 2  | 27,4 | 1938       | 19,8 | 3,0 | 14,9 | 1957, 1962 | 8,5  | 1956       | 14,2 | 2,9 | 19,6 | 1938       | 34,9 | 1937       | 25,3 | 4,0 | 18,6 | 1976 |
| 3  | 27,2 | 1938       | 19,9 | 3,1 | 14,8 | 1960       | 5,7  | 1957       | 14,2 | 3,1 | 20,5 | 1937       | 35,5 | 1970       | 25,6 | 3,9 | 19,6 | 1976 |
| 4  | 29,2 | 1938       | 20,6 | 3,1 | 16,1 | 1948       | 10,5 | 1960       | 14,6 | 2,5 | 22,4 | 1938       | 36,5 | 1938       | 26,5 | 3,9 | 18,7 | 1948 |
| 5  | 29,4 | 1938       | 21,1 | 3,3 | 14,3 | 1976       | 9,4  | 1976       | 15,2 | 2,6 | 22,7 | 1938, 1959 | 36,8 | 1938       | 27,2 | 4,1 | 19,0 | 1974 |
| 6  | 31,2 | 1938       | 21,0 | 3,6 | 15,0 | 1946       | 9,0  | 1926       | 15,7 | 3,2 | 22,9 | 1938       | 36,9 | 1938       | 26,7 | 4,2 | 19,6 | 1979 |
| 7  | 26,3 | 1955       | 20,2 | 3,1 | 13,4 | 1976       | 7,0  | 1926       | 15,4 | 3,0 | 21,5 | 1936       | 33,7 | 1938       | 26,0 | 3,8 | 18,3 | 1976 |
| 8  | 27,5 | 1931, 1968 | 20,4 | 3,5 | 12,6 | 1958       | 8,2  | 1958       | 14,8 | 3,3 | 20,9 | 1968       | 35,4 | 1968       | 26,4 | 4,4 | 15,7 | 1958 |
| 9  | 28,3 | 1931       | 20,6 | 3,7 | 13,2 | 1958       | 10,1 | 1958       | 15,2 | 2,9 | 21,7 | 1941       | 35,4 | 1954       | 26,4 | 4,3 | 17,9 | 1956 |
| 10 | 29,5 | 1931       | 20,6 | 3,6 | 14,1 | 1971       | 8,6  | 1958       | 14,7 | 3,0 | 21,2 | 1931       | 34,0 | 1947       | 25,8 | 4,4 | 16,3 | 1971 |
| 11 | 27,2 | 1947       | 20,5 | 3,3 | 14,8 | 1935       | 9,6  | 1973       | 15,2 | 2,8 | 22,8 | 1947       | 35,3 | 1947       | 26,2 | 4,3 | 18,4 | 1935 |
| 12 | 28,0 | 1951       | 20,9 | 3,1 | 15,1 | 1946       | 10,9 | 1950, 1961 | 15,3 | 2,7 | 21,2 | 1938       | 35,0 | 1938       | 26,9 | 4,1 | 15,7 | 1946 |
| 13 | 27,2 | 1951       | 21,1 | 3,0 | 16,0 | 1935       | 11,2 | 1955       | 15,7 | 2,3 | 21,0 | 1951       | 33,4 | 1936       | 26,9 | 3,6 | 19,0 | 1979 |
| 14 | 26,2 | 1951       | 21,2 | 3,0 | 15,9 | 1969       | 9,8  | 1968       | 15,5 | 2,4 | 20,4 | 1936       | 32,0 | 1951, 1965 | 27,0 | 3,7 | 18,4 | 1969 |
| 15 | 27,0 | 1959       | 21,3 | 3,1 | 16,2 | 1935       | 9,0  | 1968       | 15,1 | 2,1 | 20,0 | 1975       | 34,6 | 1951       | 27,3 | 3,9 | 18,4 | 1976 |
| 16 | 29,6 | 1951       | 21,7 | 3,3 | 16,3 | 1950       | 12,5 | 1962       | 16,0 | 2,1 | 21,5 | 1951       | 36,5 | 1959       | 27,5 | 4,2 | 19,1 | 1976 |
| 17 | 29,7 | 1951       | 21,8 | 3,6 | 15,2 | 1977       | 9,2  | 1977       | 16,3 | 3,1 | 24,0 | 1959       | 36,6 | 1951       | 27,4 | 4,6 | 19,4 | 1950 |
| 18 | 29,2 | 1970       | 21,5 | 3,6 | 14,7 | 1978       | 8,8  | 1944       | 15,9 | 3,2 | 22,9 | 1970       | 36,7 | 1951       | 27,3 | 4,6 | 18,6 | 1978 |
| 19 | 27,1 | 1966       | 21,1 | 3,0 | 14,1 | 1978       | 8,6  | 1926       | 15,7 | 2,5 | 20,7 | 1966       | 33,3 | 1966       | 26,8 | 4,0 | 18,6 | 1978 |
| 20 | 27,1 | 1971       | 20,9 | 2,9 | 15,4 | 1965       | 9,5  | 1967       | 15,3 | 2,5 | 20,1 | 1971       | 33,5 | 1971       | 26,6 | 3,6 | 19,3 | 1949 |
| 21 | 28,3 | 1960       | 20,8 | 2,9 | 14,6 | 1969       | 10,0 | 1945       | 15,2 | 2,6 | 19,6 | 1931       | 35,0 | 1960       | 26,6 | 3,8 | 17,1 | 1969 |
| 22 | 29,3 | 1931       | 21,4 | 3,1 | 13,9 | 1968       | 8,9  | 1968       | 15,3 | 2,8 | 21,5 | 1960       | 35,4 | 1960       | 27,0 | 3,6 | 20,1 | 1968 |
| 23 | 31,0 | 1931       | 21,5 | 3,1 | 13,7 | 1951       | 7,4  | 1944, 1968 | 15,0 | 3,0 | 19,9 | 1931       | 37,6 | 1931       | 27,3 | 3,9 | 18,0 | 1951 |
| 24 | 28,5 | 1960       | 21,5 | 2,9 | 14,9 | 1978       | 9,9  | 1955       | 16,0 | 2,6 | 20,5 | 1960       | 35,7 | 1960       | 27,3 | 4,1 | 18,6 | 1978 |
| 25 | 26,9 | 1931       | 20,8 | 2,7 | 14,3 | 1978       | 10,0 | 1951       | 15,0 | 2,4 | 20,5 | 1931       | 35,2 | 1960       | 26,4 | 3,8 | 16,4 | 1978 |
| 26 | 27,3 | 1931, 1960 | 21,1 | 3,0 | 15,7 | 1956       | 10,1 | 1956       | 15,4 | 2,4 | 21,3 | 1931       | 34,2 | 1931       | 27,1 | 4,0 | 19,3 | 1973 |
| 27 | 28,5 | 1936       | 21,0 | 2,8 | 15,5 | 1956       | 8,9  | 1944       | 15,2 | 2,8 | 21,7 | 1960       | 35,4 | 1936       | 27,1 | 3,8 | 19,3 | 1968 |
| 28 | 27,7 | 1936       | 20,5 | 3,1 | 15,0 | 1944       | 9,0  | 1944       | 15,2 | 2,8 | 21,1 | 1936       | 37,1 | 1936       | 26,1 | 4,2 | 18,2 | 1979 |

