

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ —  
МИРОВОЙ ЦЕНТР ДАННЫХ

# КЛИМАТ

## Калуги

Под редакцией  
д-ра геогр. наук Ц. А. ШВЕР,  
канд. геогр. наук А. И. НЕУШКИНА



Ленинград Гидрометеоздат  
1989

551.26 551.2004 219  
УДК 551.582.1(471.318-21)

В книге содержатся результаты многолетних исследований климата г. Калуги. Рассматриваются физико-географические условия, приводятся краткие сведения об истории развития метеорологических наблюдений в Калуге и дается описание климата города. Общая характеристика сезонов рассматривается с учетом особенностей циркуляции атмосферы и распределения основных характеристик (солнечной радиации, атмосферного давления, скорости и направления ветра, температуры и влажности воздуха, осадков, снежного покрова, облачности и атмосферных явлений). Отдельная глава посвящена многолетним колебаниям климата, асинхронным связям аномалий метеорологических характеристик и достоверности некоторых народных примет о погоде.

Книга рассчитана на метеорологов, климатологов, географов, гидрологов, агрономов, работников транспорта и градостроительства и других специалистов, использующих информацию о климате.

218312

К 1805040500-064 10-89(1)  
069(02)-89

© Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации — Мировой центр данных (ВНИИГМИ — МЦД), 1989 г.

ISBN 5-286-00376-2

Ленинградский  
Гидрометеорологический ин-т  
БИБЛИОТЕКА  
Л-д 195196 Малоохтинский пр., 98

## ПРЕДИСЛОВИЕ

За последние десятилетия заметно повысилось внимание к изучению особенностей городского климата. Этой теме посвящена серия изданий «Климат-города». Обобщение использованных в этих изданиях результатов метеорологических наблюдений проводилось с учетом методических рекомендаций, разработанных в Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова.

Большое внимание, уделяемое проблеме городского климата, определяется рядом причин. К ним в первую очередь следует отнести рост городов. Современный промышленный город своей инфраструктурой активно воздействует на окружающую среду и создает особый, присущий только ему микроклиматический режим. Учет особенностей климата города особенно необходим при планировании и ведении городского хозяйства, проектировании промышленного, гражданского и жилищного строительства, при организации и проведении санитарно-профилактических и природо-охранных мероприятий. Поэтому исследование особенностей микроклиматического режима города и тенденций изменения климата представляет большой практический интерес.

В данной книге систематизирован и обобщен материал многолетних метеорологических наблюдений в г. Калуге. При подготовке настоящего издания использовались материалы «Справочника по климату СССР», вып. 8, ч. 1—5 [10], дополненные данными наблюдений за последние годы и результатами специальных микроклиматических наблюдений. Кроме того, в книге приведен ряд новых показателей, в частности метеорологические характеристики по сезонам, данные о гололедно-изморозевых образованиях, тенденциях изменения климатических величин (температуры воздуха и осадков) и др.

Книга подготовлена сотрудниками Всесоюзного научно-исследовательского института гидрометеорологической информации — Мирового центра данных А. И. Неушкиным и М. Х. Байдалом при участии И. Н. Горшковой (гл. 9) и А. К. Алексеевой (п. 1.2). В сборе, обработке материалов и оформлении рукописи приняли участие сотрудники лаборатории комплексного мониторинга синоптических объектов ВНИИГМИ — МЦД А. Т. Санина, Т. А. Михнева, Л. К. Горячева, Н. В. Алымова и И. Г. Белехова.

Научно-методическое рецензирование проведено в Управлении по гидрометеорологии ЦЧО, в Калужском центре по гидрометеорологии и в Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова д-ром геогр. наук Ц. А. Швер.

Авторы выражают большую признательность за некоторые предоставленные материалы Р. Ф. Александровой и В. П. Шиловой (Калужский центр по гидрометеорологии), Г. М. Зусько и Л. В. Никуловой (Управление по гидрометеорологии ЦЧО).

## 1. ВВЕДЕНИЕ

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

Город Калуга и прилегающая к нему местность расположены на северной окраине Среднерусской возвышенности в лесной зоне. Местность слабохолмистая, небольшие холмы (высотой 10—15 м) имеют вытянутую форму. Почвы в основном дерново-подзолистые и суглинистые. Грунтовые воды залегают на глубине 4 м.

Крупным важным объектом в районе является р. Ока, протекающая через г. Калугу с западо-северо-запада на востоко-юго-востоки. Ширина реки в межень около 220—230 м.

Город Калуга — областной центр, расположен в 180 км от Москвы на высоком левом берегу Оки. Город был основан в 1371 г. как крепость для обороны юго-западных границ Московского государства. В 1776 г. Калуга становится губернским городом; обилие зелени создали Калуге славу одного из самых красивых городов. Путешественники, посетившие Калугу, писали: «Город Калуга стоит на Оке, на горе высоко, красиво. Немного таких городов в Московском государстве». Н. В. Гоголь, любящий Калугу с правого берега Оки, сравнивал ее с Константинополем.

На старом гербе Калуги изображен серебряный перекид (лента) на зеленом поле. Герб подчеркивал обилие на Калужской земле рек и зеленых просторов: лесов, полей, лугов. Живописная Калужская земля щедро воспета художниками и писателями. В Калужской области замечательные условия для охоты и рыбной ловли. Леса, занимающие более  $\frac{1}{3}$  территории, богаты промысловыми животными, а также ягодами, грибами и орехами. В живописных местах, в лесах и на берегах рек построены прекрасные здравницы: Тарусский (им. Куйбышева) и Балабановский дома отдыха, санатории «Нагорное», «Воробьево», «Павлищев бор», «Восход», детские санатории.

Летом на Оке можно совершить экскурсии (до Тарусы и музея-усадьбы «Поленово») и прогулки на теплоходах и быстроходных катерах.

За годы Советской власти Калуга превратилась в город с высокоразвитым промышленным производством. Население города составляет около 300 тыс. человек, площадь 5,6 тыс. км<sup>2</sup>.

В Калуге много замечательных памятников русского зодчества, таких, как ансамбль зданий присутственных мест и Троицкий собор, Гостиные ряды и каменный мост через Березуйский овраг, палаты Коробовых и др. Мост через Березуйский овраг, сооруженный в 1780 г. по проекту архитектора П. Р. Никитина, — самый крупный и значительный из сохранившихся в Советском Союзе каменных мостов XVIII в.

В Калуге в течение 43 лет (1892—1935 гг.) жил и работал великий русский ученый Константин Эдуардович Циолковский.

Здесь прозвучали его пророческие слова: «Человечество не останется вечно на Земле, но в погоне за светом и пространством сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство». Гордость калужан — Го-



Рис. 1. Государственный музей истории космонавтики им. К. Э. Циолковского.

сударственный музей истории космонавтики им. К. Э. Циолковского, открытый в 1967 г. (рис. 1). Музей построен по специальному постановлению Советского правительства. Первый камень в фундамент будущего музея заложил 13 июня 1961 г. пионер освоения космоса Ю. А. Гагарин.

## 1.2. Гидрологическая характеристика р. Оки

Ока — самый крупный и многоводный правый приток Волги. Длина реки 1500 км, площадь бассейна 245 тыс. км<sup>2</sup>. Река начинается двумя небольшими ручейками Окой и Очкой в центре Среднерусской возвышенности на высоте 226 м и впадает в Волгу у г. Горького. Ока является типично равнинной рекой, ее средний уклон 0,11‰. Бассейн р. Оки до Калуги расположен на Среднерусской и Смоленско-Московской возвышенностях, изрезанных глубокими ветвящимися оврагами.

В верховье, примерно на протяжении 400 км, Ока течет на север, после впадения р. Угры поворачивает на северо-восток и сохраняет это направление до устья.

Город Калуга расположен на левом берегу Оки примерно в 10 км ниже устья р. Угры и в 4 км выше устья р. Киевки.

В черте города долина реки трапецеидальная, ширина ее 700—750 м. Склоны долины сложены суглинками, крутые, высотой до 40 м, слабо рассеченные, покрыты луговой растительностью. Левобережный склон подвержен оползням вследствие выхода грунтовых вод.

Правобережная пойма занята огородами, ширина ее 300 м, сложена илесто-глинистыми грунтами. Левобережная пойма имеет две террасы общей шириной около 100 м, в верхней части занята городскими постройками. Затопление поймы начинается при уровне 600 см.

Русло прямолинейное, у левого берега каменистое, к правому берегу песчаное, слегка заиленное у берега, слабо деформирующееся. Ширина реки в межень 200—230 м, преобладающая глубина 1,0—2,7 м, скорость течения 0,4—0,7 м/с. Левый берег реки умеренно крутой, правый — крутой, высотой до 7 м, частично размываемый, покрытый луговой растительностью; берега сложены суглинками. В русле реки часто встречаются перекаты и мели.

Систематические наблюдения за гидрологическим режимом реки в районе г. Калуги начаты в конце прошлого столетия на водомерном посту, открытым 13 июля 1876 г.

Гидрологический режим р. Оки определяется тем, что в ее питании преобладают талые снеговые воды, которые составляют 65 % годового стока, а на долю дождевых и подземных вод приходится 35 % (дождевое больше грунтового питания).

Водный режим характеризуется высоким весенним половодьем, проходящим в конце апреля, частыми летними и особенно осенними паводками.

Средний годовой расход воды у г. Калуги равен 290 м<sup>3</sup>/с; объем годового стока составляет 9,0 км<sup>3</sup>. Сток в течение года неравномерен: на весну приходится 68 % годового стока, на лето и осень — 23 % и на зимний период — 9 %.

Весеннее половодье на реке у Калуги обычно начинается в конце марта. Самая ранняя дата начала половодья приходится на 25 февраля, самая поздняя — 16 апреля. Средняя продолжительность половодья составляет 42 дня при вариациях от 26 до 68 дней. Наибольший расход воды обычно наблюдается в начале второй декады апреля, но в зависимости от гидрометеорологических условий года может наступить или в первой декаде марта (1925 г.), или в конце апреля (1895, 1928 гг.). Средний многолетний максимальный расход весеннего половодья равен 4820 м<sup>3</sup>/с, наибольший из наблюдаемых — 12 600 м<sup>3</sup>/с (1908 г.), наименьший — 807 м<sup>3</sup>/с (1965 г.).

При высоких подъемах в период весеннего половодья полностью или частично затопляется пойма. За период наблюдений 1877—1980 гг. выход воды на пойму наблюдался 89 раз, продолжительность стояния воды на пойме составляет от одного до 23 дней. Даты начала затопления наблюдаются в период от 9 марта (самая ранняя) до 23 апреля (самая поздняя).

Для р. Оки у Калуги характерны большие амплитуды колебаний уровня воды. Наиболее высокий подъем уровня достигает 15—18 м. Первые сведения о наводнениях краткие и отрывочные, однако они представляют исторический интерес. Содержатся эти сведения в летописях XI—XVI вв. и архивных материалах. Так, в них указывается, что: «...в Калужской губернии в 1849 г. быстрое вскрытие рек еще более увеличило весенний разлив. В Калуге Ока поднялась до 21½ арш. (15 м 30 см) выше летнего горизонта и затопила нижние улицы города в такой степени, что по ним ездили несколько дней на лодках. Столь высокая вода не была здесь с 1788 г.» (Журнал министерства внутренних дел, т. XXVI, 1849 г.). Или: «Весна 1877 г. ознаменовалась большими наводнениями рек... Зима с 1876 на 1877 г. была очень сложная. Весеннее таяние в 1877 г. совершилось вообще довольно быстро, а так как снега накопилось довольно много, то весенние воды в реках достигли весьма значительных размеров» (Ю. Морозов «Гидрографические явления 1877 г.» Труды Харьковского общества испытателей природы при Харьковском университете, т. 12, 1878 г.). Однако максимумы в эти годы были ниже, чем в последующий период.

За период инструментальных наблюдений (с момента открытия водомерного поста) наибольшая амплитуда колебаний уровня отмечена в 1908 г. — 1764 см. В этом же году наблюдался и наибольший уровень половодья — 1677 см (25 апреля 1908 г.); средний многолетний уровень 935 см, наименьший 196 см.

Катастрофически высокое половодье 1908 г. сформировалось в результате больших запасов воды в снеге, вдвое превысивших норму, позднего и дружного снеготаяния и больших осадков в период половодья (в 1,5—2,0 раза выше нормы).

Весеннее половодье сменяется периодом низких уровней и расходов — летне-осенней меженью и устойчивой продолжительной зимней меженью. В мае — начале июня устанавливается летне-осенняя межень, прерываемая дождевыми паводками. Зимние паводки, вызванные таянием снега, отмечаются очень редко. К зимним паводкам относятся большей частью паводки смешанного происхождения (от выпадения дождей и таяния снега), которые наблюдаются обычно в первую половину зимы (ноябрь—декабрь).

Минимум стока отмечается дважды в году, один из которых относится к летне-осенней межени, другой — к зимнему периоду. Наименьший сток наблюдается обычно в зимний меженный период. Средний расход летнего периода 111 м³/с, зимнего — 98 м³/с.

Наличие столетнего периода наблюдений позволяет судить о вековом изменении стока воды р. Оки у Калуги. Исследования динамики временных рядов по стоку показали, что максимальные срочные расходы имеют заметно выраженную тенденцию к понижению. За 100 лет это уменьшение составило около 2500 м³/с. При этом каждая последующая фаза внутривековой изменчивости

развивалась на все более низком уровне, но на фоне отсутствия направленных изменений в годовом стоке, являющемся интегральной характеристикой сезонных изменений. Минимальным зимним и летним 30-дневным расходам воды в отличие от максимальных расходов присуще увеличение во времени: за 100 лет повышение составило 23 и 36 м<sup>3</sup>/с соответственно.

Термический режим реки определяется в основном климатическими условиями. Ранней весной прогрев воды начинается еще при наличии ледяного покрова, быстрое нарастание температуры воды происходит после очищения реки ото льда. Показателем устойчивого повышения температуры весной и понижения осенью являются даты перехода температуры воды через 0,2 °С. Обычно первый из указанных переходов осуществляется в первой декаде апреля, второй — в конце ноября. Наиболее теплая вода в реке отмечается в июле (в среднем немного более 20 °С при наибольшей температуре воздуха 25—27 °С). Средняя декадная (за апрель и ноябрь) и средняя месячная температура воды (°С) с мая по октябрь за многолетний период (1945—1980 гг.) имеет следующие значения:

IV			V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		
1	2	3							1	2	3
1,2	4,3	8,2	14,0	19,1	20,5	19,0	13,4	6,3	2,2	1,2	0,5

Ледовые явления на реке начинаются через 3—5 дней после перехода температуры воздуха через 0 °С в сторону понижения. В отдельные годы в зависимости от интенсивности понижения температуры воздуха длительность этого периода prolongируется от 0 до 15 дней. Первые ледяные образования — сало и забереги — появляются обычно в первой декаде ноября. При раннем похолодании ледяные образования наблюдаются уже во второй-третьей декадах октября, при позднем — в последней декаде ноября — первой декаде декабря. Характерным для реки на повороте в районе переката (500 м ниже водопоста) являются заторы весной и зажоры осенью. Ледостав устанавливается преимущественно в первой декаде декабря.