| Число месяца | Средняя суточная |      |         |          |                 |            | Минимальная     |      |         |          |                  |      | Максимальная     |      |         |          |                 |      |
|--------------|------------------|------|---------|----------|-----------------|------------|-----------------|------|---------|----------|------------------|------|------------------|------|---------|----------|-----------------|------|
|              | наиболее высокая | год  | средняя | $\sigma$ | наиболее низкая | год        | наиболее низкая | год  | средняя | $\sigma$ | наиболее высокая | год  | наиболее высокая | год  | средняя | $\sigma$ | наиболее низкая | год  |
| 29           | 29,0             | 1936 | 21,0    | 3,4      | 16,2            | 1965       | 10,9            | 1947 | 15,2    | 2,4      | 20,3             | 1957 | 36,1             | 1936 | 26,8    | 3,7      | 20,7            | 1939 |
| 30           | 28,7             | 1936 | 21,1    | 3,0      | 16,2            | 1962, 1977 | 9,4             | 1962 | 15,3    | 2,6      | 22,1             | 1936 | 35,8             | 1957 | 27,1    | 3,9      | 18,7            | 1977 |
| 31           | 28,8             | 1936 | 20,9    | 3,6      | 15,3            | 1962       | 8,3             | 1962 | 15,3    | 2,9      | 21,2             | 1957 | 36,2             | 1938 | 26,8    | 4,5      | 19,4            | 1951 |

## Август

|    |      |            |      |     |      |      |     |      |      |     |      |      |      |      |      |     |      |            |
|----|------|------------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------------|
| 1  | 28,5 | 1936       | 20,8 | 3,5 | 14,5 | 1962 | 9,8 | 1971 | 14,9 | 3,1 | 24,3 | 1953 | 36,0 | 1959 | 26,9 | 4,5 | 17,2 | 1951       |
| 2  | 29,9 | 1936       | 21,1 | 3,4 | 14,0 | 1962 | 7,2 | 1962 | 14,7 | 2,7 | 19,4 | 1959 | 36,5 | 1936 | 27,3 | 4,2 | 19,5 | 1952       |
| 3  | 28,8 | 1936       | 21,2 | 3,1 | 15,4 | 1947 | 8,6 | 1968 | 15,3 | 2,8 | 20,3 | 1938 | 35,8 | 1936 | 27,4 | 3,8 | 20,3 | 1945       |
| 4  | 27,4 | 1936       | 20,8 | 3,5 | 12,5 | 1969 | 9,1 | 1969 | 15,0 | 2,7 | 20,7 | 1977 | 34,3 | 1961 | 26,6 | 4,1 | 16,9 | 1941       |
| 5  | 27,2 | 1936       | 20,7 | 3,4 | 11,7 | 1969 | 7,5 | 1969 | 14,8 | 2,9 | 20,4 | 1939 | 35,1 | 1936 | 27,0 | 3,9 | 18,3 | 1944       |
| 6  | 29,2 | 1936       | 20,3 | 3,4 | 12,5 | 1969 | 6,5 | 1944 | 14,5 | 3,0 | 20,2 | 1972 | 37,4 | 1936 | 26,4 | 4,3 | 16,7 | 1969       |
| 7  | 26,1 | 1972       | 19,7 | 3,0 | 14,2 | 1969 | 9,1 | 1944 | 14,5 | 2,8 | 20,6 | 1972 | 35,7 | 1972 | 25,6 | 4,0 | 17,8 | 1960       |
| 8  | 25,7 | 1971       | 19,9 | 2,9 | 14,8 | 1964 | 9,0 | 1944 | 14,1 | 2,9 | 20,9 | 1947 | 33,2 | 1962 | 26,1 | 3,8 | 18,6 | 1976       |
| 9  | 27,5 | 1962       | 20,6 | 3,2 | 14,4 | 1976 | 8,8 | 1941 | 14,9 | 2,8 | 22,0 | 1971 | 35,2 | 1963 | 26,6 | 4,2 | 15,6 | 1976       |
| 10 | 28,1 | 1963       | 20,9 | 3,4 | 13,0 | 1956 | 6,9 | 1957 | 14,8 | 2,8 | 21,6 | 1963 | 35,2 | 1963 | 27,2 | 4,6 | 17,1 | 1973       |
| 11 | 28,1 | 1948       | 20,9 | 3,7 | 13,2 | 1956 | 6,8 | 1926 | 15,2 | 3,4 | 21,9 | 1951 | 34,8 | 1966 | 27,0 | 4,8 | 16,8 | 1973       |
| 12 | 28,4 | 1948, 1951 | 20,7 | 3,4 | 14,1 | 1950 | 5,8 | 1926 | 15,1 | 3,4 | 21,5 | 1948 | 35,5 | 1951 | 26,9 | 4,1 | 18,7 | 1941, 1950 |
| 13 | 28,1 | 1951       | 20,6 | 3,6 | 13,6 | 1950 | 8,7 | 1958 | 15,0 | 3,4 | 22,8 | 1972 | 34,8 | 1966 | 26,4 | 4,1 | 18,8 | 1975       |
| 14 | 28,0 | 1951       | 20,7 | 3,6 | 12,5 | 1975 | 8,7 | 1959 | 14,8 | 3,3 | 22,3 | 1951 | 36,2 | 1966 | 26,6 | 4,8 | 15,5 | 1970       |
| 15 | 29,3 | 1966       | 20,6 | 3,6 | 13,5 | 1965 | 8,5 | 1926 | 15,4 | 3,0 | 22,6 | 1966 | 35,9 | 1966 | 26,5 | 4,5 | 18,2 | 1973       |
| 16 | 29,4 | 1966       | 20,0 | 4,0 | 13,2 | 1944 | 7,7 | 1955 | 14,8 | 3,3 | 21,9 | 1957 | 36,8 | 1966 | 26,0 | 5,1 | 17,4 | 1970       |
| 17 | 27,5 | 1946       | 19,9 | 3,8 | 12,9 | 1947 | 8,6 | 1944 | 14,5 | 3,2 | 21,5 | 1946 | 35,2 | 1954 | 26,1 | 4,7 | 17,0 | 1977       |
| 18 | 27,6 | 1946       | 20,0 | 3,4 | 14,0 | 1980 | 8,6 | 1944 | 14,7 | 2,9 | 20,2 | 1954 | 35,8 | 1946 | 26,3 | 4,2 | 19,3 | 1947       |
| 19 | 29,1 | 1946       | 20,0 | 3,1 | 14,7 | 1977 | 8,1 | 1964 | 14,4 | 2,9 | 21,2 | 1952 | 37,6 | 1946 | 26,4 | 3,6 | 19,1 | 1977       |
| 20 | 29,0 | 1946       | 20,2 | 3,1 | 13,8 | 1980 | 9,7 | 1965 | 14,5 | 2,7 | 21,1 | 1954 | 36,8 | 1946 | 26,7 | 3,7 | 18,7 | 1970       |

|    |      |      |      |     |      |               |     |               |      |     |      |               |      |      |      |     |      |      |
|----|------|------|------|-----|------|---------------|-----|---------------|------|-----|------|---------------|------|------|------|-----|------|------|
| 21 | 27,8 | 1972 | 19,8 | 3,4 | 12,0 | 1962          | 8,8 | 1965          | 14,7 | 3,0 | 21,1 | 1951          | 34,8 | 1946 | 25,8 | 4,3 | 16,1 | 1962 |
| 22 | 27,5 | 1972 | 19,5 | 3,7 | 10,8 | 1949          | 6,9 | 1949          | 14,4 | 3,0 | 21,2 | 1972          | 34,3 | 1966 | 25,3 | 4,9 | 14,0 | 1949 |
| 23 | 28,6 | 1972 | 19,3 | 3,9 | 11,9 | 1949          | 6,6 | 1976          | 14,2 | 3,7 | 22,8 | 1946          | 36,3 | 1972 | 25,4 | 4,5 | 15,5 | 1949 |
| 24 | 28,1 | 1972 | 18,9 | 3,6 | 12,6 | 1971          | 6,4 | 1949          | 14,5 | 3,4 | 22,3 | 1972          | 36,4 | 1972 | 25,4 | 4,6 | 16,8 | 1971 |
| 25 | 28,2 | 1938 | 19,1 | 3,8 | 12,6 | 1950          | 8,2 | 1957,<br>1973 | 13,8 | 3,3 | 21,3 | 1938          | 35,0 | 1938 | 25,3 | 4,5 | 17,7 | 1950 |
| 26 | 26,4 | 1938 | 18,3 | 3,8 | 11,5 | 1980          | 5,9 | 1949          | 13,8 | 3,5 | 20,4 | 1938          | 34,0 | 1938 | 24,1 | 4,6 | 15,6 | 1977 |
| 27 | 26,9 | 1938 | 18,0 | 3,8 | 11,6 | 1970,<br>1973 | 5,6 | 1950          | 13,4 | 3,6 | 19,4 | 1965,<br>1968 | 35,4 | 1938 | 24,0 | 4,8 | 15,7 | 1970 |
| 28 | 26,2 | 1938 | 17,6 | 3,8 | 8,8  | 1970          | 5,3 | 1950          | 12,9 | 3,4 | 19,1 | 1969          | 35,3 | 1938 | 23,2 | 4,8 | 11,7 | 1970 |
| 29 | 27,4 | 1969 | 17,6 | 3,8 | 9,0  | 1966          | 2,7 | 1924          | 12,4 | 3,7 | 21,7 | 1969          | 34,6 | 1969 | 23,7 | 4,5 | 11,4 | 1966 |
| 30 | 25,4 | 1938 | 17,5 | 3,4 | 8,6  | 1966          | 4,8 | 1966          | 11,8 | 3,1 | 19,1 | 1938          | 34,1 | 1938 | 24,0 | 4,1 | 12,5 | 1966 |
| 31 | 26,2 | 1956 | 17,8 | 3,3 | 9,5  | 1966          | 2,2 | 1966          | 12,3 | 3,4 | 20,2 | 1938          | 34,2 | 1956 | 24,1 | 4,2 | 15,0 | 1961 |

## Сентябрь

|    |      |               |      |     |      |      |     |               |      |     |      |      |      |      |      |     |      |      |
|----|------|---------------|------|-----|------|------|-----|---------------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| 1  | 24,0 | 1944          | 17,4 | 2,9 | 11,5 | 1926 | 4,0 | 1926          | 12,6 | 2,9 | 17,7 | 1944 | 31,5 | 1939 | 23,3 | 3,9 | 14,3 | 1979 |
| 2  | 23,0 | 1944          | 16,4 | 2,9 | 9,6  | 1958 | 5,9 | 1962          | 11,4 | 2,7 | 17,7 | 1944 | 30,8 | 1944 | 22,5 | 4,1 | 13,3 | 1959 |
| 3  | 23,6 | 1950          | 16,4 | 3,4 | 10,0 | 1980 | 6,2 | 1964,<br>1972 | 11,2 | 3,1 | 17,0 | 1968 | 31,4 | 1950 | 22,7 | 4,1 | 13,6 | 1958 |
| 4  | 24,7 | 1968          | 17,0 | 3,7 | 10,0 | 1959 | 3,3 | 1939          | 11,3 | 3,7 | 19,1 | 1968 | 30,8 | 1944 | 23,6 | 4,3 | 15,4 | 1945 |
| 5  | 22,6 | 1938          | 17,1 | 3,2 | 10,2 | 1959 | 4,3 | 1939          | 12,2 | 3,3 | 17,8 | 1968 | 31,0 | 1938 | 22,9 | 4,2 | 13,7 | 1945 |
| 6  | 24,2 | 1938          | 16,7 | 3,4 | 10,4 | 1959 | 5,2 | 1961          | 11,6 | 3,3 | 19,3 | 1938 | 31,6 | 1938 | 22,8 | 4,0 | 15,7 | 1947 |
| 7  | 25,5 | 1938          | 16,5 | 3,8 | 8,4  | 1953 | 5,3 | 1972          | 11,0 | 3,3 | 20,6 | 1938 | 31,4 | 1938 | 22,5 | 5,0 | 11,8 | 1953 |
| 8  | 24,0 | 1952,<br>1963 | 16,5 | 4,1 | 8,8  | 1953 | 3,5 | 1953          | 11,1 | 4,2 | 18,3 | 1938 | 31,8 | 1952 | 22,5 | 5,1 | 12,1 | 1970 |
| 9  | 28,0 | 1946          | 15,8 | 4,4 | 8,0  | 1975 | 3,2 | 1939          | 10,6 | 3,5 | 18,3 | 1952 | 32,8 | 1944 | 21,8 | 4,7 | 12,3 | 1979 |
| 10 | 23,5 | 1952          | 15,7 | 3,5 | 8,0  | 1968 | 2,6 | 1968          | 10,6 | 3,2 | 17,4 | 1952 | 31,3 | 1944 | 21,7 | 4,7 | 12,5 | 1979 |
| 11 | 22,8 | 1963          | 15,3 | 3,4 | 9,2  | 1968 | 1,8 | 1968          | 10,2 | 3,4 | 16,7 | 1924 | 30,6 | 1944 | 21,2 | 4,4 | 13,8 | 1956 |
| 12 | 22,0 | 1963          | 15,3 | 3,1 | 8,6  | 1936 | 3,4 | 1968          | 9,9  | 2,8 | 15,9 | 1963 | 28,9 | 1963 | 21,3 | 4,3 | 11,7 | 1956 |
| 13 | 20,6 | 1937,<br>1952 | 15,1 | 3,3 | 7,6  | 1973 | 2,8 | 1945          | 10,5 | 3,5 | 15,4 | 1949 | 29,5 | 1952 | 21,0 | 4,4 | 10,4 | 1973 |
| 14 | 20,7 | 1970          | 14,4 | 3,4 | 6,6  | 1973 | 2,1 | 1944          | 9,4  | 3,6 | 15,8 | 1970 | 28,9 | 1937 | 20,4 | 4,3 | 10,3 | 1973 |
| 15 | 20,1 | 1957          | 13,9 | 3,4 | 7,1  | 1977 | 2,7 | 1964          | 8,9  | 3,2 | 16,3 | 1970 | 27,1 | 1957 | 19,8 | 4,5 | 9,5  | 1977 |
| 16 | 20,7 | 1955          | 14,3 | 3,8 | 6,1  | 1952 | 1,8 | 1936          | 9,1  | 3,8 | 15,8 | 1957 | 29,4 | 1954 | 20,5 | 4,9 | 11,4 | 1974 |
| 17 | 21,2 | 1955          | 14,2 | 4,2 | 6,6  | 1958 | 1,5 | 1958          | 9,2  | 3,6 | 16,6 | 1971 | 29,8 | 1957 | 20,2 | 5,4 | 9,8  | 1973 |