Вскрытие реки начинается обычно в третьей декаде марта — начале апреля и обусловлено действием теплового и механического факторов.

По химическому составу вода в реке в течение всего года гидрокарбонатно-кальциевая. Минерализация в период пика половодья равна 80—120 мг/л, в летний период колеблется от 200 до 500 мг/л, в зимний — от 450 до 570 мг/л. Жесткость воды изменяется от 1 до 3 мг-экв/л (вода мягкая) в период половодья до 3—6 мг-экв/л (умеренно жесткая вода) в период зимней межени.

Вода реки используется для промышленного и бытового водоснабжения, сплава леса; река судоходна для катеров. Гидротехнические сооружения, оказывающие влияние на режим реки, отсутствуют. Живописные берега служат прекрасным местом отдыха горожан. В черте города находится городской пляж. На берегу реки раскинулся парк, построены пионерские лагеря и санаторий.

### 1.3. Краткая история развития метеорологических наблюдений в городе

Первые метеорологические наблюдения в Калуге проводились при гимназии в 1843 г. и с 1850 по 1863 г. Сведений об условиях, окружающих станцию, не сохранилось.

Метеорологическая станция II разряда была организована в 1884 г. при реальном училище. Наблюдения проводились на площадке вблизи реального училища, которое располагалось в центральной возвышенной части города. В районе училища было много тенистых деревьев; к югу от училища шел спуск к р. Оке, длина которого была более 1 км; противоположный берег р. Оки обрывистый.

В 1921 г. метеорологическая станция была перенесена в усадьбу сельскохозяйственного техникума на северо-западную окраину города, а в октябре 1931 г. ее перенесли в центр города. В 1946 г. станция переносится на 1,5 км к востоко-юго-востоку. С ноября 1941 г. по февраль 1942 г. был перерыв в наблюдениях.

В сентябре 1952 г. метеорологическая площадка была перенесена на 8 км к северо-востоку и располагалась на открытом месте на северо-восточном склоне небольшого холма. Вершина холма находилась в 300 м к юго-западу от станции и превышала метеоплощадку на 6—7 м.

В июне 1957 г. станция вновь переносится на 10 км к юго-западу и располагается вблизи д. Грабцево, где она находится и в настоящее время. Высота станции 202 м над уровнем моря. Рельеф местности равнинный, на юге и юго-западе в 500—700 м располагается массив лиственного леса, а к северу и востоку от площадки — поле, занятое сельскохозяйственными посевами.

С переносом станции нарушалась однородность рядов по некоторым метеорологическим величинам. Первые публикации метеорологических наблюдений в Калуге включают метеорологические данные за 1884—1904, 1908—1913, 1921 гг., однако эти данные содержат много погрешностей.

Ныне действует метеорологическая станция Грабцево. Все наблюдения, проводимые на станции, используются при составлении прогнозов погоды и для обслуживания различных отраслей народного хозяйства. Результаты метеорологических наблюдений обобщаются и публикуются в ежегодниках, ежемесячниках и различных климатических справочниках. Материалы наблюдений

по всем метеорологическим характеристикам начиная с 1925 г. вполне надежные. Эти данные и были использованы при подготовке настоящего издания.

Для изучения загрязнения городского воздуха в 1984 г. были организованы специальные наблюдения на трех пунктах, где наряду с отбором проб воздуха проводятся наблюдения за основными метеорологическими характеристиками.

Расположенный непосредственно в городе центр по гидрометеорологии проводит гидрологические наблюдения на р. Оке и по данным агрометпостов осуществляет также агрометеорологическое обслуживание сельского хозяйства области.

## 2. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ

Солнечная радиация, поступающая на земную поверхность, является одним из основных климатообразующих факторов. Она служит главным источником тепловой энергии почти для всех природных процессов, развивающихся в атмосфере, гидросфере и в почве. Кроме того, солнечная радиация (ее лучистая энергия) имеет исключительное значение в хозяйственной деятельности человека (большое влияние оказывает на продуктивность сельско-

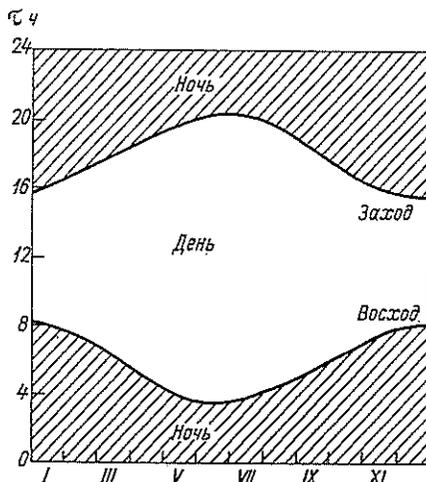


Рис. 2. Продолжительность дня и ночи в Калуге.

хозяйственных культур, на развитие курортологии и пр.). Значительное влияние солнечная радиация оказывает на формирование локальных и глобальных особенностей атмосферной циркуляции. В свою очередь она существенно зависит от самой циркуляции атмосферы, что проявляется в изменении характера облачности, влажности и прозрачности воздуха.

Лучистая энергия солнца доходит до земли в виде *прямой* и *рассеянной* солнечной радиации. В природе оба эти вида солнечной радиации действуют одновременно и составляют *суммарную* солнечную радиацию.

Количество приходящей к земле радиации зависит от географической широты пункта, высоты солнца, облачности и прозрачности атмосферы. Широта пункта определяет продолжительность дня и соответственно возможную продолжительность солнечного сияния.

На рис. 2 показана продолжительность дня и ночи для широты Калуги. В день зимнего солнцестояния (22 декабря) продолжительность дня составляет 8 ч, а в день летнего солнцестояния (22 июня) — 17 ч.

## 2.1. Продолжительность солнечного сияния

Прямая солнечная радиация находится в непосредственной зависимости от продолжительности солнечного сияния, которая имеет четкий годовой ход с максимумом летом и минимумом зимой (табл. 1).

Таблица 1  
Продолжительность  $\tau$  (ч) солнечного сияния,  
ее отношение к возможной продолжительности  $\tau/\tau'$  (%)  
и число дней без солнца

Месяц	$\tau$	$\tau/\tau'$	Число дней без солнца
I	33	15	19
II	55	23	14
III	125	36	10
IV	164	41	5
V	273	58	1
VI	283	59	1
VII	277	59	1
VIII	235	54	2
IX	161	45	4
X	99	32	10
XI	42	18	18
XII	29	14	23
Год	1776	43	108

Средняя продолжительность солнечного сияния за год в Калуге составляет 1776 ч (43 % возможной продолжительности). В отдельные годы продолжительность солнечного сияния может заметно отличаться от средней многолетней. Продолжительность солнечного сияния зависит от облачности, поэтому иногда упорядоченный ее годовой ход нарушается.

Влияние облачности на продолжительность солнечного сияния хорошо проявляется при сопоставлении фактической продолжительности, выраженной в средних многолетних значениях, и возможной продолжительности (см. табл. 1). Наибольшую долю от возможной продолжительности фактическая продолжительность солнечного сияния составляет летом (май—август) — около 60 %, а наименьшую — зимой (декабрь—январь) — соответственно 14 и 15 %.

Показателем условий освещенности служит также число дней без солнца. Днем без солнца считается такой день, когда солнечные лучи днем не достигают поверхности земли из-за облачности или тумана. За год наблюдается в среднем 108 дней без солнца (см. табл. 1). Максимум числа дней без солнца приходится на декабрь (23), минимум наблюдается в теплый период, с мая по август (1—2 дня).

Высота солнца определяет возможную интенсивность притока солнечной радиации: чем больше высота солнца, тем меньший слой атмосферы проходят солнечные лучи, тем меньше они поглощаются и рассеиваются атмосферой, поэтому интенсивность притока солнечной радиации увеличивается. Высота солнца на 15-е число каждого месяца в полдень характеризуется следующими значениями:

Месяц . . . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Высота солнца . . .	15°	23	34	46	55	59	58	50	39	28	18	13

## 2.2. Радиационный баланс и его составляющие

Общий приход солнечной радиации складывается из прямой радиации, приходящей на горизонтальную поверхность,  $S'$  и рассеянной радиации  $D$  и называется суммарной радиацией  $Q$ :

$$Q = S' + D. \quad (1)$$

На земной поверхности происходит перераспределение поступающей солнечной радиации: попадая на подстилающую поверхность суммарная радиация частично отражается от нее обратно в атмосферу, в результате чего образуется поток *отраженной радиации*  $R$ . Оставшаяся доля суммарной радиации ( $Q - R$ ) поглощается подстилающей поверхностью — *поглощенная радиация*.

Земная поверхность, поглощая суммарную радиацию, нагревается и становится источником собственного теплового излучения, направляемого в атмосферу.

В свою очередь, атмосфера, поглощая коротковолновую радиацию и взаимодействуя с подстилающей поверхностью, нагревается и также излучает тепловую радиацию, направленную в сторону земной поверхности. Этот поток радиации называют *противоизлучением атмосферы*. Разность собственного излучения земной поверхности и поглощенной этой поверхностью частью противоизлучения атмосферы называется *эффективным излучением*  $E_{эф}$ . Оно зависит от температуры подстилающей поверхности и воздуха, абсолютной влажности, загрязненности и облачности. С увеличением температуры подстилающей поверхности и воздуха эффективное излучение увеличивается.

Алгебраическая сумма приходных и расходных составляющих радиации, т. е. разность поглощений коротковолновой радиации и эффективного излучения, называется *радиационным балансом*  $B$ :

$$B = (Q - R) - E_{эф}. \quad (2)$$

В Калуге актинометрические наблюдения составляющих радиационного баланса не проводятся. Поэтому в данном параграфе приведены материалы наблюдений ст. Советск, расположенной в 120 км на юго-восток от Калуги (табл. 2).

Таблица 2

Средние месячные и годовые суммы солнечной радиации (МДж/м<sup>2</sup>)  
и среднее альbedo (%). Советск

Месяц	$S$	$S'$	$D$	$Q$	$R_K$	$B_K$	$B$	$A_K$ %
I	91	20	61	81	52	29	-28	64
II	137	48	95	143	82	61	8	57
III	228	106	175	231	112	169	72	40
IV	297	170	208	377	53	324	205	14
V	457	274	282	556	95	461	298	17
VI	457	280	308	588	106	482	316	18
VII	472	295	292	587	100	487	320	17
VIII	412	243	240	483	87	396	258	18
IX	257	137	162	300	54	246	121	18
X	161	62	97	159	35	124	38	22
XI	54	18	55	73	31	42	-4	43
XII	28	9	36	45	27	18	-22	59
Год	3051	1662	2011	3673	834	2839	1582	23

Примечание. Здесь и в других таблицах:  $S$  — прямая радиация на перпендикулярную поверхность,  $S'$  — прямая радиация на горизонтальную поверхность,  $D$  — рассеянная радиация,  $Q$  — суммарная радиация,  $R_K$  — отраженная радиация,  $B_K$  — поглощенная радиация,  $B$  — радиационный баланс,  $A_K$  — альbedo.

Радиационный баланс может быть положительным, если приход тепла к подстилающей поверхности превышает расход от эффективного излучения (поток направлен к земле) и отрицательным, если поверхность земли поглощает радиации меньше, чем отдает (поток направлен от земли).

Приход прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность при ясном небе составляет 4621 МДж/м<sup>2</sup> в год. Это возможный приход радиации при отсутствии облачности и в случае чистого атмосферного воздуха. Облачность уменьшает поступление прямой солнечной радиации примерно на 60—65 %, в результате на горизонтальную поверхность поступает около 1660 МДж/м<sup>2</sup> в год.

Доля рассеянной солнечной радиации возрастает с уменьшением высоты солнца и увеличением облачности. Согласно расчетам, при безоблачном небе к земле должно поступать 1404 МДж/м<sup>2</sup> в год рассеянной солнечной радиации; при облачности ее приход увеличивается до 2000 МДж/м<sup>2</sup>. Суммарная солнечная радиация в обычных условиях составляет 3673 МДж/м<sup>2</sup> в год. В годовом ходе максимум суммарной радиации наблюдается в июне — 588 МДж/м<sup>2</sup>, а минимум в декабре — 45 МДж/м<sup>2</sup>. Весной приход суммарной солнечной радиации вдвое больше, чем осенью, что объясняется большей высотой солнца и меньшей облачностью в эти сезоны.

Земной поверхностью поглощается только часть проходящей радиации. Доля поглощаемой радиации зависит от отражательной способности подстилающей поверхности — альбедо. Альбедо естественных поверхностей весьма разнообразно. Земная поверхность, покрытая травой, отражает 18—20 % проходящей радиации. Альбедо свежевыпавшего снега достигает 85—90 %, альбедо тающего снега уменьшается до 40—50 %.

Радиационный баланс в сумме за год составляет 1582 МДж/м<sup>2</sup>. В годовом ходе максимум радиационного баланса наблюдается в июне и составляет 316 МДж/м<sup>2</sup>, минимум — в декабре и январе и составляет —22 и —28 МДж/м<sup>2</sup> соответственно. В период с февраля по октябрь радиационный баланс положительный.

Характеристики потоков солнечной радиации, поступающих на вертикальную поверхность, для стен различной ориентации даны в табл. 1 Приложения.

### 3. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Климат области в целом характеризуется умеренной континентальностью с четко выраженными сезонами года. В течение всего года над территорией области преобладают континентальные воздушные массы, что обуславливает летом умеренно теплую, зимой умеренно холодную погоду. Однако зимой, наряду с устойчивыми морозами, почти ежегодно наблюдаются оттепели. В свою очередь, летом ясная и довольно жаркая погода чередуется с дождливой и относительно прохладной. Эти нарушения обусловлены аномалиями в годовом ходе атмосферной циркуляции. Изменчивость атмосферной циркуляции обуславливает непостоянство погоды, иногда довольно резкую смену ее.

Траектории барических образований, характерных для центральных районов Европейской части СССР, показаны на рис. 3. Многообразие путей перемещения циклонов, формирующих условия погоды в области, можно свести к трем генеральным направлениям. 1. Циклоны с повторяемостью около 50 % всех случаев — это циклоны, приходящие главным образом с северо-запада и запада вдоль широт 55—65° с. Особенно часто они отмечаются в зимний период, минимум их приходится на июль. 2. Циклоны, повторяемость которых составляет около 30 % — это циклоны южного направления; они смещаются со Средиземного моря и Балкан и обуславливают в Калужской и соседних областях кратковременные потепления (до оттепелей) и интенсивные осадки зимой. Повторяемость циклонов юго-восточного направления невелика. Наблюдаются единичные случаи циклонов восточного направления. Северные циклоны, смещаясь по северным траекториям, огибают Скандинавию и иногда спускаются в южном направлении до широт 50—55° с. В таких случаях над центральными районами Европейской части СССР они часто задерживаются и трансформируются в обширные и глубокие циклонические вихри, которые обуславливают прохладную и сырую погоду. С этими ныряющими циклонами связаны тыловые вхождения арктического воздуха глубоко на юг. Как правило, и южные и ныряющие циклоны далеко к востоку не заходят, заполняясь над центральными областями, тогда как западные циклоны часто следуют далеко на восток и заходят на территорию Сибири.