| Число месяца | Средняя суточная |            |         |     |                 |            | Минимальная     |      |         |     |                  |            | Максимальная     |      |         |     |                 |      |
|--------------|------------------|------------|---------|-----|-----------------|------------|-----------------|------|---------|-----|------------------|------------|------------------|------|---------|-----|-----------------|------|
|              | наиболее высокая | год        | средняя | σ   | наиболее низкая | год        | наиболее низкая | год  | средняя | σ   | наиболее высокая | год        | наиболее высокая | год  | средняя | σ   | наиболее низкая | год  |
| 18           | 21,4             | 1955       | 13,4    | 3,8 | 4,7             | 1958       | -2,9            | 1958 | 8,2     | 3,6 | 15,9             | 1955       | 28,6             | 1935 | 19,5    | 4,8 | 10,1            | 1973 |
| 19           | 19,6             | 1935       | 13,0    | 3,5 | 6,2             | 1958       | -1,9            | 1958 | 7,8     | 3,9 | 15,3             | 1955       | 29,3             | 1935 | 18,8    | 4,6 | 8,2             | 1926 |
| 20           | 20,7             | 1937       | 13,1    | 2,9 | 6,6             | 1926       | 0,4             | 1958 | 8,3     | 3,7 | 14,4             | 1952       | 29,2             | 1937 | 19,0    | 3,7 | 8,6             | 1926 |
| 21           | 21,1             | 1937       | 12,4    | 3,0 | 6,8             | 1926, 1961 | 1,4             | 1958 | 7,6     | 2,6 | 15,3             | 1937       | 29,8             | 1937 | 18,6    | 4,5 | 10,4            | 1926 |
| 22           | 20,9             | 1954       | 12,9    | 3,7 | 6,1             | 1961       | 0,7             | 1963 | 7,7     | 3,9 | 15,2             | 1954       | 28,4             | 1954 | 18,8    | 4,7 | 9,4             | 1961 |
| 23           | 19,0             | 1937       | 12,6    | 3,2 | 6,8             | 1956       | 1,5             | 1956 | 7,8     | 3,6 | 14,0             | 1975       | 28,1             | 1924 | 18,5    | 4,1 | 10,3            | 1978 |
| 24           | 18,2             | 1924, 1937 | 11,6    | 3,6 | 3,6             | 1973       | -0,6            | 1956 | 6,6     | 3,5 | 12,6             | 1979       | 28,7             | 1924 | 17,7    | 4,6 | 7,7             | 1956 |
| 25           | 19,6             | 1924       | 11,4    | 3,8 | 2,6             | 1973       | -1,1            | 1973 | 6,6     | 3,6 | 13,4             | 1979       | 28,3             | 1924 | 17,3    | 4,8 | 6,5             | 1973 |
| 26           | 21,3             | 1937       | 12,0    | 3,9 | 2,0             | 1973       | -1,6            | 1939 | 7,5     | 4,0 | 16,0             | 1979       | 30,4             | 1937 | 17,4    | 5,1 | 3,4             | 1973 |
| 27           | 18,7             | 1945       | 11,7    | 3,8 | 2,7             | 1977       | -1,9            | 1939 | 7,1     | 4,0 | 14,8             | 1963       | 28,8             | 1945 | 17,6    | 4,6 | 6,4             | 1977 |
| 28           | 18,0             | 1924       | 11,2    | 3,9 | 1,3             | 1977       | -1,0            | 1977 | 7,1     | 3,5 | 13,6             | 1974       | 25,3             | 1924 | 16,4    | 4,4 | 5,3             | 1977 |
| 29           | 17,3             | 1924       | 10,3    | 3,4 | 1,8             | 1977       | -2,6            | 1977 | 6,2     | 3,9 | 14,0             | 1936, 1962 | 26,0             | 1924 | 15,3    | 4,2 | 5,8             | 1977 |
| 30           | 17,5             | 1924       | 9,9     | 3,7 | 2,4             | 1970       | -2,0            | 1966 | 5,4     | 4,1 | 14,5             | 1962       | 25,0             | 1954 | 15,6    | 4,4 | 5,6             | 1959 |

## Октябрь

|   |      |      |      |     |     |      |      |      |     |     |      |      |      |            |      |     |     |            |
|---|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------------|------|-----|-----|------------|
| 1 | 17,4 | 1944 | 10,1 | 3,2 | 2,9 | 1976 | -1,4 | 1976 | 5,8 | 3,1 | 13,3 | 1944 | 25,6 | 1936       | 15,4 | 4,4 | 5,5 | 1970       |
| 2 | 16,3 | 1969 | 10,0 | 3,3 | 3,6 | 1976 | -2,0 | 1976 | 5,6 | 3,3 | 11,3 | 1973 | 22,3 | 1935, 1949 | 15,2 | 4,3 | 4,8 | 1931       |
| 3 | 17,6 | 1952 | 9,6  | 3,7 | 3,2 | 1946 | -0,2 | 1954 | 5,4 | 3,6 | 11,2 | 1953 | 28,6 | 1952       | 14,8 | 5,2 | 6,4 | 1931       |
| 4 | 19,6 | 1952 | 9,3  | 4,1 | 1,5 | 1959 | -2,2 | 1976 | 5,2 | 4,1 | 13,0 | 1952 | 27,7 | 1952       | 14,2 | 5,3 | 5,2 | 1979       |
| 5 | 17,3 | 1966 | 8,9  | 3,9 | 1,5 | 1939 | -1,7 | 1939 | 5,0 | 4,0 | 13,4 | 1935 | 24,4 | 1966       | 14,1 | 5,0 | 5,4 | 1939, 1959 |
| 6 | 16,6 | 1963 | 8,9  | 4,2 | 0,6 | 1971 | -2,7 | 1939 | 4,9 | 4,1 | 12,7 | 1955 | 24,4 | 1963       | 13,8 | 5,1 | 3,4 | 1971       |
| 7 | 15,0 | 1963 | 8,8  | 3,7 | 0,9 | 1971 | -2,5 | 1939 | 4,6 | 3,7 | 10,2 | 1955 | 24,0 | 1966       | 14,0 | 5,0 | 4,3 | 1971       |