Что касается антициклонов, то их траектории от сезона к сезону резко изменяются.

В холодный период (ноябрь — апрель) над территорией ЕЧС располагается отрог высокого давления, обычно соединяющийся с сибирским максимумом. Этот отрог высокого давления формируется вследствие вовлечения в его систему антициклонов преимущественно северо-западного происхождения. В январе — феврале повторяемость восточных отрогов составляет около 35 % общего числа антициклональных образований холодного полуго-

дия. В остальные месяцы преобладают антициклоны западных направлений. Повторяемость западных антициклонов азорского происхождения в среднем за год составляет 22 %, максимум их приходится на июль (51 % общего числа антициклонов).

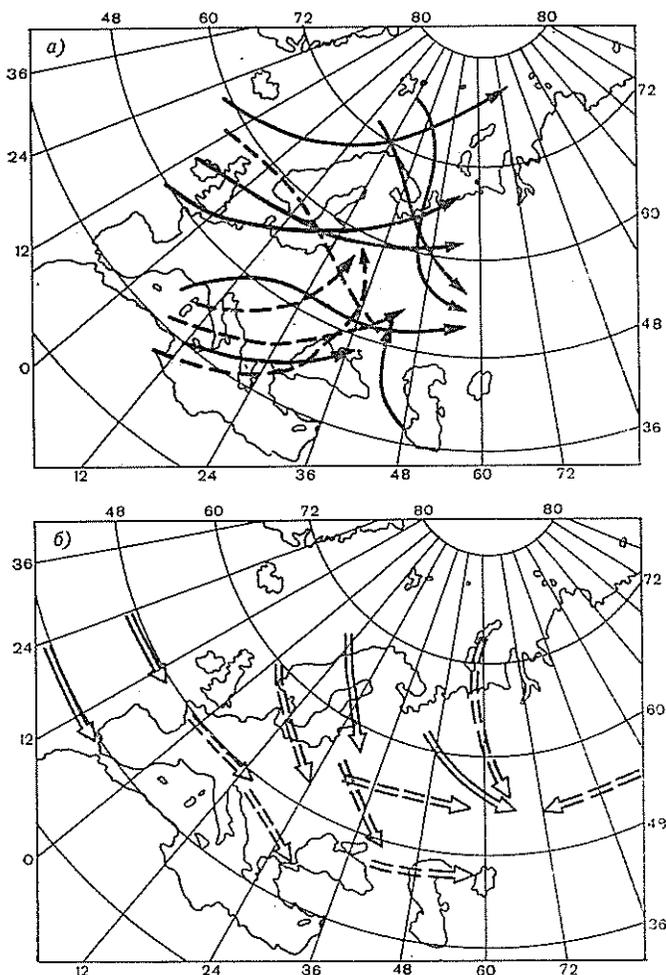


Рис. 3. Основные траектории циклонов (а) и антициклонов (б).

В теплый период увеличивается также число антициклонов северных направлений (20—24 %) и почти отсутствуют антициклоны восточных и северо-восточных направлений. В течение года южные антициклоны практически не наблюдаются.

### 3.1. Атмосферное давление

На *давление воздуха* оказывают влияние такие факторы, как высота места над уровнем моря, температура и плотность воздуха, циркуляционные процессы, протекающие в атмосфере, и т. п. С высотой атмосферное давление в свободной атмосфере убывает по определенному закону. В среднем подъем или опускание на 8 м приводит к изменению давления на 1 гПа и на высоте, например, около 5 км оно равно половине атмосферного давления у земной поверхности. На уровне моря атмосферное давление в среднем равно давлению ртутного столба высотой 760 мм (1013,2 гПа). Это давление считается нормальным давлением. Обычно давление дается на уровне станции. Для Калуги средняя высота, к которой приведено давление (за весь период наблюдений), составляет 195,5 м.

В течение года характерным для Калуги является преобладание, как и для других городов, расположенных в центральных районах Европейской части СССР, циклонической циркуляции, что находит отражение в средних годовых значениях атмосферного давления. Для Калуги оно составляет 991,8 гПа (табл. 3), что

Таблица 3

Атмосферное давление (гПа) на уровне станции ( $h_{ст}=195,5$  м)

Месяц	Средние месячные значения					Экстремальные суточные значения			
	$\bar{p}$	$p_{\max}$	Год	$p_{\min}$	Год	$p_{\max}$	Год	$p_{\min}$	Год
I	993,6	1009,4	1972	981,4	1983	1033,3	1972	946,5	1975
II	995,4	1013,7	1886	981,9	1958	1033,6	1972	955,1	1981
III	994,2	1004,3	1904	984,1	1938	1026,6	1985	950,0	1968
IV	990,3	1002,5	1894	985,5	1938	1013,2	1974	956,5	1967
V	992,5	998,3	1979	986,1	1945	1013,3	1968	966,5	1974
VI	989,2	994,3	1901, 51	982,3	1894	1009,7	1973	958,7	1984
VII	988,4	993,9	1939	984,6	1956	1007,4	1969	968,5	1980
VIII	991,1	995,3	1942	985,4	1945	1005,4	1966	964,1	1980
IX	992,0	1002,2	1904	985,3	1978	1016,0	1973	963,9	1977
X	992,7	1003,9	1951	987,7	1890	1017,8	1976	949,5	1971
XI	991,8	1007,9	1959	982,5	1973	1023,6	1985	945,8	1973
XII	991,2	1008,7	1938	981,6	1967	1020,2	1977	934,6	1979
Год	991,8	995,4	1972	990,1	1945, 85	1033,6	1972	934,6	1979

несколько выше, чем в Курске (988,3 гПа), но ниже, чем в Москве (995,9 гПа). В течение года атмосферное давление изменяется в среднем от 988,4 (июль) до 995,4 гПа (февраль). Изменения давления от месяца к месяцу незначительны (до 4 гПа). Самое высокое давление отмечено в феврале 1972 г. (1033,6 гПа), самое низкое — в декабре 1979 г. (934,6 гПа).

Годовой ход давления отражает континентальный характер климата, т. е. в холодный период давление в среднем выше, чем в теплый; минимум приходится на летние месяцы. Давление характеризуется и суточным ходом (минимум отмечается днем, а максимум — ночью и утром). При некоторых синоптических ситуациях давление за сутки может изменяться от 10 до 20 гПа; наиболее часто это наблюдается при выходе в район Калуги глубоких циклонов.

### 3.2. Ветер

Ветер — это горизонтальное движение воздуха относительно земной поверхности; ветер характеризуется *скоростью* и *направлением*, которые зависят от барического градиента (разности давления, отнесенной к единице расстояния) и шероховатости подстилающей поверхности. Скорость ветра измеряется в м/с, км/ч или в узлах, а для обозначения направления (откуда дует ветер) указывают румб горизонта.

В среднем за год в Калуге большую часть года наблюдается южный и юго-западный ветер, летом наиболее часто отмечается

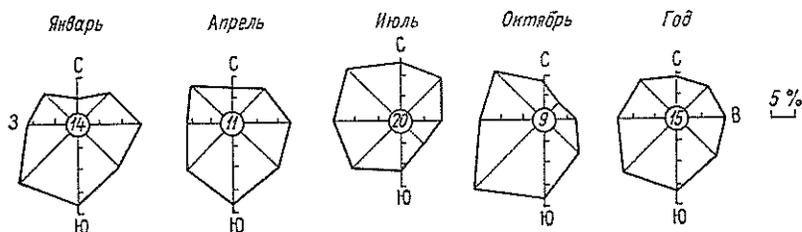


Рис. 4. Повторяемость (%) направления ветра и штилей (цифра в центре — повторяемость штилей).

ветер с северной составляющей — северо-западный и северо-восточный. Повторяемость штилей в среднем за год составляет 15 %, зимой их повторяемость в два раза меньше, чем летом (рис. 4 и табл. 2 Приложения). Четко прослеживается суточный ход повторяемости штилей: максимум ночью, минимум — в послеполуденные часы (табл. 3 Приложения).

Основным фактором, определяющим режим ветра, является западный перенос, обусловленный общей циркуляцией атмосферы. Зимой и в переходные сезоны на рассматриваемой территории наблюдается усиление скорости ветра вследствие значительных барических градиентов между севером и югом Европейской части СССР. Северные районы Европейской части Союза находятся под воздействием исландского минимума, а южные районы — под влиянием сибирского антициклона. Летом на юге преобладает

Таблица 4

Средняя и максимальная скорость ветра (м/с)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{v}$	4,0	4,0	3,9	3,6	3,2	2,9	2,8	2,6	3,1	3,8	4,0	4,1	3,5
$\sigma$	1,0	0,7	0,6	0,9	0,6	0,7	0,3	0,6	0,7	0,4	1,1	1,1	0,4
$C_v$	0,24	0,16	0,17	0,22	0,15	0,21	0,18	0,22	0,24	0,20	0,17	0,09	0,09
$A$	0,25	-0,17	-0,09	0,71	0,12	-0,20	0,48	0,18	-0,05	-0,55	-0,45	-0,14	-0,63
$v_{\max}$	19	18	20	17	17	16	17	17	18	18	17	20	20
Порыв	25	20	25	32	25	23	25	18	23	25	31	24	32

Примечание. Здесь  $\bar{v}$  — средняя скорость ветра,  $\sigma$  — среднее квадратическое отклонение,  $C_v$  — коэффициент вариации,  $A$  — коэффициент асимметрии.

влияние азорского антициклона. В теплый период скорость ветра незначительна, что обусловлено небольшими градиентами давления между Атлантическим океаном и континентом.

Средняя скорость ветра за год составляет в Калуге 3,5 м/с (табл. 4), что на 0,4 м/с ниже, чем, например, в Курске.

Наибольшая средняя месячная скорость ветра наблюдается зимой (4,1 м/с), наименьшая — в августе (2,6 м/с). Среднее квадратическое отклонение средней месячной скорости ветра колеблется от 0,3 до 1,1, наиболее высокие значения  $\sigma$  отмечаются зимой. В целом можно отметить, что обычно летом скорость ветра понижается, осенью увеличивается и в холодный период достигает максимума. Средняя скорость ветра невелика, однако максимальная скорость при порывах может достигать 32 м/с. Такая скорость ветра относится к стихийным явлениям, опасным для народного хозяйства.

Суточный ход скорости ветра проявляется главным образом в теплый период (повторяемость слабых ветров уменьшается днем и увеличивается ночью). Зимой суточный ход скорости ветра выражен слабо (табл. 5). Изменчивость скорости ветра от срока

Таблица 5

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

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

к сроку невелика и составляет зимой 0,1—0,8 м/с, летом 0,5—2,1 м/с. Наибольшая скорость ветра отмечается в послеполуденные часы.

Скорость ветра днем в теплый период в два раза превышает скорость ветра в ночное время. Суточный ход скорости ветра лучше выражен при антициклонической малооблачной погоде.

Особенности ветрового режима можно проследить по данным о повторяемости скорости ветра по градациям (табл. 6). В течение года в Калуге преобладает слабый ветер (до 5 м/с), повторяемость которого составляет летом 80—90 %, зимой 60—65 %. С увеличением скорости ветра резко уменьшается их повторяемость. Так, повторяемость скорости ветра 12 м/с и более составляет 3,2 % за год.

Для решения многих практических задач, особенно для учета ветроэнергетических ресурсов, в табл. 4 Приложения представлены данные о вероятности различной скорости ветра по румбам.

Таблица 6

Повторяемость различной скорости ветра по градациям  
(% общего числа случаев)

Месяц	Скорость ветра, м/с									
	0—1	2—3	4—5	6—7	8—9	10—11	12—13	14—15	16—17	18—20
I	14,7	26,0	24,5	18,1	8,3	2,4	3,1	1,2	1,6	0,1
II	16,1	22,1	25,8	17,9	10,3	3,3	2,5	1,2	1,1	
III	18,4	24,8	24,4	16,7	8,9	2,0	2,9	0,5	1,4	
IV	20,2	28,8	24,4	14,5	7,2	1,5	2,2	0,6	0,6	0,04
V	21,8	30,6	26,7	12,4	5,1	1,4	1,3	0,3	0,4	
VI	26,5	34,6	23,0	10,0	3,4	0,6	0,9	0,2	0,8	0,04
VII	29,3	34,7	22,9	9,0	2,6	0,6	0,6	0,04	0,3	
VIII	34,0	32,7	21,8	8,2	2,0	0,4	0,4	0,3	0,2	
IX	27,0	29,8	23,7	11,8	4,2	1,4	1,3	0,3	0,5	0,04
X	20,2	26,9	25,9	16,3	6,0	1,5	1,6	0,7	0,9	0,04
XI	13,0	24,6	27,4	20,0	9,2	1,6	2,3	0,5	1,3	0,1
XII	15,4	25,2	23,2	20,3	8,5	2,4	2,3	0,8	1,8	0,1
Год	21,4	28,4	24,5	14,6	6,3	1,6	1,8	0,5	0,9	0,04

Повышенная скорость ветра характерна в целом для преобладающего направления (табл. 5 Приложения).

Ветер скоростью 15 м/с и более принято называть сильным и относить его к опасным явлениям. Днем с сильным ветром считается день, когда хотя бы в один из сроков наблюдений скорость ветра достигала 15 м/с. Число дней с сильным ветром из года в год весьма непостоянно. Среднее  $\bar{n}$  и наибольшее  $n_{\max}$  число дней с сильным ветром распределяется по месяцам следующим образом:

Месяц . . . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
$\bar{n}$ . . . . .	1,0	1,2	1,4	0,7	1,0	0,7	0,9	0,4	0,6	0,8	0,7	0,7	10
$n_{\max}$ . . . . .	3	5	8	2	3	5	3	5	6	4	4	8	24

В среднем за год отмечается до 10 дней с сильным ветром, наибольшее число дней за год — 24. Ниже приведены сведения о значительной скорости ветра, возможной один раз в определенное число лет:

Число лет . . . . .	1	5	10	15	20
$v$ м/с . . . . .	18	21	22	23	24

Ежегодно может наблюдаться скорость ветра до 18 м/с, а скорость ветра 24 м/с и более отмечается один раз в 20 лет.