|    |      |               |     |     |      |                        |       |               |     |     |      |               |      |               |      |     |      |      |
|----|------|---------------|-----|-----|------|------------------------|-------|---------------|-----|-----|------|---------------|------|---------------|------|-----|------|------|
| 8  | 14,8 | 1948,<br>1974 | 8,8 | 3,3 | 1,7  | 1949                   | -3,9  | 1949          | 4,6 | 3,8 | 12,3 | 1936          | 25,0 | 1935          | 14,0 | 4,0 | 5,7  | 1939 |
| 9  | 15,3 | 1974          | 8,3 | 3,4 | 0,9  | 1959                   | -2,7  | 1959          | 3,9 | 3,7 | 12,9 | 1963          | 23,3 | 1935          | 13,3 | 4,4 | 3,7  | 1946 |
| 10 | 15,2 | 1974          | 7,9 | 4,3 | 0,0  | 1939                   | -4,5  | 1961          | 4,0 | 4,5 | 12,5 | 1963          | 23,8 | 1935          | 12,7 | 5,0 | 3,0  | 1939 |
| 11 | 15,1 | 1935          | 7,9 | 4,3 | -0,6 | 1939                   | -5,5  | 1949          | 3,8 | 4,5 | 12,6 | 1974          | 24,4 | 1935          | 12,9 | 5,3 | 0,1  | 1939 |
| 12 | 15,7 | 1935          | 7,6 | 4,1 | -2,6 | 1939                   | -7,5  | 1939          | 3,1 | 4,4 | 10,9 | 1938,<br>1960 | 24,4 | 1935          | 12,6 | 5,2 | 0,9  | 1939 |
| 13 | 14,2 | 1960          | 7,3 | 4,1 | -1,6 | 1939                   | -7,1  | 1939          | 2,6 | 4,6 | 12,3 | 1960          | 23,4 | 1935          | 13,1 | 5,0 | 3,3  | 1939 |
| 14 | 14,9 | 1972          | 7,2 | 3,7 | 0,1  | 1939                   | -2,6  | 1959,<br>1962 | 2,6 | 3,6 | 12,7 | 1972          | 20,6 | 1974          | 12,5 | 4,6 | 1,6  | 1939 |
| 15 | 14,2 | 1969          | 7,3 | 3,8 | -0,9 | 1976                   | -5,2  | 1946          | 3,2 | 3,6 | 11,3 | 1938          | 20,7 | 1964          | 12,2 | 5,2 | 1,9  | 1976 |
| 16 | 14,7 | 1969          | 7,3 | 4,6 | -5,5 | 1976                   | -6,5  | 1976          | 3,6 | 4,2 | 11,3 | 1964          | 19,8 | 1967          | 11,5 | 5,5 | -3,5 | 1976 |
| 17 | 13,3 | 1953          | 6,6 | 4,2 | -4,2 | 1976                   | -8,0  | 1976          | 3,1 | 4,6 | 11,4 | 1964          | 18,2 | 1967          | 11,2 | 4,5 | -1,2 | 1976 |
| 18 | 14,0 | 1979          | 6,8 | 3,8 | -3,6 | 1976                   | -8,1  | 1949          | 3,2 | 4,3 | 12,0 | 1979          | 21,6 | 1967          | 11,3 | 4,9 | -0,9 | 1976 |
| 19 | 16,2 | 1955          | 7,1 | 3,6 | -3,1 | 1976                   | -10,0 | 1949          | 3,8 | 4,3 | 12,9 | 1955          | 20,2 | 1955          | 11,1 | 4,0 | -0,6 | 1976 |
| 20 | 13,0 | 1955          | 6,4 | 3,4 | -2,7 | 1976                   | -8,4  | 1949          | 2,9 | 3,9 | 10,7 | 1938          | 20,2 | 1954          | 10,7 | 4,4 | -0,2 | 1976 |
| 21 | 13,0 | 1969          | 5,9 | 3,6 | -2,6 | 1965                   | -7,1  | 1965          | 2,4 | 3,7 | 9,7  | 1954          | 18,4 | 1944          | 10,2 | 4,7 | 0,4  | 1945 |
| 22 | 15,1 | 1970          | 5,8 | 4,0 | -3,6 | 1945                   | -5,3  | 1945          | 2,1 | 3,7 | 10,6 | 1970          | 20,3 | 1970          | 10,1 | 5,0 | -1,7 | 1945 |
| 23 | 15,6 | 1970          | 6,0 | 4,2 | -3,3 | 1945                   | -5,6  | 1945          | 2,7 | 4,2 | 12,6 | 1970          | 21,9 | 1935          | 10,2 | 5,0 | -0,6 | 1945 |
| 24 | 15,9 | 1935          | 5,2 | 4,5 | -2,2 | 1946                   | -4,9  | 1945          | 2,4 | 4,5 | 12,1 | 1935          | 23,5 | 1935          | 9,0  | 5,2 | -0,8 | 1947 |
| 25 | 14,1 | 1935          | 4,7 | 4,3 | -4,1 | 1959                   | -7,3  | 1969          | 1,5 | 4,4 | 10,9 | 1955          | 19,1 | 1935          | 8,4  | 5,4 | -1,0 | 1946 |
| 26 | 14,0 | 1931          | 5,1 | 4,2 | -2,4 | 1968                   | -7,7  | 1969          | 1,5 | 4,5 | 10,5 | 1966          | 17,0 | 1931,<br>1967 | 8,7  | 4,7 | -0,4 | 1947 |
| 27 | 14,0 | 1966          | 5,2 | 3,7 | -2,7 | 1976                   | -5,9  | 1968          | 2,1 | 3,9 | 11,8 | 1966          | 17,6 | 1949          | 9,2  | 4,5 | -1,4 | 1976 |
| 28 | 13,9 | 1966          | 5,0 | 4,2 | -3,1 | 1971                   | -5,7  | 1951,<br>1971 | 2,2 | 4,2 | 11,4 | 1966          | 18,3 | 1967          | 8,6  | 5,2 | -0,9 | 1947 |
| 29 | 12,0 | 1967          | 4,1 | 4,5 | -4,6 | 1976                   | -7,6  | 1971          | 1,1 | 4,7 | 9,9  | 1948          | 18,6 | 1962          | 8,1  | 5,4 | -0,7 | 1976 |
| 30 | 12,1 | 1935,<br>1938 | 4,2 | 4,4 | -3,2 | 1953,<br>1968,<br>1976 | -9,1  | 1976          | 0,9 | 4,8 | 10,5 | 1962          | 17,7 | 1967          | 8,2  | 5,0 | -1,2 | 1946 |
| 31 | 13,9 | 1960          | 3,6 | 4,9 | -5,8 | 1956                   | -7,3  | 1956          | 0,8 | 4,9 | 10,5 | 1938          | 19,6 | 1967          | 7,0  | 5,3 | -3,5 | 1953 |