К сожалению, по ст. Калуга данные об изменении ветра с высотой в приземном слое отсутствуют. Эти сведения имеют большое

значение, так как характеризуют распределение и перенос примесей в атмосферном воздухе. Судя по климатическим описаниям других городов, расположенных в этой географической зоне, во все сезоны в слое до высоты 300 м наблюдается преимущественно ветер южных румбов с повышенной средней скоростью.

При расчете ветровых нагрузок на здания и сооружения можно воспользоваться данными, приведенными в табл. 6 Приложения. Как следует из этих данных, в Калуге может наблюдаться скорость ветра до 38 м/с.

## 4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

Термический режим центральной части обширной русской равнины, на которой располагается Калуга, формируется под влиянием атмосферной циркуляции, радиационных факторов и физико-географических условий (рельеф, тип почвы, растительность и др.). В зимний период основную роль в формировании термического режима играет циркуляция атмосферы и связанная с ней адвекция воздуха, а также радиационное выхолаживание. Летом на термический режим, кроме радиационных и циркуляционных факторов, большое влияние оказывает подстилающая поверхность.

### 4.1. Температура воздуха

*Температура воздуха* — одна из основных метеорологических величин. Температурный фон оценивается по средним месячным и суточным данным. Дополнением к ним могут служить вероятностные значения, экстремальные величины, даты наступления различных температур, амплитуды, годовой и суточный ход и др.

Средняя годовая температура воздуха в Калуге равна 4,4 °С (табл. 7). Колебание средней годовой температуры от года к году составляет в среднем 2 °С. Наибольшая средняя годовая амплитуда равна 4,2 °С (2,3 °С в очень холодном 1956 г., 6,5 °С в очень теплом 1938 г.).

Самый теплый месяц в Калуге (по средней месячной температуре) является июль (18 °С), самый холодный — январь

Таблица 7

Средняя месячная  $\bar{t}$ , декадная  $\bar{t}_1, \bar{t}_2, \bar{t}_3$  и годовая температура воздуха (°С)

Месяц	$\bar{t}$	$\pm \sigma$	Самая высокая	Год	Самая низкая	Год	$\bar{t}_1$	$\bar{t}_2$	$\bar{t}_3$
I	-10,1	4,1	-3,2	1925	-18,1	1940	-9,6	-10,3	-10,3
II	-8,9	3,6	-2,1	1957	-18,2	1929	-9,9	-9,0	-7,7
III	-3,9	2,7	0,1	1975	-16,7	1952	-6,2	-3,9	-1,7
IV	4,8	2,1	9,5	1975	-1,4	1929	1,3	4,8	8,2
V	12,3	2,1	16,5	1967	7,9	1980	10,7	12,3	13,8
VI	16,2	1,9	20,4	1946	12,1	1928	15,1	16,2	17,2
VII	18,0	1,9	23,5	1938	15,0	1956	17,8	18,1	18,1
VIII	16,5	1,6	21,8	1938	14,0	1950	17,8	16,5	15,1
IX	11,0	1,6	15,0	1938	7,4	1973	13,0	11,0	8,9
X	4,7	2,0	9,8	1935	-0,9	1976	6,9	4,7	2,6
XI	-1,5	2,2	3,4	1938	-6,2	1956	0,3	-1,5	-3,3
XII	-6,5	3,3	0,2	1960	-13,9	1978	-4,9	-6,6	-8,1
Год	4,4	1,0	6,5	1938	2,3	1956			

( $-10,1^{\circ}\text{C}$ ) (рис. 5). Годовая амплитуда температуры воздуха равна  $28,1^{\circ}\text{C}$ . От месяца к месяцу температура воздуха меняется весной и осенью на  $6-9^{\circ}\text{C}$ , летом и зимой на  $2-5^{\circ}\text{C}$  (см. табл. 7, рис. 5).

Средняя месячная температура воздуха по годам изменяется довольно существенно, причем особенно заметно зимой. Так, в декабре 1960 г. при норме  $-6,5^{\circ}\text{C}$  средняя месячная температура воздуха составила  $0,2^{\circ}\text{C}$ , а в 1978 г. —  $13,9^{\circ}\text{C}$ . Однако вероятность таких колебаний мала. В отдельные годы средняя температура воздуха в феврале и декабре бывает ниже январской, а в 1952 г. самым холодным был март. В среднем же наиболее

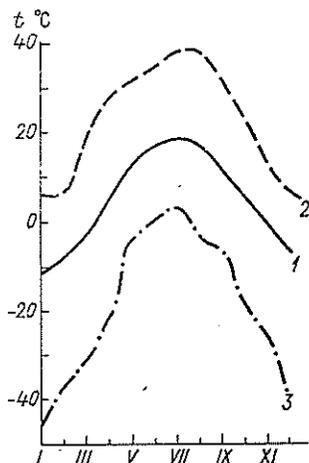


Рис. 5. Годовой ход температуры воздуха.

Температура воздуха: 1 — средняя месячная, 2 — средняя максимальная, 3 — средняя минимальная.

низкая температура воздуха ( $-10,3^{\circ}\text{C}$ ) наблюдается в январе (вторая и третья декада), а наиболее высокая ( $18,1^{\circ}\text{C}$ ) — в июле (вторая и третья декада).

Для более полной характеристики термического режима в табл. 8 приводится повторяемость различных градаций средней месячной температуры воздуха. Из данных табл. 8 следует, что в 47 % случаев в январе средняя месячная температура ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ , из них в 14 % случаев отмечаются январь со средней месячной температурой ниже  $-15^{\circ}\text{C}$ . В июле в 98 % случаев наблюдается средняя месячная температура выше  $15^{\circ}\text{C}$  и в 14 % случаев — выше  $20^{\circ}\text{C}$ . Об этом свидетельствуют и данные, приведенные в табл. 9.

Температура воздуха, близкая к абсолютному максимуму и абсолютному минимуму, наблюдается крайне редко (один-два раза в 100 лет). Такая экстремальная температура обусловлена особенностями циркуляции, например, выносом тропического воздуха в июле или затоком очень холодного арктического воздуха в январе.

Таблица 8

Повторяемость (%) различных градаций средней месячной и годовой температуры воздуха

Температура воздуха, °С	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
—25,0... —20,1													
—20,0... —15,1	14	7											
—15,0... —10,1	33	34	4										
—10,0... —5,1	32	47	29									7	
—5,0... —0,1	21	12	65	2						2	60	58	
0,0... 5,0			2	55						54	35	35	67
5,1... 10,0				43	12				26	44			33
10,1... 15,0					73				74				
15,1... 20,0					15	31	2	21					
20,1... 25,0						65	84	76					
						4	14	3					

Таблица 9

Максимальная и минимальная температура воздуха (°С)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI
Средний максимум	2	2	7	20	26	28
Абсолютный максимум	6	6	18	27	31	34
Год	1948	1950	1983	1950	1934	1946
Средний минимум	—28	—27	—20	—8	—1	4
Абсолютный минимум	—46	—37	—31	—22	—4	—1
Год	1940	1956	1963	1952	1913	1958

Характеристика	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средний максимум	30	29	25	17	9	3	30
Абсолютный максимум	38	38	32	25	15	7	38
Год	1936	1936	1938	1927	1967	1939	1936
Средний минимум	7	5	—1	—7	—14	—24	—31
Абсолютный минимум	3	—3	—6	—17	—25	—38	—46
Год	1956	1966	1929	1912	1959	1895	1940

В годовом ходе отрицательная средняя месячная температура воздуха отмечается с ноября по март, положительная — с апреля по октябрь. Январь, как было отмечено выше, является самым холодным месяцем. В феврале наличие снежного покрова, а также частая адвекция холодных масс воздуха препятствуют значительному повышению температуры воздуха, поэтому февраль в сред-

нем теплее января на 1,2 °С. В январе и феврале отмечается 12—14 дней со средней суточной температурой воздуха ниже —10 °С. В отдельные годы средняя суточная температура может быть и ниже —25 °С (табл. 10).

Таблица 10

Число дней со средней суточной температурой воздуха (°С)  
в различных пределах

Температура воздуха, °С	I	II	III	IV	V	VI
—34,9... —30,0	0,1	0,1				
—29,9... —25,0	0,6	0,5				
—24,9... —20,0	2,9	1,5	0,1			
—19,9... —15,0	5,0	3,8	1,3			
—14,9... —10,0	5,6	5,8	3,5	0,2		
—9,9... —5,0	7,3	7,3	7,4	0,6		
—4,9... 0,0	7,8	6,9	11,9	3,8		
0,1... 5,0	1,6	2,1	6,4	11,5	1,6	0,4
5,1... 10,0			0,4	9,3	8,8	1,7
10,1... 15,0				4,0	11,5	9,7
15,1... 20,0				0,6	7,9	13,9
20,1... 25,0					1,2	4,3
25,1... 30,0						

Температура воздуха, °С	VII	VIII	IX	X	XI	XII
—34,9... —30,0						0,1
—29,9... —25,0						0,2
—24,9... —20,0						0,9
—19,9... —15,0					0,3	2,3
—14,9... —10,0				0,2	1,7	4,2
—9,9... —5,0				0,7	4,6	7,5
—4,9... 0,0				3,6	11,2	10,8
0,1... 5,0			2,1	11,8	10,2	5,0
5,1... 10,0		0,5	10,6	12,3	2,0	
10,1... 15,0	6,2	10,9	13,3	2,3		
15,1... 20,0	18,3	15,8	4,0	0,1		
20,1... 25,0	6,2	3,6				
25,1... 30,0	0,3	0,2				

В марте почти не отмечаются дни со средней суточной температурой воздуха ниже —20 °С; число дней с положительной температурой увеличивается (по сравнению с февралем). Средняя суточная температура воздуха в марте составляет —3,9 °С. В апреле, особенно после схода снежного покрова, температура воздуха повышается довольно интенсивно; средняя месячная температура в апреле почти на 9 °С выше, чем в марте (см. табл. 7). Средняя суточная температура воздуха в апреле в течение 16 дней не поднимается выше 5 °С, а в отдельные дни может быть выше

15 °С. Увеличение потока солнечной радиации в мае сопровождается интенсивным повышением температуры воздуха. Средняя температура воздуха в мае на 7,5 °С выше апрельской. Повышенные температуры воздуха в июне замедляются. В июле средняя суточная температура воздуха только на 1,8 °С выше, чем в июне. Июль — самый теплый месяц в году (18 °С). С уменьшением продолжительности дня и высоты солнца с августа начинается понижение температуры и в среднем во второй декаде ноября она становится отрицательной. В ноябре преобладают дни с температурой воздуха —5... 5 °С (21 день), а в декабре — с температурой 0... —15 °С (22 дня). В табл. 7 Приложения приведена повторяемость различных градаций средней температуры воздуха от месяца к месяцу.

В годовом ходе средняя месячная температура воздуха наиболее резко изменяется в переходные сезоны: в марте — апреле на 6—10 °С и в сентябре — октябре на 4—8 °С. Летом и зимой изменчивость температуры воздуха от месяца к месяцу невелика. Однако в отдельные годы средняя месячная температура воздуха может изменяться в широких пределах.

Для характеристики изменчивости средней месячной температуры воздуха были рассчитаны средние квадратические отклонения  $\sigma$ . Распределение средних месячных температур близко к нормальному. Так, в пределах  $t_{\text{ср}} \pm \sigma$  (при нормальном распределении) находится 68 % всех случаев наблюдений, в пределах  $t_{\text{ср}} \pm 2\sigma$  — 96 %, в пределах  $t_{\text{ср}} \pm 3\sigma$  — 99,7 %. Из этого следует, что, например, в июле при средней месячной температуре воздуха 18 °С и при  $\sigma = \pm 1,9$  °С температура воздуха колеблется от 16,1 до 19,9 °С, при  $2\sigma = \pm 3,8$  °С — от 14,2 до 21,8 °С, а при  $3\sigma = \pm 5,7$  °С температура воздуха только в аномальные годы с вероятностью 0,3 % выходит за пределы 12,3—23,7 °С.

Термический режим более детально характеризует ежедневная средняя и экстремальная температура воздуха. Данные о средней суточной температуре воздуха обладают большой временной изменчивостью, особенно резко выраженной зимой. Так, например, в январе самая низкая средняя суточная температура воздуха за период 1942—1983 гг. наблюдалась 31 января 1956 г. и составила —33,6 °С. В отдельные годы в дни с активной циклонической деятельностью, сопровождающейся выносом теплых воздушных масс с Атлантики, даже в самый холодный период могут наблюдаться оттепели; температура воздуха при этом повышается до 0 °С и более. Такая оттепель наблюдалась 23 января 1948 г., когда температура воздуха повысилась до 2,3 °С. Оттепели в январе — феврале отмечаются не ежегодно, но в отдельные годы может наблюдаться 2—3 случая с оттепелью (табл. 8 Приложения). В марте средняя суточная температура воздуха постепенно повышается и в конце месяца становится положительной. Естественно, такая закономерность наблюдается не всегда. Например, в апреле, средняя суточная температура воздуха в течение всего месяца положительная, однако в отдельные годы отмечалась и отрица-

тельная температура. Так, самая низкая средняя суточная температура воздуха ( $-11,6^{\circ}\text{C}$ ) наблюдалась 1 апреля 1963 г., а самая высокая ( $18,6^{\circ}\text{C}$ ) — 25 апреля 1950 г. В летний период средние суточные температуры значительно устойчивее. Однако и летом могут наблюдаться периоды, когда при резких вторжениях холодных арктических масс воздуха температура значительно понижается. Самая низкая средняя суточная температура ( $8,8^{\circ}\text{C}$ ) в июле наблюдалась 5 июля 1976 г. Следует отметить, что в Калуге нет продолжительных периодов со средней суточной температурой воздуха выше  $20^{\circ}\text{C}$ .

Более подробную характеристику периодов с определенной температурой воздуха дают сведения о датах перехода средней суточной температуры воздуха через  $0$ ,  $5$ ,  $10$  и  $15^{\circ}\text{C}$  для весны и осени (табл. 9 Приложения). Устойчивый переход средней суточной температуры через определенные пределы характеризует, например, начало и конец зимы (переход через  $0^{\circ}\text{C}$ ), начало и конец лета (переход через  $10^{\circ}\text{C}$ ), а также начало вегетационного периода, отопительного сезона и др. В Калуге холодный период длится 136 дней, теплый — 229 дней. Продолжительность периода со средней суточной температурой выше  $15^{\circ}\text{C}$  составляет 78 дней.

Даты наступления средних суточных температур различной вероятности приведены также в табл. 9 Приложения.

В суточном ходе температуры воздуха наблюдается один максимум в послеполуденные часы и один минимум в утренние часы.

Суточная амплитуда колебаний температуры (разность между максимальной и минимальной температурой) значительно зависит от облачности (табл. 11). При ясной погоде суточная амплитуда почти в два раза больше, чем при пасмурной. В годовом ходе наименьшая суточная амплитуда наблюдается в ноябре — январе, наибольшая — в мае — августе.

Таблица 11

Суточная амплитуда температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ). По данным ст. Жиздра [10]

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

В зависимости от состояния неба

Ясно	9,5	13,0	14,2	13,3	15,9	15,4	14,9	16,0	15,5	12,8	9,3	7,9
Полуясно	9,2	9,6	8,8	9,8	11,8	12,2	11,9	11,2	10,4	8,0	6,8	8,0
Пасмурно	5,3	5,4	4,9	5,9	7,2	8,1	6,7	6,5	6,8	4,9	4,0	4,4

Независимо от состояния неба

Средняя	7,3	8,3	8,6	9,9	12,4	12,7	12,4	12,1	10,7	7,3	5,4	5,7
---------	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	-----	-----	-----

Междусуточная изменчивость, как и суточная амплитуда температуры воздуха, имеет годовой ход. Наибольшая междусуточная изменчивость температуры воздуха отмечается зимой, наименьшая — летом. Так, в январе она составляет  $3,4^{\circ}\text{C}$ , а в июле  $1,4^{\circ}\text{C}$  (табл. 10 Приложения). Летом междусуточная изменчивость

обычно не превышает  $\pm (2-2,5)^\circ\text{C}$ , но иногда возможны изменения до  $\pm (6-9)^\circ\text{C}$ . Так, с 5 по 6 июля 1952 г. средняя суточная температура воздуха понизилась на  $9,3^\circ\text{C}$ , а с 24 на 25 июля 1969 г. повысилась на  $5,9^\circ\text{C}$ . Зимой отмечается значительный перепад температуры воздуха как в сторону положительных, так и в сторону отрицательных значений. Так, например, с 8 на 9 января 1976 г. температура повысилась на  $14,1^\circ\text{C}$ , а с 9 на 10 января 1965 г. понизилась на  $15,5^\circ\text{C}$ .

Весной и осенью для климата Калуги характерны заморозки. *Заморозком* называется понижение температуры воздуха до  $0^\circ\text{C}$  и ниже при установившемся режиме положительной температуры. Часть года, в течение которой заморозки не наблюдаются, называется безморозным периодом. Обычно заморозки образуются ночью или в ранние утренние часы при тихой и ясной погоде. Однако они могут наблюдаться и в другое время суток при общем похолодании. Заморозки отмечаются в основном в переходные сезоны (весной и осенью). Обычно весной последние заморозки по средним многолетним данным заканчиваются 8 мая, а осенние — в третьей декаде сентября (табл. 12).

Таблица 12

Даты первого (осеннего) и последнего (весеннего) заморозка в воздухе и их вероятность (%)

Заморозок	Дата		Вероятность (%) заморозка в указанные и более ранние (поздние) даты						Самая поздняя дата	
	средняя	самая ранняя	95	90	75	50	25	10		5
Осень										
Первый	25 IX	16 VIII 1975	7 IX	10 IX	17 IX	25 IX	3 X	13 X	16 X	20 X 1895
Весна										
Последний	8 V	5 IV 1903	16 IV	20 IV	30 IV	8 V	17 V	26 V	29 V	8 VI 1958

В отдельные годы заморозки могут наблюдаться позже или раньше средних многолетних дат. В теплые вёсны они могут прекращаться на месяц раньше, а в затянувшуюся весну — на месяц позже средней даты. Осенью при раннем наступлении холодов первые заморозки отмечаются в середине августа, а при теплой осени — в конце октября. Поздние весенние и ранние осенние заморозки особенно опасны для растений.

Средняя продолжительность безморозного периода в Калуге составляет 139 дней (табл. 13).

Наибольшая продолжительность безморозного периода наблюдалась в 1938 г. (183 дня). Это был год, когда летом отмеча-

Таблица 13

## Продолжительность (дни) безморозного периода

Продолжи- тельность		Год	Вероятность (%) указанной продолжи- тельности и большей							Наибольшая про- должительность	Год
средняя	наименьшая		95	90	75	50	25	10	5		
139	79	1975	114	118	130	144	155	174	175	183	1938

лась самая высокая температура воздуха за рассматриваемый период. Наименьший безморозный период (79 дней) наблюдался в холодное и влажное лето 1975 г.

## 4.2. Температура почвы

Термический режим почвы изучен еще недостаточно. Это связано с тем обстоятельством, что на термический режим почвы, кроме атмосферных факторов, большое влияние оказывают ее механический состав и тип, влажность, состояние подстилающей поверхности, степень покрытости растительностью, снегом и т. д. Дать отдельно количественные критерии их влияния не представляется возможным, тем не менее сведения по термическому режиму почвы имеют большой практический интерес. Данные о температуре почвы широко используются при проектировании и строительстве различных мелиоративных и подземных сооружений и в других отраслях народного хозяйства.

Средняя годовая температура поверхности почвы в Калуге составляет 5 °С, что на 0,6 °С выше средней годовой температуры воздуха (табл. 14).

В холодный период (с ноября по март) температура поверхности почвы, покрытой снегом, отрицательная. Зимой средняя месячная температура поверхности почвы очень мало отличается от средней температуры воздуха. Средняя месячная температура почвы изменяется от -2 °С (в ноябре) до -10 °С (в январе, феврале). Наибольшее охлаждение поверхности почвы отмечается в январе. Абсолютный минимум зимой составляет -45 °С (январь 1956 г.), абсолютный максимум 5-6 °С (январь 1973, декабрь 1979 г.) (см. табл. 14). В теплый период колебания температуры поверхности почвы больше. Средняя месячная температура поверхности почвы в июне-августе составляет 18-20 °С. Однако в дневные часы летом поверхность почвы может нагреваться очень сильно. Так, в июле 1951 г. отмечалась температура почвы 57 °С. Иногда в жаркие дни максимальная температура поверхности

Таблица 14

Средняя месячная, максимальная и минимальная температура (°С)  
поверхности почвы и ее изменчивость

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	
Средняя температура	-10	-10	-5	4	13	19	
±σ	4,6	4,2	3,0	3,0	2,4	2,5	
Средний максимум	-7	-5	1	10	25	32	
Абсолютный максимум	5	10	20	44	53	53	
Год	1973	1950	1983	1952	1949	1949	
Средний минимум	-16	-16	-12	-2	4	8	
Абсолютный минимум	-45	-41	-36	-27	-4	-2	
Год	1956	1956	1964	1952	1980	1958	

Характеристика	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя температура	20	18	11	4	-2	-6	5
±σ	2,3	1,7	1,7	1,7	2,0	3,9	1,2
Средний максимум	34	30	21	10	2	-5	12
Абсолютный максимум	57	52	42	27	19	6	57
Год	1951	1972	1954	1974	1967	1979	1951
Средний минимум	11	10	4	-1	-5	-12	-2
Абсолютный минимум	2	-2	-5	-15	-30	-39	-45
Год	1958	1966	1956	1966	1951	1959	1956

почвы может быть на 18—20°С выше, чем максимальная температура воздуха.

Температура почвы на глубине 5—20 см измеряется коленчатыми термометрами, которые устанавливаются только на теплый период на открытой, свободной от растительности, разрыхленной площадке. Данные коленчатых термометров характеризуют температурный режим пахотного слоя почвы (табл. 15). В июле—ав-

Таблица 15

Средняя месячная температура почвы (°С) на различной глубине  
(по данным коленчатых термометров)

Глубина, см	V	VI	VII	VIII	IX	X
5	11,9	17,3	18,9	17,4	11,8	5,9
10	11,5	16,8	18,5	17,2	11,9	6,2
15	11,1	16,4	18,2	17,1	12,1	6,5
20	10,8	16,0	17,9	16,8	12,2	6,8

густе слой почвы от 5 до 20 см интенсивно прогревается и разность температур между слоями незначительна (0,1—0,4 °С).

Температура почвы на большой глубине (20—320 см) измеряется вытяжными термометрами. К сожалению, в Калуге такие наблюдения не проводятся. Однако, анализ данных некоторых других метеостанций этой зоны показал, что на глубине 20—320 см температура почвы изменяется более существенно: в теплый период она понижается с глубиной на 6—8 °С, зимой, наоборот, повышается; переход через 0 °С в сторону положительных значений отмечается на глубине 60—80 см.

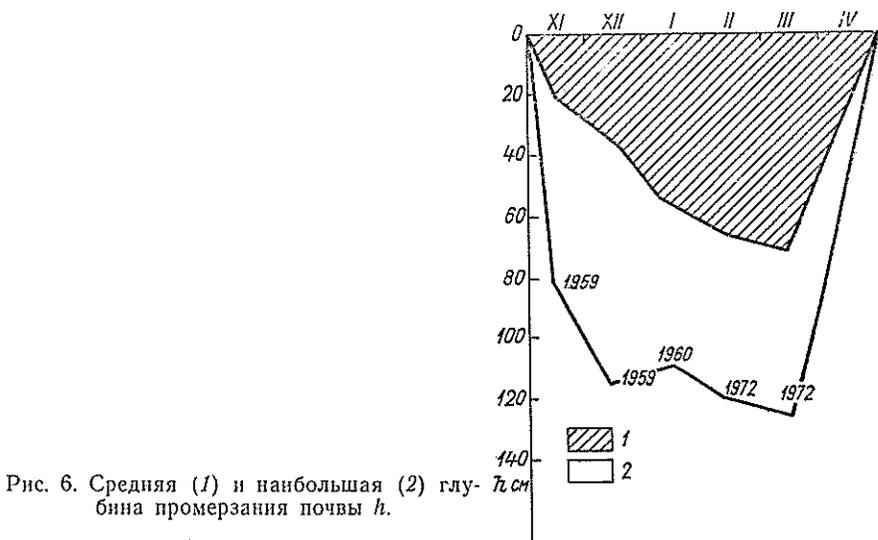


Рис. 6. Средняя (1) и наибольшая (2) глубина промерзания почвы  $h$ .

Важной характеристикой термического режима почвы является глубина промерзания почвы, которая зависит от условий погоды и высоты снежного покрова в каждый конкретный год. В Калуге глубина промерзания увеличивается от ноября к марту в среднем на 15 см и в марте составляет 70 см (рис. 6). Наибольшая глубина промерзания (124 см) отмечалась в 1972 г. Естественно, в полевых условиях, где снег залегаёт неравномерно и отмечаются участки, свободные от снега, глубина промерзания может достигать около 2 м.

Оттаивание верхнего слоя почвы начинается во второй половине апреля после схода снежного покрова и завершается в последней декаде апреля.

Интенсивность и повторяемость заморозков на поверхности почвы больше по сравнению с заморозками в воздухе. Заморозки на почве заканчиваются в среднем 14 мая, но часто они наблюдаются и в конце мая. Самая поздняя дата последнего весеннего заморозка отмечена 10 июня 1941 г. Первый заморозок осенью возможен в середине августа (например, 16 августа 1975 г.). Однако вероятность таких ранних заморозков невелика. Наиболее

Таблица 16

Обеспеченность (%) дат первого и последнего заморозков  
и различной продолжительности безморозного периода  
на поверхности почвы

Заморозок	Самая ранняя дата	Обеспеченность (%) указанных и более поздних дат							Самая поздняя дата
		95	90	75	50	25	10	5	
Первый	16 VIII 1975	22 VIII	28 VIII	8 IX	18 IX	28 IX	2 X	4 X	16 X 1952
Последний		17 IV	23 IV	5 V	14 V	24 V	1 VI	4 VI	10 VI 1941
Самый короткий период	Обеспеченность (%) указанной и большей продолжительности							Самый длинный период	
	95	90	75	50	25	10	5		
80 1975	93	101	116	124	145	151	153	168 1983	

часто первый заморозок наблюдается в середине сентября (табл. 16).

Продолжительность безморозного периода на поверхности почвы составляет в среднем 124 дня; самый короткий безморозный период отмечался в 1975 г. (80 дней), а самый длинный — в 1983 г. (168 дней).

При значительном радиационном выхолаживании поверхности почвы и приземного слоя воздуха на земле и наземных предметах образуется *иней*, который является дополнительной характеристикой заморозков на поверхности почвы. Наблюдается иней чаще всего при безоблачной штилевой погоде.

## 5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ

### 5.1. Влажность воздуха

*Влажность воздуха* определяется наличием водяных паров в воздухе. Водяной пар является неустойчивой составной частью атмосферы и сильно меняется от циркуляционных особенностей, физико-географических условий местности, времени года, состояния поверхности почвы и т. п. Влажность воздуха обычно характеризуется парциальным давлением водяного пара (упругостью водяного пара), абсолютной и относительной влажностью воздуха и дефицитом (недостатком) насыщения.

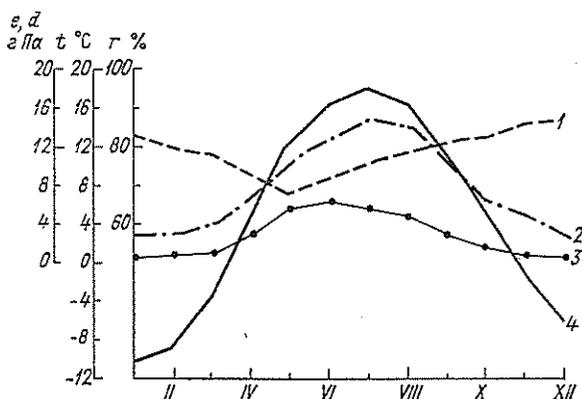


Рис. 7. Годовой ход характеристик влажности и температуры воздуха.

1 — относительная влажность  $r$ , 2 — парциальное давление водяного пара  $e$ , 3 — дефицит влажности  $d$ , 4 — температура воздуха  $t$ .

Парциальное давление водяного пара и дефицит насыщения изменяются аналогично температуре воздуха (рис. 7). В Калуге, как и в других районах ЕЧС, наибольшее *парциальное давление водяного пара* наблюдается летом (максимум в июле — 14,9 гПа), наименьшее — в холодный период (январь, февраль — 2,8 гПа). Такой годовой ход обусловлен поступлением большого количества водяного пара летом вследствие высоких температур и повышенного испарения. Изменчивость парциального давления водяного пара как летом, так и зимой сравнительно невелика (1—3 гПа). Заметное увеличение парциального давления начинается в марте и особенно интенсивное — от апреля к маю (3,2 гПа); наиболее интенсивное уменьшение давления наблюдается при переходе от августа к сентябрю (3,7 гПа) (табл. 17).