Ноябрь

|   |      |      |     |     |       |      |       |      |      |     |      |      |      |      |     |     |       |      |
|---|------|------|-----|-----|-------|------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|-----|-----|-------|------|
| 1 | 14,9 | 1926 | 2,8 | 5,0 | -8,1  | 1979 | -10,3 | 1979 | 0,1  | 5,4 | 9,7  | 1938 | 20,6 | 1926 | 6,4 | 5,3 | -6,0  | 1979 |
| 2 | 12,9 | 1938 | 2,9 | 4,7 | -12,0 | 1979 | -14,8 | 1979 | 0,3  | 5,2 | 11,1 | 1938 | 15,8 | 1926 | 6,3 | 4,5 | -10,3 | 1979 |
| 3 | 13,0 | 1938 | 2,8 | 4,7 | -12,6 | 1979 | -16,6 | 1979 | -0,1 | 5,4 | 10,5 | 1938 | 15,9 | 1938 | 6,4 | 4,4 | -8,1  | 1979 |

| Число месяца | Средняя суточная |            |         |     |                 |      | Минимальная     |      |         |     |                  |            | Максимальная     |      |         |     |                 |      |
|--------------|------------------|------------|---------|-----|-----------------|------|-----------------|------|---------|-----|------------------|------------|------------------|------|---------|-----|-----------------|------|
|              | наиболее высокая | год        | средняя | σ   | наиболее низкая | год  | наиболее низкая | год  | средняя | σ   | наиболее высокая | год        | наиболее высокая | год  | средняя | σ   | наиболее низкая | год  |
| 4            | 10,5             | 1969       | 2,9     | 4,5 | -8,5            | 1979 | -13,4           | 1979 | 0,0     | 5,1 | 8,8              | 1969       | 15,3             | 1967 | 6,5     | 4,6 | -4,3            | 1979 |
| 5            | 10,5             | 1969       | 3,0     | 4,5 | -7,8            | 1956 | -12,3           | 1956 | 0,4     | 4,8 | 7,9              | 1957       | 14,8             | 1969 | 6,3     | 4,6 | -5,0            | 1979 |
| 6            | 9,2              | 1967       | 3,0     | 3,6 | -4,8            | 1979 | -7,6            | 1953 | 0,6     | 3,8 | 6,7              | 1938       | 13,2             | 1950 | 6,1     | 3,6 | -1,3            | 1956 |
| 7            | 9,1              | 1950       | 2,7     | 3,3 | -4,2            | 1980 | -8,6            | 1975 | -0,2    | 3,4 | 5,4              | 1950       | 13,7             | 1967 | 6,2     | 3,6 | -1,8            | 1966 |
| 8            | 9,4              | 1963       | 2,1     | 4,1 | -6,6            | 1953 | -11,1           | 1953 | -0,5    | 4,3 | 8,0              | 1952       | 13,2             | 1963 | 5,3     | 4,2 | -2,5            | 1966 |
| 9            | 12,1             | 1952       | 2,4     | 4,3 | -6,8            | 1956 | -10,1           | 1953 | -0,5    | 4,6 | 8,7              | 1952       | 15,4             | 1952 | 5,7     | 4,4 | -5,0            | 1956 |
| 10           | 10,7             | 1936       | 3,0     | 3,5 | -8,0            | 1956 | -11,0           | 1956 | 0,2     | 4,1 | 9,3              | 1936       | 12,3             | 1936 | 6,3     | 3,1 | -5,5            | 1956 |
| 11           | 10,6             | 1936       | 3,4     | 3,8 | -7,1            | 1956 | -11,3           | 1956 | 0,9     | 4,5 | 7,9              | 1952       | 13,2             | 1936 | 6,3     | 3,8 | -6,0            | 1956 |
| 12           | 11,1             | 1936       | 2,8     | 4,0 | -6,3            | 1924 | -11,4           | 1956 | 0,5     | 4,4 | 9,9              | 1936       | 13,4             | 1945 | 5,8     | 3,9 | -5,0            | 1924 |
| 13           | 8,4              | 1963, 1977 | 2,4     | 4,0 | -5,4            | 1951 | -8,9            | 1924 | 0,0     | 4,3 | 6,4              | 1977       | 11,6             | 1936 | 5,3     | 3,7 | -3,5            | 1951 |
| 14           | 9,2              | 1954       | 2,0     | 4,2 | -6,6            | 1948 | -10,7           | 1975 | -0,3    | 4,6 | 7,7              | 1954       | 11,0             | 1977 | 4,4     | 4,0 | -4,7            | 1965 |
| 15           | 10,9             | 1950       | 1,7     | 4,0 | -8,2            | 1965 | -9,3            | 1965 | -0,4    | 4,2 | 7,1              | 1954       | 15,9             | 1950 | 4,5     | 4,2 | -6,9            | 1965 |
| 16           | 11,1             | 1977       | 1,9     | 4,5 | -11,2           | 1965 | -12,9           | 1965 | -0,9    | 4,9 | 10,2             | 1977       | 13,4             | 1977 | 4,8     | 4,5 | -9,1            | 1965 |
| 17           | 10,9             | 1977       | 1,6     | 4,3 | -12,2           | 1965 | -15,0           | 1965 | -0,7    | 4,3 | 8,8              | 1977       | 13,4             | 1963 | 4,1     | 4,7 | -10,2           | 1965 |
| 18           | 10,0             | 1940       | 0,9     | 4,2 | -12,8           | 1965 | -15,8           | 1965 | -1,1    | 4,4 | 9,0              | 1940       | 14,5             | 1947 | 3,4     | 4,6 | -10,7           | 1965 |
| 19           | 11,1             | 1940       | 0,9     | 4,9 | -13,6           | 1965 | -19,4           | 1965 | -1,7    | 5,3 | 8,6              | 1940, 1966 | 15,6             | 1940 | 3,8     | 4,8 | -6,6            | 1965 |
| 20           | 10,4             | 1940       | 0,3     | 5,0 | -8,6            | 1960 | -12,6           | 1953 | -2,0    | 5,6 | 8,4              | 1971       | 12,9             | 1926 | 2,9     | 5,0 | -7,2            | 1960 |
| 21           | 10,4             | 1971       | 0,1     | 4,8 | -9,5            | 1935 | -13,6           | 1935 | -2,2    | 5,2 | 8,1              | 1963       | 13,7             | 1971 | 2,7     | 4,5 | -5,1            | 1956 |
| 22           | 8,3              | 1962       | -0,9    | 4,5 | -11,5           | 1935 | -15,4           | 1935 | -3,3    | 5,1 | 6,5              | 1926       | 11,4             | 1940 | 2,1     | 4,3 | -6,1            | 1959 |
| 23           | 7,7              | 1977       | -1,1    | 4,8 | -11,4           | 1955 | -15,9           | 1956 | -3,7    | 5,6 | 5,4              | 1966, 1969 | 10,4             | 1962 | 1,9     | 4,2 | -7,9            | 1955 |
| 24           | 7,6              | 1969       | -0,8    | 4,5 | -10,4           | 1953 | -12,6           | 1953 | -3,0    | 4,7 | 6,9              | 1969       | 10,4             | 1971 | 1,7     | 4,4 | -8,5            | 1953 |
| 25           | 9,2              | 1969       | -0,9    | 5,1 | -16,6           | 1953 | -20,9           | 1953 | -3,2    | 5,6 | 6,2              | 1969       | 12,8             | 1969 | 1,4     | 4,8 | -12,0           | 1953 |
| 26           | 9,6              | 1969       | -1,2    | 4,9 | -13,3           | 1953 | -15,5           | 1953 | -3,8    | 5,3 | 5,5              | 1969       | 12,8             | 1969 | 1,2     | 4,5 | -10,5           | 1953 |
| 27           | 12,0             | 1969       | -1,1    | 4,8 | -14,6           | 1959 | -17,5           | 1959 | -3,6    | 5,9 | 10,6             | 1969       | 13,9             | 1969 | 1,4     | 5,0 | -10,0           | 1959 |
| 28           | 9,6              | 1949       | -1,4    | 5,3 | -13,8           | 1959 | -18,7           | 1959 | -4,0    | 5,8 | 6,2              | 1949       | 13,6             | 1969 | 1,3     | 4,9 | -9,0            | 1931 |
| 29           | 9,2              | 1980       | -0,8    | 4,8 | -18,7           | 1931 | -20,3           | 1931 | -3,6    | 5,6 | 6,3              | 1949       | 11,4             | 1974 | 2,0     | 4,4 | -11,6           | 1931 |
| 30           | 7,9              | 1980       | -0,9    | 4,0 | -16,6           | 1931 | -21,4           | 1931 | -3,2    | 4,5 | 1,8              | 1947, 1984 | 10,0             | 1974 | 1,6     | 4,0 | -11,4           | 1931 |