Следует заметить, что парциальное давление водяного пара при одной и той же температуре воздуха может заметно

Таблица 17

Характеристики влажности воздуха по месяцам и за год и число дней с относительной влажностью не более 30 % и не менее 80 %

Парциальное давление водяного пара, гПа		Дефицит насыщения, гПа	Относительная влажность				
среднее	± σ		средняя		число дней		
			%	± σ	с влажностью не более 30 %	с влажностью не менее 80 %	
I	2,8	0,8	0,5	83	3,6		16
II	2,8	0,7	0,6	80	4,0		11
III	3,9	0,8	1,0	78	4,2	1	11
IV	6,4	1,1	2,8	73	4,8	3	6
V	9,6	1,2	5,6	68	5,8	6	4
VI	12,8	1,0	6,2	72	4,6	1	4
VII	14,9	1,0	5,9	76	5,8	1	6
VIII	14,0	0,7	4,9	78	6,3	1	5
IX	10,3	0,9	3,0	81	4,7	1	7
X	7,2	1,1	1,6	83	3,5		11
XI	5,0	0,8	0,7	86	3,5		20
XII	3,8	0,8	0,5	87	3,1		22
Год	7,8	0,3	2,8	79	1,7	14	123

различаться, что зависит от содержания влаги в воздушных массах, поступающих в данный район.

Суточный ход парциального давления водяного пара наиболее четко выражен летом. Перед восходом солнца одновременно с минимумом температуры воздуха наступает и первый минимум парциального давления водяного пара, а максимум наблюдается в 8 ч. В результате дневного прогрева начинается интенсивное перемешивание нижних влажных слоев воздуха с верхними, более сухими, что приводит к снижению парциального давления водяного пара в послеполуденные часы. Затем вертикальный обмен между слоями начинает ослабевать и обычно в 19 ч наблюдается второй максимум парциального давления водяного пара.

*Дефицит насыщения* (недостаток насыщения) — разность между давлением насыщенного водяного пара и фактическим парциальным давлением. Изменение дефицита насыщения в течение года аналогично годовому ходу температуры воздуха (см. рис. 7). Максимум отмечается в теплый период (в июне — 6,2 гПа), минимум — в холодный (в декабре, январе — 0,5 гПа) (см. табл. 17). В суточном ходе недостаток насыщения наибольших значений достигает в послеполуденное время, наименьших — ночью перед восходом солнца.

*Относительная влажность* определяется как отношение фактического парциального давления водяного пара к парциальному давлению насыщающего водяного пара при той же температуре. Относительная влажность имеет обратный годовой ход по сравне-

нию с парциальным давлением водяного пара и температурой (см. рис. 7). Средняя годовая относительная влажность в Калуге составляет 79 %; минимум наблюдается в мае (68 %), максимум — в декабре (87 %) (табл. 18).

Таблица 18

Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха (%) и ее изменчивость

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	
Средняя	83	80	78	73	68	72	
±σ	3,6	4,0	4,2	4,8	5,8	4,6	
Наибольшая	88	88	88	83	76	80	
Год	1960, 1981, 1939	1957	1967	1970	1980	1984	
Наименьшая	74	70	71	64	49	62	
Год	1973	1969	1963, 1964	1978	1949	1979	

Характеристика	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя	76	78	81	83	86	87	79
±σ	5,8	6,3	4,7	3,5	3,5	3,1	1,7
Наибольшая	83	85	89	88	92	92	92
Год	1980	1958	1981	1982	1949, 1976	1960	1980
Наименьшая	55	55	66	74	79	79	74
Год	1938	1938	1938	1975	1958	1948	1939

В отдельные годы отклонения средних месячных значений относительной влажности от нормы могут достигать летом ±(15—20 %), зимой +(5—10 %). Среднее квадратическое отклонение σ летом на 2—3 % больше, чем зимой. Наиболее влажные месяцы за наблюдаемый период — ноябрь — 1949, 1972 гг. и декабрь 1960 г. (92 %), самый сухой — май 1949 г. (49 %).

В табл. 17 приведено число дней с относительной влажностью не более 30 % и не менее 80 %. Влажным считается день, когда влажность воздуха в 13 ч достигает 80 % и более; сухим считается день, когда в один из сроков наблюдений влажность не превышает 30 %. В среднем за год в Калуге отмечается 14 сухих дней и влажных 123, большая часть которых приходится на зимние месяцы; летом наблюдается в среднем 5 влажных дней. Изменение влажности воздуха в течение суток приближенно можно охарактеризовать данными срочных наблюдений (1, 7, 13 и 19 ч). Такие данные для ст. Малоярославец приведены в табл. 19.

В суточном ходе максимум относительной влажности наблюдается ночью, минимум — днем. Максимальная суточная

Таблица 19

Относительная влажность (%) по данным срочных наблюдений

Время, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	83	82	83	83	82	85	87	89	88	87	86	85
7	83	83	85	83	77	76	80	85	89	89	88	87
13	81	75	70	62	54	55	56	59	62	73	80	84
19	82	78	74	69	61	61	65	71	78	82	84	85

изменчивость отличается летом (от 85 % ночью до 55 % днем); амплитуда суточных колебаний достигает 20 %. Зимой относительная влажность изменяется в течение суток на 2—4 %.

## 5.2. Атмосферные осадки

*Осадки* — вода в жидком или твердом виде, выпадающая из облаков или осаждающаяся из воздуха на поверхности земли и на предметах. Осадки бывают *жидкие* (дождь, ливневой дождь, морось), *твердые* (снег, ливневой снег, град, крупа и снежные зерна) или *смешанные* (дождь со снегом, мокрый снег и ливневой мокрый снег).

По генетическому признаку осадки обычно подразделяются на три вида: *обложные*, *морозящие* и *ливневые*. Обложные осадки выпадают в виде капель или снежинок средней величины из сплошного облачного покрова. Эти осадки продолжительные и охватывают большую площадь. Морозящие осадки обычно выпадают из слоистых облаков в виде мелких капель, мельчайших снежинок или ледяных игл. Ливневые осадки связаны с кучево-дождевыми облаками; они выпадают в виде крупных капель в теплый период или крупных хлопьев снега зимой. Такие осадки начинаются и кончаются внезапно, охватывают обычно небольшую площадь, интенсивность их резко меняется во времени.

Количество атмосферных осадков измеряется толщиной слоя воды (в миллиметрах), образовавшегося на горизонтальной поверхности от выпавшего дождя, снега, града, мороси, обильных рос. Количество осадков (сумма осадков) определяется за сутки, месяц, сезон, год и т. д. либо за определенный промежуток времени.

Калужская область относится к зоне достаточного увлажнения. Среднее количество осадков за год в Калуге составляет 654 мм (табл. 20). В отдельные годы количество осадков колеблется от 350 мм (1948 г.) до 1060 мм (1933 г.). В зависимости от вида атмосферных осадков год принято условно делить на два периода: период с преимущественным выпадением твердых осадков, считающийся холодным (ноябрь—март) и период с преобладанием жидких осадков, считающийся теплым (апрель — ок-

Таблица 20

Месячное и годовое количество осадков (мм) с поправками на смачивание и их изменчивость

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI— —III	IV— —X	Год
Среднее количество	40	37	36	41	54	69	92	75	55	55	54	46	213	441	654
$\pm \sigma$	20	23	20	26	31	34	49	41	32	30	26	25	55	115	133
$C_v$	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2

Примечание. Здесь  $C_v$  — коэффициент вариации.

тябрь). На холодный период приходится 33 % (213 мм), на теплый 67 % (441 мм) годового количества осадков.

Для решения некоторых народнохозяйственных задач имеет немаловажное значение вид осадков и число дней с различным

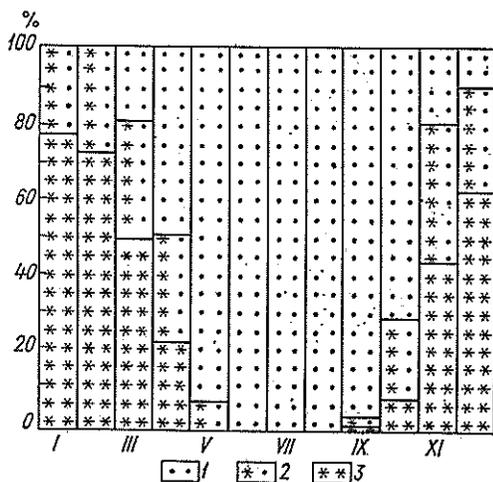


Рис. 8. Годовой ход относительного количества жидких (1), смешанных (2) и твердых (3) осадков.

количеством осадков. Распределение различных видов осадков в течение года показано на рис. 8. Как видно из рис. 8, максимальное количество твердых осадков выпадает в декабре, январе, а смешанных — в ноябре. В теплый период (май — сентябрь) твердые и смешанные осадки практически не выпадают.

В годовом ходе месячных сумм осадков минимум приходится на февраль — март (37—36 мм), максимум — на июль (92 мм). В отдельные годы в зависимости от циркуляционных процессов

месячные суммы осадков могут значительно отклоняться от средней многолетней (табл. 21). В июле 1933 г. выпало 245 мм, т. е. 250 % месячной нормы, а в июле 1938 и 1963 гг. — только 12 мм (13 % месячной нормы).

Таблица 21

Наибольшее  $x_{\text{макс}}$  и наименьшее  $x_{\text{мин}}$  месячное и годовое количество осадков (мм) различной обеспеченности (%)

Месяц	$x_{\text{макс}}$			Наблюденный максимум		$x_{\text{мин}}$			Наблюденный минимум	
	Обеспеченность, %					Обеспеченность, %				
	10	5	2	мм	год	10	5	2	мм	год
I	60	63	67	73	1944	11	9	5	4	1972
II	65	71	79	82	1977	11	6	5	3	1951
III	56	67	77	78	1976	13	12	5	3	1928
IV	68	79	95	106	1908	15	11	8	2	1894
V	90	103	111	143	1933	20	18	14	8	1898, 1983
VI	101	109	119	179	1909	30	22	17	0,3	1964
VII	139	148	166	245	1933	36	29	12	12	1938, 1963
VIII	118	123	140	212	1896	28	20	17	7	1897
IX	99	115	125	141	1953	18	14	6	0	1909
X	77	99	117	119	1973	23	17	8	3	1961
XI	75	77	96	107	1977	20	17	14	10	1958
XII	72	80	95	117	1981	16	14	8	8	1938
Год	712	747	858	1060	1933	439	432	422	350	1948

Большая изменчивость месячных сумм осадков свойственна любому месяцу, но экстремальные суммы отмечаются один-два раза за 100 лет. При 2 %-ной обеспеченности в августе два раза за 100 лет может наблюдаться максимум осадков 140 мм, что составляет почти две месячные нормы, минимум — 17 мм. Обычно большие месячные суммы осадков в теплый период связаны с сильными ливневыми дождями (свыше 50 мм осадков за сутки).

Повторяемость отклонений суммы осадков от нормы приведена в табл. 22.

Таблица 22

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

Отклонение, мм	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI-III	IV-X	Год
0—10	30	44	45	42	25	25	16	16	18	29	28	40	37	25	31
11—20	45	24	38	32	28	26	19	28	34	32	24	24	31	28	30
21—30	18	22	10	16	19	21	15	22	16	23	35	24	22	19	20
> 30	7	10	7	10	28	28	50	34	32	16	13	12	10	28	19

В связи с преимущественно циклонической погодой осадки в Калужской области выпадают часто (примерно около половины всех дней года). При этом преобладают дни с небольшим количеством осадков 0,1—0,5 мм (табл. 23). Осадки 10 мм и более наблюдаются 14 дней за год. Число дней с осадками 20,0 мм и более невелико (в среднем 1—4 дня за год). Зимой отмечается наибольшее число дней с осадками 0,1 мм, наименьшее — весной (в апреле, мае). Летом увеличивается число дней с осадками более 1,0 мм (см. табл. 24).

Таблица 23  
Среднее число дней с различным количеством осадков

Месяц	Количество осадков, мм							
	0,0	≥ 0,1	≥ 0,5	≥ 1,0	≥ 5,0	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 30,0
I	5,4	17,0	11,7	8,3	1,8	0,3	0,01	0,0
II	4,9	14,6	10,5	7,9	1,9	0,3	0,03	0,0
III	4,9	14,0	10,4	7,7	1,5	0,5	0,04	0,01
IV	3,8	12,0	9,6	8,1	2,4	0,6	0,04	0,0
V	3,5	12,0	10,1	8,5	3,5	1,4	0,3	0,07
VI	2,7	13,0	11,0	9,3	4,2	1,9	0,5	0,1
VII	2,9	14,2	12,0	10,6	5,3	2,6	1,0	0,4
VIII	3,1	13,0	10,8	9,2	4,3	2,2	0,7	0,3
IX	2,9	13,4	12,9	9,3	3,5	1,5	0,2	0,04
X	3,7	14,8	11,9	9,8	3,5	1,1	0,2	0,04
XI	5,1	13,7	12,3	9,8	2,7	0,9	0,2	0,01
XII	5,6	18,2	12,6	9,8	2,1	0,5	0,06	0,0
Год	49	169,9	135,8	108,3	36,7	13,8	3,3	1,0

Продолжительность осадков за год в Калуге в среднем составляет 1454 ч, максимальная — 1818 ч, минимальная — 968 ч (табл. 24). Наибольшая суммарная продолжительность осадков наблюдается в декабре (293 ч), наименьшая — летом (56—61 ч), несмотря на то, что в это время выпадает максимальное количество осадков (см. табл. 20). Это объясняется большим содержанием влаги в атмосферном воздухе в теплый период и преобладанием ливневых осадков. В осенне-зимний период наблюдаются в основном длительные осадки обложного характера.

В отдельные годы продолжительность выпадения осадков может значительно изменяться. Так, иногда летом продолжительность осадков колеблется от 7—17 до 109—140 ч.

С увеличением продолжительности обычно уменьшается интенсивность осадков. Интенсивность дождя сильно варьирует во времени и пространстве. Для рассматриваемой территории максимальная интенсивность составляет 2,7 мм/мин.

В табл. 25 приводятся ежегодный наблюдаемый средний суточный максимум и суточные максимумы обеспеченностью 63,

Таблица 24

Средняя и экстремальная продолжительность (ч) осадков

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	
Средняя	216	182	152	84	64	56	
Максимальная	328	354	305	183	133	109	
Минимальная	72	72	76	24	13	7	
$\pm \sigma$	54	67	50	38	31	30	
$C_v$	0,25	0,37	0,33	0,46	0,49	0,54	

Характеристика	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Средняя	61	56	64	106	180	293	1454
Максимальная	140	112	104	214	376	385	1818
Минимальная	14	17	8	25	79	104	968
$\pm \sigma$	34	25	26	48	63	57	221
$C_v$	0,55	0,45	0,41	0,45	0,35	0,24	0,15

Таблица 25

Суточный максимум осадков (мм) различной обеспеченности

Месяц	Средний максимум	Обеспеченность, %						Наблюденный максимум	
		63	20	10	5	2	1	мм	дата
I	7	5	10	12	14	16	17	16	29 1895
II	8	6	11	14	17	22	26	26	15 1962
III	8	6	12	15	16	18	20	19	8 1932
IV	10	7	14	18	22	27	30	29	12 1908
V	16	11	21	27	34	43	53	53	22 1956
VI	22	15	29	38	48	64	78	77	30 1952
VII	27	20	38	46	59	75	87	87	21 1933
VIII	24	16	34	45	60	80	94	89	20 1896
IX	15	11	19	25	33	44	51	49	16 1938
X	15	11	20	27	34	44	53	51	8 1899
XI	13	9	18	23	28	34	39	37	1 1960
XII	8	7	12	14	16	18	19	16	22 1935
Год	40	32	50	63	75	88	96	89	20 1896

20, 10, 5, 2 и 1 %, которые соответствуют суточным максимумам, превышающим указанное значение один раз в 1,5 года, в 5, 10, 20, 50 и 100 лет. Наибольшее суточное количество осадков (89 мм) наблюдалось 20 августа 1896 г. Абсолютный максимум осадков за сутки в теплый период (май—сентябрь) колеблется от 49 до 89 мм. Зимой суточный максимум осадков составляет 16—26 мм.