## Декабрь

|    |      |               |      |     |       |      |       |      |      |     |     |               |      |      |      |     |       |      |
|----|------|---------------|------|-----|-------|------|-------|------|------|-----|-----|---------------|------|------|------|-----|-------|------|
| 1  | 10,0 | 1964          | -0,8 | 3,4 | -12,7 | 1931 | -16,7 | 1931 | -2,7 | 4,0 | 7,9 | 1964          | 12,4 | 1964 | 1,2  | 3,3 | -11,2 | 1931 |
| 2  | 8,8  | 1964          | -0,7 | 3,8 | -15,2 | 1931 | -17,1 | 1931 | -2,7 | 4,6 | 6,9 | 1964          | 12,0 | 1964 | 1,8  | 3,7 | -12,2 | 1931 |
| 3  | 6,4  | 1961          | -0,9 | 4,6 | -16,7 | 1931 | -22,1 | 1931 | -2,8 | 5,1 | 4,8 | 1961          | 10,4 | 1964 | 1,3  | 4,5 | -10,7 | 1973 |
| 4  | 6,6  | 1924          | -0,7 | 4,5 | -14,9 | 1931 | -21,5 | 1931 | -2,9 | 5,1 | 5,6 | 1979          | 10,0 | 1935 | 1,5  | 4,5 | -10,0 | 1945 |
| 5  | 8,1  | 1937          | -0,6 | 5,0 | -13,8 | 1959 | -17,4 | 1959 | -2,7 | 5,8 | 5,8 | 1937          | 11,2 | 1976 | 1,6  | 4,8 | -9,0  | 1945 |
| 6  | 10,1 | 1976          | -0,9 | 6,0 | -22,2 | 1959 | -24,3 | 1959 | -3,1 | 6,7 | 7,3 | 1976          | 13,4 | 1976 | 1,6  | 5,9 | -17,3 | 1959 |
| 7  | 7,6  | 1960          | -1,6 | 6,5 | -23,6 | 1959 | -26,3 | 1959 | -3,7 | 7,0 | 6,5 | 1960          | 8,9  | 1960 | 0,7  | 6,3 | -19,8 | 1959 |
| 8  | 6,3  | 1939          | -2,2 | 6,3 | -20,5 | 1959 | -24,9 | 1959 | -4,2 | 6,9 | 4,8 | 1939          | 8,1  | 1960 | -0,1 | 5,6 | -14,7 | 1959 |
| 9  | 5,2  | 1939          | -2,3 | 5,3 | -19,5 | 1945 | -22,2 | 1945 | -4,7 | 5,9 | 4,4 | 1939          | 8,1  | 1965 | 0,0  | 4,9 | -16,0 | 1945 |
| 10 | 3,5  | 1944          | -3,4 | 5,2 | -15,7 | 1968 | -19,5 | 1968 | -5,9 | 6,2 | 2,8 | 1939          | 6,6  | 1967 | -0,4 | 4,1 | -11,8 | 1945 |
| 11 | 5,7  | 1965          | -3,8 | 6,1 | -19,5 | 1968 | -21,9 | 1968 | -6,4 | 6,9 | 4,8 | 1979          | 7,9  | 1951 | -1,4 | 5,5 | -16,7 | 1968 |
| 12 | 8,5  | 1979          | -4,0 | 5,6 | -19,2 | 1963 | -22,2 | 1963 | -6,2 | 6,5 | 6,0 | 1979          | 10,0 | 1979 | -1,5 | 5,0 | -13,1 | 1963 |
| 13 | 6,8  | 1965          | -4,4 | 5,7 | -17,3 | 1963 | -21,0 | 1963 | -7,1 | 6,4 | 5,6 | 1965          | 9,8  | 1979 | -1,8 | 5,0 | -14,2 | 1963 |
| 14 | 5,8  | 1957          | -4,7 | 5,3 | -16,3 | 1977 | -19,5 | 1977 | -7,2 | 5,4 | 1,3 | 1950          | 8,7  | 1957 | -2,0 | 5,1 | -12,6 | 1977 |
| 15 | 6,2  | 1962          | -4,3 | 5,9 | -18,3 | 1967 | -21,6 | 1967 | -6,8 | 6,6 | 1,3 | 1960          | 8,5  | 1962 | -1,5 | 5,0 | -12,8 | 1967 |
| 16 | 5,0  | 1952          | -4,2 | 5,8 | -16,2 | 1938 | -18,9 | 1967 | -6,8 | 6,3 | 3,7 | 1958          | 8,4  | 1952 | -1,5 | 5,3 | -13,1 | 1938 |
| 17 | 5,6  | 1937          | -4,1 | 5,3 | -17,8 | 1938 | -19,3 | 1946 | -6,7 | 6,1 | 3,0 | 1937          | 6,6  | 1937 | -1,1 | 4,8 | -15,2 | 1938 |
| 18 | 5,1  | 1937,<br>1958 | -4,3 | 5,6 | -19,1 | 1946 | -22,6 | 1946 | -6,8 | 6,3 | 2,7 | 1958          | 8,6  | 1937 | -1,4 | 5,1 | -17,5 | 1938 |
| 19 | 5,5  | 1958          | -5,2 | 6,2 | -20,7 | 1945 | -24,7 | 1945 | -7,6 | 7,2 | 3,1 | 1958          | 8,9  | 1968 | -2,3 | 5,9 | -16,9 | 1938 |
| 20 | 5,9  | 1968          | -5,0 | 5,5 | -19,0 | 1945 | -24,5 | 1945 | -7,8 | 6,4 | 4,1 | 1968          | 8,7  | 1937 | -1,9 | 5,5 | -15,2 | 1938 |
| 21 | 3,3  | 1960          | -4,8 | 4,9 | -16,1 | 1978 | -20,1 | 1978 | -7,2 | 5,9 | 2,0 | 1960          | 8,6  | 1937 | -2,1 | 4,6 | -12,8 | 1978 |
| 22 | 4,6  | 1960          | -4,8 | 5,8 | -18,2 | 1967 | -21,1 | 1967 | -7,0 | 6,2 | 1,5 | 1960          | 7,5  | 1960 | -2,2 | 5,0 | -13,9 | 1978 |
| 23 | 7,1  | 1960          | -4,7 | 6,1 | -18,6 | 1967 | -24,4 | 1967 | -7,2 | 7,0 | 4,3 | 1960          | 10,2 | 1960 | -2,1 | 5,2 | -13,3 | 1938 |
| 24 | 3,3  | 1980          | -5,3 | 6,4 | -20,5 | 1969 | -22,2 | 1969 | -7,5 | 6,9 | 1,6 | 1954,<br>1960 | 5,8  | 1954 | -3,1 | 5,8 | -17,3 | 1969 |
| 25 | 3,1  | 1960          | -5,2 | 6,2 | -20,8 | 1924 | -23,7 | 1924 | -7,6 | 6,9 | 2,4 | 1960          | 5,0  | 1967 | -2,9 | 5,8 | -18,4 | 1924 |
| 26 | 4,3  | 1980          | -5,2 | 5,6 | -20,9 | 1924 | -23,7 | 1924 | -8,0 | 6,2 | 2,3 | 1960          | 6,1  | 1960 | -2,5 | 5,2 | -17,7 | 1924 |
| 27 | 4,1  | 1980          | -5,5 | 5,9 | -20,2 | 1953 | -23,6 | 1924 | -7,9 | 6,3 | 3,0 | 1960          | 6,1  | 1960 | -3,0 | 5,4 | -17,4 | 1953 |
| 28 | 4,2  | 1964          | -5,4 | 5,6 | -17,7 | 1924 | -21,1 | 1924 | -7,7 | 6,2 | 2,9 | 1964          | 7,3  | 1964 | -2,5 | 5,0 | -13,7 | 1924 |
| 29 | 3,9  | 1968          | -5,2 | 6,1 | -18,9 | 1939 | -21,7 | 1939 | -7,6 | 6,6 | 1,4 | 1959          | 7,6  | 1968 | -2,5 | 5,6 | -14,5 | 1950 |
| 30 | 4,4  | 1960          | -5,1 | 5,9 | -19,1 | 1939 | -25,3 | 1939 | -8,2 | 7,1 | 2,2 | 1974          | 7,6  | 1968 | -1,8 | 5,0 | -14,0 | 1924 |
| 31 | 3,7  | 1931          | -5,6 | 6,5 | -24,8 | 1969 | -27,0 | 1969 | -8,1 | 7,0 | 1,2 | 1960          | 6,5  | 1960 | -2,9 | 6,2 | -21,9 | 1969 |

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |     |
|---|-----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ . . . . .   | 3   |
| 1. ВВЕДЕНИЕ . . . . .   | 5   |
| 1.1. Физико-географические условия местоположения города и его окрестностей . . . . .         | —   |
| 1.2. Краткая история развития метеорологических наблюдений . . . . .                          | 11  |
| 1.3. Характеристика материала метеорологических наблюдений и методика его обработки . . . . . | 14  |
| 2. РАДИАЦИОННЫЙ И СВЕТОВОЙ РЕЖИМ . . . . .  | 17  |
| 2.1. Продолжительность солнечного сияния . . . . .  | 18  |
| 2.2. Радиационный баланс подстилающей поверхности . . . . .                                   | 20  |
| 2.3. Радиационный режим вертикальных и наклонных поверхностей . . . . .                       | 23  |
| 2.4. Естественная освещенность . . . . .  | 25  |
| 3. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ . . . . .   | 27  |
| 3.1. Атмосферное давление . . . . .   | 31  |
| 3.2. Ветер . . . . .  | 34  |
| 4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ . . . . .  | 46  |
| 4.1. Температура воздуха . . . . .  | —   |
| 4.2. Температура почвы . . . . .  | 59  |
| 5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ . . . . .   | 65  |
| 5.1. Влажность воздуха . . . . .  | —   |
| 5.2. Атмосферные осадки . . . . .   | 75  |
| 5.3. Снежный покров . . . . .   | 88  |
| 6. РЕЖИМ ОБЛАЧНОСТИ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ . . . . .   | 93  |
| 6.1. Облачность . . . . .   | —   |
| 6.2. Дальность видимости . . . . .  | 100 |
| 6.3. Туман . . . . .  | 103 |
| 6.4. Гололедно-изморозевые отложения . . . . .  | 111 |
| 6.5. Иней и роса . . . . .  | 114 |
| 6.6. Метели . . . . .   | 117 |
| 6.7. Грозы и град . . . . .   | 122 |
| 6.8. Пыльные бури . . . . .   | 130 |
| 6.9. Засушливые явления . . . . .   | 132 |
| 7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ . . . . .   | 140 |
| 7.1. Зима . . . . .   | —   |
| 7.2. Весна . . . . .  | 149 |
| 7.3. Лето . . . . .   | 151 |
| 7.4. Осень . . . . .  | 156 |
| 8. МЕЗО- И МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОДА (И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ) . . . . .               | 163 |
| 8.1. Озеленение и его влияние на микроклимат города . . . . .                                 | 174 |
| 8.2. Некоторые показатели теплового режима зданий . . . . .                                   | 177 |
| 9. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДА . . . . .   | 182 |
| 10. ХАРАКТЕРИСТИКА БИОКЛИМАТА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ . . . . .                                       | 188 |
| 11. ИЗМЕНЕНИЯ И КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА . . . . .   | 194 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .   | 199 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ . . . . .  | 202 |