В табл. 11 Приложения приведены среднее суточное и максимальное количество осадков за 1942—1983 гг. Эти данные можно использовать при составлении различных справок по запросам народнохозяйственных организаций. Следует помнить, что наибольший вред народному хозяйству наносят и продолжительные дожди, и кратковременные ливни. Обильные дожди классифицируют как особо опасные, если в течение 12 ч выпадает осадков 50 мм и более. Ливни считаются особо опасными, если в течение 1 ч выпадает осадков 30 мм и более.

### 5.3. Снежный покров и метели

*Снежный покров* оказывает существенное влияние на условия зимнего и весеннего периодов, главным образом за счет большой отражательной способности поверхности снега. Небольшое количество радиации, получаемое зимой от солнца, почти полностью отражается от поверхности снега. Отражательная способность свежевывающего снега составляет более 70 %.

Снежный покров предохраняет почву от глубокого промерзания и тем самым способствует впитыванию талых вод весной и нормальной перезимовке растений. Условия залегания снежного покрова обычно оцениваются по датам образования и исчезновения снежного покрова, устойчивости его залегания и схода, числу дней в году со снежным покровом, по плотности снега и запасам воды в нем.

Первый снег в Калуге сохраняется недолго и стает под влиянием оттепелей. В зависимости от условий погоды сроки появления устойчивого снежного покрова из года в год колеблются. Самая ранняя дата появления устойчивого снежного покрова — 6 октября, а самая поздняя — 26 ноября. Перед образованием устойчивого снежного покрова снег несколько раз выпадает и сходит. Исходя из средних дат появления первого снега и образования устойчивого снежного покрова этот интервал времени в Калужской области длится 27 дней (табл. 26).

Таблица 26

Даты появления и схода, образования и разрушения устойчивого снежного покрова

Процесс	Средняя дата	Самая ранняя дата	Самая поздняя дата	Число дней со снежным покровом
Появление снежного покрова	2 XI	6 X	26 XI	140
Образование устойчивого снежного покрова	29 XI	2 XI	12 I	
Разрушение устойчивого снежного покрова	6 IV	25 II	27 IV	
Сход снежного покрова	11 IV	24 III	7 V	

Даты образования устойчивого снежного покрова и даты появления первого снега из года в год колеблются в зависимости от характера погоды, определяемого особенностями циркуляции атмосферы. Средняя дата образования устойчивого снежного покрова в Калуге приходится на 29 ноября. Ниже приводится обеспеченность дат образования устойчивого снежного покрова:

Обеспеченность, %	95	90	75	50	25	10	5
Дата образования устойчивого снежного покрова . . .	4 I	26 XII	10 XII	29 XI	15 XI	10 XI	6 XI

При средней дате образования устойчивого снежного покрова 29 ноября с 5 %-ной обеспеченностью, т. е. один раз в 20 лет, снежный покров образуется 6 ноября, а в 95 % лет устойчивый снежный покров может образоваться в первой декаде января.

Со времени образования устойчивого снежного покрова высота его постепенно увеличивается. В третьей декаде ноября (хотя и не ежегодно) образуется снежный покров около 4 см и в дальнейшем высота снежного покрова повышается от декады к декаде довольно равномерно, на 2—4 см (табл. 27). В первой декаде марта отмечается максимальная высота (34 см) снежного покрова (по постоянной рейке).

Высота снежного покрова зависит от характера зимы. В отдельные многоснежные зимы снежный покров может достигать 72 см, а в малоснежные зимы — всего лишь 11 см. Средний прирост снежного покрова за сутки при снегопадах в среднем с ноября по март составляет 6—7 см, а максимальный за зиму — 20 см.

Как правило, со второй половины марта начинается таяние и уплотнение снега и высота снежного покрова уменьшается. Разрушение устойчивого снежного покрова заканчивается в среднем в первой декаде апреля (6 апреля). Ниже приводится обеспеченность дат схода снежного покрова:

Обеспеченность, %	95	90	75	50	25	10	5
Дата схода снежного покрова . . .	24 III	26 III	30 III	6 IV	14 IV	18 IV	21 IV

Сход снега происходит обычно быстро после разрушения устойчивого снежного покрова. Однако в холодные вёсны этот процесс может длиться несколько декад. Так, самая поздняя дата схода снежного покрова отмечалась 7 мая.

Число дней со снежным покровом в Калуге составляет 140, что на 15 дней больше, чем в Курске.

Одна из характеристик снежного покрова — *плотность*. В зависимости от плотности изменяются теплопроводность и запас воды в снеге. Плотность снега в течение зимы увеличивается от 0,22 г/см<sup>3</sup> (декабрь) до 0,32 г/см<sup>3</sup> (март) (см. табл. 27). Уплотнение снега увеличивается в марте из-за оттепелей. Запас воды

Таблица 27

Высота снежного покрова, плотность снега и запас воды в снеге

XI			XII			I			II			III			IV			Наибольшая за зиму		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	ср.	макс.	мин.
Высота по постоянной рейке, см																				
.	1	4	6	11	13	18	22	24	28	30	30	34	33	25	9	.	.	39	72	14
Высота по снегосъемке, см																				
.	.	8	9	12	16	21	26	28	32	35	37	38	35	25	.	.	.	40	73	9
Наибольшая декадная высота, см																				
12	9	16	24	28	34	57	61	62	58	57	58	72	67	60	35	13	1			
Наименьшая декадная высота, см																				
.	.	.	.	.	.	.	.	2	7	10	11	4	7	4	.	.	.	.		
Плотность, г/см <sup>3</sup>																				
.	.	.	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,25	0,27	0,28	0,28	0,28	0,30	0,32	.	.	.			
Запас воды, мм																				
.	.	22	30	37	41	45	59	68	83	92	97	100	96	98	.	.	.	115	204	18

Примечание. Точка (·) обозначает, что снежный покров наблюдается менее чем в 50 % зим.

в снеге увеличивается от 22 мм (конец ноября) до 100 мм (март). В отдельные годы запасы воды достигали 204 мм. Запас воды в снеге, характер залегания снежного покрова зимой и таяния весной в значительной степени определяют весенний сток, а следовательно, режим рек и других водоемов. Запас воды в снежном покрове характеризует также снеговые нагрузки на горизонтальную поверхность (1 мм дает нагрузку 1 кг/м<sup>2</sup>). Средняя снеговая нагрузка в Калуге составляет 115 кг/м<sup>2</sup>, максимальная — 204 кг/м<sup>2</sup>.

*Метель* — перенос снега над поверхностью земли ветром достаточной силы (скоростью 6 м/с и более). Различают поземок, низовую метель и общую метель с выпадением снега. При низовой метели снег поднимается над землей достаточно высоко, при поземке происходит перенос снега ветром непосредственно у поверхности земли.

Метели образуют большие снежные заносы и затрудняют работу железнодорожного и автомобильного транспорта. Большой ущерб наносят метели и сельскому хозяйству. При сильном ветре и рыхлой структуре снежного покрова происходит перераспределение снега, так как на метелевую деятельность большое влияние оказывают местные условия, и на полях создаются оголенные участки, что иногда приводит к вымерзанию озимых культур.

Для рассматриваемой территории, в зоне которой находится Калуга, метели чаще всего наблюдаются при прохождении южных и западных циклонов и их ложбин с фронтальными разделами. Наиболее интенсивные метели отмечаются перед теплым фронтом южных циклонов, а также при приближении циклона к усиливающемуся антициклону, так как при этом происходит увеличение горизонтальных барических градиентов и расширение зоны метелей.

Метели в Калуге наблюдаются с октября по апрель; в среднем за год отмечается 27 дней с метелью (табл. 28).

Таблица 28

Число дней с метелью и продолжительность (ч) метелей

	X	XI	XII	I	II	III	IV	Год
Число дней с метелью								
Среднее	0,6	2	5	6	7	5	0,9	27
Наибольшее	5	8	15	13	13	10	7	46
Продолжительность, ч								
Средняя	2	12	33	42	39	33	4	165
Наибольшая	14	45	85	135	95	82	48	299
Число дней с поземком								
Среднее		0,2	0,7	1	1	1	0,1	4

Наибольшее число дней с метелью отмечается с декабря по март, в ноябре их в два раза меньше, а в октябре и апреле метели отмечаются не ежегодно. В отдельные годы отмечается 13—15 дней с метелью. Средняя суммарная продолжительность метелей за год составляет 165 ч, что на 37 ч меньше, чем в Курске, и на 110 ч меньше, чем в Воронеже. Средняя продолжительность метелей в день с метелью 6,1 ч. Поземки в Калуге наблюдаются редко, в среднем 4 дня за год (см. табл. 28).

Метели возможны при любом направлении ветра, но чаще они возникают при восточном и юго-восточном ветре. Ниже приведена повторяемость направления ветра при метелях:

Направление ветра . . . . .	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость, % . . . . .	6	10	18	17	15	13	14	7

Средняя скорость ветра при метелях составляет 6—9 м/с (повторяемость 50 %), но нередко метели наблюдаются и при скорости ветра 10—13 м/с. Ниже приведена повторяемость скорости ветра (по градациям) при метелях:

Скорость ветра, м/с . . . . .	6	6—9	10—13	14—17	18—20
Повторяемость, % . . . . .	8,4	49,9	31,0	10,5	0,2

Метели могут наблюдаться при различной температуре воздуха, но наиболее часто они отмечаются при температуре воздуха выше  $-10^{\circ}\text{C}$  (табл. 29). Повторяемость метелей при температуре

Таблица 29

Повторяемость (%) метелей при различной температуре воздуха

Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	X	XI	XII	I	II	III	IV	Год
$-24,9 \dots -20,0$						2		0,4
$-19,9 \dots -15,0$		2	1	6	9	4		5
$-14,9 \dots -10,0$		23	23	20	26	10		20
$-9,9 \dots -5,0$	43	26	40	50	34	42	13	39
$-4,9 \dots 0,0$	57	43	32	21	29	39	80	33
$> 0$		6	4	3	2	3	7	3

выше  $-10^{\circ}\text{C}$  составляет 65—76 % в каждом зимнем месяце. При температуре воздуха  $-10 \dots -20^{\circ}\text{C}$  повторяемость метелей в марте составляет 14 %, в феврале — 35 %; при температуре воздуха ниже  $-20^{\circ}\text{C}$  метели наблюдаются в 2 % случаев и отмечаются только в марте при резких похолоданиях, сопровождающихся выпадением снега и усилением ветра. Метели при низкой температуре воздуха (ниже  $-15^{\circ}\text{C}$ ) наиболее опасны для народного хозяйства, но они в Калуге крайне редки.

## 6. ОБЛАЧНОСТЬ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

### 6.1. Облачность

Облачность является одним из важнейших факторов климатообразующих процессов, определяющих характер погоды, поскольку она оказывает существенное влияние на тепловой и радиационный режим земной поверхности и на ее атмосферу. От степени покрытия неба облаками днем зависит приток солнечного тепла; ночью облачность препятствует радиационному выхолаживанию земли и прилегающего слоя воздуха. На формирование облачности большое влияние оказывают циркуляционные процессы и рельеф местности. Степень покрытия неба облаками, или количество облаков, на метеорологических станциях определяется визуально по десятибалльной шкале: 0—2 балла — ясное состояние неба, 3—7 баллов — полужасное, 8—10 баллов — пасмурное.

Все облака в зависимости от высоты их расположения делятся на три яруса: верхний, средний и нижний. К облакам нижнего яруса относятся также облака вертикального развития (кучевые и кучево-дождевые). При анализе облачности принято выделять общую облачность (все формы облаков) и нижнюю (с высотой нижней границы менее 2000 м). При этом выделяют 10 основных форм, которые по высоте их расположения отнесены к разным ярусам. К верхнему ярусу (выше 6 км) относятся перистые, перисто-слоистые и перисто-кучевые облака, состоящие чаще всего из кристалликов льда. Эти облака являются нередко предвестниками погоды, так как обычно связаны с перемещением воздушных масс в зоне фронтов, разделяющих холодные и теплые массы воздуха. К облакам среднего яруса (от 2 до 6 км) относятся высоко-слоистые и высоко-кучевые облака. Такие облака, как правило, не связаны с обильными осадками, если не наблюдаются во фронтальной облачной системе, состоящей из слоисто-дождевых и высоко-слоистых облаков. Облака с нижней границей < 2 км — слоисто-дождевые, слоистые, слоисто-кучевые — относятся к облакам нижнего яруса. К ним относятся и облака вертикального развития — кучевые и кучево-дождевые. Кучево-дождевые облака, как правило, связаны с ливневыми осадками и грозами. Облака всех трех ярусов могут наблюдаться одновременно, но общее их количество не должно превышать 10 баллов.

Количество общей и нижней облачности по месяцам (в баллах) распределяется в Калуге следующим образом:

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

В осенне-зимний период количество облачности несколько увеличивается по сравнению с летними месяцами; наибольшее количество облаков наблюдается в ноябре — декабре, наименьшее — летом. В табл. 30 ниже приводятся данные о повторяемости различного состояния неба по месяцам.

Таблица 30

Повторяемость (%) ясного (0—2 балла), полужасного (3—7 баллов) и пасмурного (8—10 баллов) состояния неба по общей и нижней облачности

Месяц	Общая облачность			Нижняя облачность		
	ясно	полужасно	пасмурно	ясно	полужасно	пасмурно
I	25	8	67	46	6	48
II	27	9	64	47	6	47
III	22	11	67	43	9	48
IV	21	16	63	46	16	38
V	27	21	52	53	23	24
VI	23	27	50	47	30	23
VII	24	25	51	45	32	23
VIII	30	22	48	51	25	24
IX	27	16	57	46	19	35
X	18	10	72	33	14	53
XI	10	6	84	18	7	75
XII	10	6	84	23	7	70

В Калуге наблюдается преимущественно пасмурное состояние неба (по общей облачности); менее 40 % случаев отмечается ясное и полужасное состояние неба (с октября по апрель). Пасмурная погода по нижней облачности отмечается с октября по декабрь (повторяемость 53—75 %). Наибольшей устойчивостью при этом характеризуется ноябрь и декабрь. В теплый период (с мая по август) повторяемость ясного и полужасного состояния неба составляет 76 %.

Годовой ход числа ясных и пасмурных дней по общей и нижней облачности представлен в табл. 31. Наибольшее число пасмурных дней (по общей облачности) отмечается в ноябре и декабре (23 дня). Второй максимум отмечается в январе и марте. С мая по сентябрь число пасмурных дней уменьшается в 2,5 раза по сравнению с ноябрем. Число ясных дней (по общей облачности) в Калуге не имеет четко выраженного годового хода. В сумме за год по нижней облачности отмечается в среднем 71 ясный день и 96 пасмурных, по общей облачности — 25 ясных дней и 173 дня пасмурных.

Приведенные выше многолетние средние данные характеризуют основные закономерности годового хода облачности. В отдельные годы режим облачности может существенно отличаться от среднего многолетнего.

В дополнение к количественным данным по общей и нижней облачности, которые не дают достаточного представления о ха-

Таблица 31

Среднее число ясных и пасмурных дней по общей и нижней облачности

Облачность	I	II	III	IV	V	VI
Ясные дни						
Общая	2,8	3,2	2,5	1,9	2,7	1,2
Нижняя	7,9	7,2	6,5	6,3	8,9	5,2
Пасмурные дни						
Общая	16,9	13,9	16,7	13,5	10,6	8,8
Нижняя	10,1	8,9	8,9	5,6	2,5	2,6

Облачность	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ясные дни							
Общая	2,2	2,8	2,7	1,3	0,7	0,5	25
Нижняя	5,9	7,8	6,6	4,1	1,8	2,5	71
Пасмурные дни							
Общая	10,3	8,5	10,7	17,1	23,1	23,0	173
Нижняя	2,8	2,7	4,9	10,1	19,1	17,6	96

рактуре облачности, приведены сведения о повторяемости форм облачности. В среднем за год наибольшую повторяемость (40 %) имеют слоисто-кучевые облака нижнего яруса (табл. 32). Слоисто-кучевая облачность в Калуге преобладает во все сезоны года, наибольшая ее повторяемость наблюдается в сентябре и октябре. В теплый период большую повторяемость имеют облака вертикального развития — кучевые (21—28 %). Летом часто наблюдается и кучево-дождевая облачность, с которой нередко связаны ливни и грозы.

Большой интерес представляют сведения о слоистых, разорванно-дождевых, слоисто-дождевых облаках с высотой нижней границы 100 и менее. Однако такая облачность в Калуге с мая по сентябрь встречается редко и наблюдается в 2—7 % случаев. Зимой заметно увеличивается повторяемость низких облаков плохой погоды. Повторяемость их (в декабре, январе) составляет 17—23 %, нередко они связаны с сильным ветром и осадками.

Таблица 32

Повторяемость (%) основных форм облаков

Облака	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Перистые	7	9	14	15	17	22	22	21	14	12	13	9	16
Перисто-кучевые	0	1	0,5	0,5	0,8	0,8	0,3	0,8	0,5	0,6	0,1	0,5	0,6
Перисто-слоистые	8	13	11	10	10	8	6	6	6	6	7	8	8
Высококучевые	8	8	8	12	11	16	15	14	12	13	10	8	12
Высоко-слоистые	11	11	8	7	5	3	2	4	3	4	4	8	5
Кучевые	0,2	0,6	2	8	21	28	27	23	16	6	2	0,8	11
Кучево-дождевые	0,1	0,4	0,7	3	6	9	10	8	5	3	0,6	0,3	4
Слоисто-кучевые	37	33	32	40	39	38	40	44	50	52	41	37	40
Слоисто-дождевые	22	20	15	9	5	4	4	4	6	12	18	19	11
Слоистые	17	12	9	3	1	1	2	2	2	6	16	23	8
Разрывано-дождевые	20	17	13	9	7	4	5	6	8	14	19	19	12

## 6.2. Туманы

*Туманом* называется скопление в приземном слое воздуха продуктов конденсации (капель или кристаллов, или тех и других вместе), при котором горизонтальная видимость становится менее 1 км.

Туманы по происхождению подразделяются на следующие основные типы: радиационные, адвективные и смешанные, или адвективно-радиационные.

*Радиационные туманы* возникают в результате радиационного охлаждения воздуха в ночные и утренние часы. Образуются они как в холодный, так и в теплый период в гребнях или в центральных частях антициклонов и размытых областях повышенного давления. Летом они возникают также после прохождения холодных фронтов и ночного прояснения.

*Адвективные туманы* чаще всего образуются в холодный период года в результате выноса теплого влажного воздуха над охлажденной поверхностью земли. Наблюдаются часто в теплых секторах южных, юго-западных и северо-западных ныряющих циклонов, а также при выносе теплых атлантических масс воздуха на континент по северной периферии отрогов азорского антициклона.

*Смешанные*, или *адвективно-радиационные*, туманы возникают в результате совместного действия радиационного и адвективного факторов, например, при ночных прояснениях в переносимом теплом воздухе.

Выделяют еще фронтальные, орографические, городские туманы, туманы испарения (парения) и т. д., являющиеся частыми случаями основных типов. Например, фронтальные туманы образуются при прохождении теплых фронтов и их образование зависит от увлажнения воздуха и почвы выпадающими на фронтах осадками. В ряде случаев фронтальные туманы образуются при опускании фронтальной облачности до поверхности земли. Нередко фронтальные туманы перемещаются вместе с фронтом и от скорости смещения фронта зависит их продолжительность. Городские туманы связаны в большей степени с повышением числа ядер конденсации в воздухе.

Для характеристики распределения туманов используются данные о числе дней с туманом, их продолжительности и суточном ходе. Туманы в Калуге наблюдаются в течение года (в среднем 41 день с туманом). Наибольшее и среднее число дней с туманом за многолетний период дает представление о пределах колебаний в отдельные годы (табл. 33).

Таблица 33

Число дней с туманом

Число дней	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-III	IV-IX	Год
Среднее	4	3	4	3	1	1	2	4	4	4	6	5	26	15	41
Наибольшее	13	13	14	11	5	7	8	9	10	13	15	16	53	38	76

Как видно из табл. 33, в холодный период туманы наблюдаются чаще, чем в теплый. Очень редко наблюдаются туманы в мае и в июне (в среднем по одному дню). Наибольшее число дней с туманом за год составляет 76 дней. Максимальное число дней с туманом наблюдается в ноябре — декабре.

В табл. 34 приводится повторяемость различного числа дней с туманом, данные которой дополняют табл. 33. Наибольшую повторяемость имеет число дней, близкое к среднему, наименьшую — крайние величины.

Важной характеристикой туманов является их продолжительность. Распределение суммарной продолжительности туманов в году соответствует распределению числа дней с туманом. Общая продолжительность туманов за холодный период в среднем в два раза больше, чем в теплый (табл. 35). Максимальная продолжительность туманов за год 375 ч, средняя продолжительность (в день с туманом) в холодный период составляет 5,3 ч, в теплый — 4,6 ч.

Таблица 34

Повторяемость (%) различного числа дней с туманом

Число дней	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0	10	5		10	24	29	14	14		5		
1—2	29	38	28	52	62	62	52	19	24	20	25	20
3—4	28	43	47	19	14	9	24	33	29	30	30	25
5—6	28		10	5			10	29	33	10	10	20
7—8	5	14	5	5				5	14	15	5	25
9—10			5	9						15	20	
11—12											5	5
13—14			5							5	5	
15—16												5

Таблица 35

Продолжительность туманов (ч)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X—III	IV—IX	Год
Средняя	17	15	18	19	4	5	8	13	20	21	36	30	137	69	206
Максимальная	36	53	63	63	12	10	28	31	27	63	61	143	187	77	375

В табл. 36 представлены данные о повторяемости продолжительности туманов. Летом продолжительность туманов составляет в среднем < 3 ч. С августа повторяемость продолжительных туманов увеличивается; наибольшая повторяемость продолжительных туманов отмечается в декабре.

Таблица 36

Повторяемость (%) различной продолжительности туманов

Продолжительность, ч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1—3	30	29	20	16	66	64	54	16	12	21	12	16
3—6		17	24	28	19	16	13	24	4	8	8	8
6—12	26	25	16	32	15	20	21	12	28	17	20	24
12—18	18	4	20	8			4	32	16	17	8	4
18—24	13	4	12	4			4	8	24	8	16	4
24—48	13	13	4	8			4	8	16	25	32	16
>48		8	4	4						4	4	28

Хорошо выражен суточный ход радиационных туманов — максимум их наблюдается ночью и утром, минимум — днем.

### 6.3. Грозы и град

*Гроза* — это комплексное атмосферное явление с многократными электрическими разрядами между облаками или между облаками и землей (молнии), сопровождающимися звуковым эффектом — громом. Грозы относятся к опасным метеорологическим явлениям, так как часто повреждают линии электропередач, нарушают движение электропоездов и особую опасность представляют для авиации. Нередко при грозах возникают пожары, бывают человеческие жертвы. Чаще всего они наблюдаются в теплый период, реже весной и осенью и совсем редко зимой.

В Калуге грозы начинаются с апреля, постепенно число их возрастает, достигая максимума в июле (8 дней), и заканчиваются в основном в октябре (табл. 37).

Таблица 37  
Характеристика гроз

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Число дней среднее	0,1	0,04	1	4	6	8	5	1	0,02	0,02	0,02	25	
наибольшее	1	2	3	9	13	14	12	5	1	1	1	43	
Средняя продолжительность, ч	0,02	0,03	0,8	6,2	13,9	15,8	11,1	2,1	0,01	—	—	50	

В среднем за год наблюдается 25 дней с грозой. От года к году число дней с грозой колеблется; в годы с более развитой грозовой деятельностью число дней с грозой достигает 43.

Важной характеристикой гроз также является их продолжительность. Средняя продолжительность гроз за год составляет 50 ч, средняя продолжительность в день с грозой — 2 ч. Наибольшая продолжительность гроз (11—16 ч) отмечается с июля по август.

Грозы имеют хорошо выраженный суточный ход — максимум гроз отмечается во вторую половину дня, от 12 до 18 ч, минимум — утром, от 6 до 12 ч, что характеризуется соответствующей продолжительностью (табл. 38).

Образование гроз связано с развитием мощных кучево-дождевых облаков в зоне сильной конвекции внутри воздушной массы или при прохождении холодных фронтов. Обычно грозы сопровождаются сильными шквалистыми ветрами, ливневыми осадками, нередко градом.

*Град* — это осадки, выпадающие в теплый период из мощных кучево-дождевых облаков в виде частичек плотного льда различного размера, иногда очень крупного. На местности град выпа-

Таблица 38

Продолжительность гроз (ч) в различное время суток

Время, ч	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Год
18—24			0,08	2,1	4,9	6,0	3,6	0,9		17,7
24—6			0,03	0,3	2,2	2,6	2,1	0,4		7,6
6—12			0,02	0,7	1,3	1,3	1,5	0,2	0,02	5,0
12—18	0,04		0,6	3,6	6,4	8,9	5,4	0,8		25,7

дает большей частью пятнами. Град наносит большой ущерб народному хозяйству, особенно страдают сельскохозяйственные культуры и сады. Выпадение града обычно сопровождается ливневыми осадками, грозами, а иногда и шквалистым ветром. В Калуге наиболее вероятен град с мая по сентябрь, в среднем за год отмечается всего один-два дня с градом, но ни в одном из месяцев град не наблюдается ежедневно. Ниже приводится среднее и наибольшее число дней с градом:

Месяц . . . . .	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Год
Число дней с градом . . .								
среднее . . . . .	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	1,2
наибольшее . . . . .	1	3	6	2	2	3	1	9

Наибольшее число дней с градом приходится на июль. Возможны годы, когда град в Калуге не выпадает, а в отдельные годы отмечается до 6 дней в месяц с градом. Град, так же как и грозы, выпадает преимущественно в послеполуденные часы, продолжительность его обычно незначительна и составляет от нескольких минут до четверти часа.

#### 6.4. Гололедно-изморозевые образования

Усиленная циклоническая деятельность в холодный период, поступление влажных масс воздуха, частые оттепели способствуют образованию гололеда и изморози, мокрого снега и сложного отложения. Все это относится к основным видам обледенения, т. е. отложению льда любого вида на поверхности сооружений, ветвях деревьев, проводах, покрытиях дорог, аэродромов и на других объектах. Отложение льда любой интенсивности следует относить к опасным атмосферным явлениям, так как оно существенно осложняет работу многих отраслей народного хозяйства.

*Гололед* — наиболее распространенный и опасный вид обледенения. Он представляет собой слой плотного льда, образующегося на поверхности земли и наземных предметах преимущественно с наветренной стороны при отрицательной температуре вследствие замерзания переохлажденных капель дождя или мороси. Удельная масса гололеда (численно равна его плотности) в среднем

составляет  $0,56 \text{ г/см}^3$ , но в зависимости от метеорологических условий колеблется от  $0,42$  до  $0,79 \text{ г/см}^3$  (табл. 39).

Таблица 39

Плотность гололедно-изморозевых отложений

Вид отложений	Плотность, $\text{г/см}^3$		
	средняя	наибольшая	наименьшая
Гололед	0,56	0,79	0,42
Зернистая изморозь	0,11	0,16	0,06
Кристаллическая изморозь	0,03	0,04	0,02
Сложное отложение	0,21	0,31	0,10

Примечание. Тип рельефа — равнина плоская или пересеченная небольшими оврагами, балками, пологими холмами с относительным превышением не более 50 м.

Образованию гололеда сопутствуют определенные метеорологические и циркуляционные условия. Гололед чаще всего образуется при температуре воздуха от  $0$  до  $-5^\circ\text{C}$  и скорости ветра не более  $9 \text{ м/с}$ . Преобладающее направление ветра при гололеде — юго-восточное, южное и юго-западное ( $47\%$ ). В  $24\%$  случаев гололед наблюдается при штилевой погоде (табл. 40).

Таблица 40

Повторяемость (%) направления ветра и штилей при максимальном отложении

Максимальное отложение, $\text{г/м}$	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль	Число случаев
$\leq 40$	2	7	6	17	10	20	5	8	24	582
41—140	0,1			0,5			0,2		0,1	
141—310						0,1				

Максимальное отложение гололеда при скорости ветра выше  $14-17 \text{ м/с}$  наблюдается в единичных случаях, менее  $1\%$  (табл. 41).

Гололед в Калуге наблюдается с октября по апрель. Наибольшее число дней с гололедом отмечается в декабре и январе. В среднем наблюдается 16 дней в году с гололедом (табл. 42).

Максимальное число дней с гололедным образованием существенно отличается от среднего (табл. 43).

Изморозь по условиям образования и структуре подразделяется на кристаллическую и зернистую. Кристаллическая изморозь — слой, состоящий из мелких, нагроможденных друга на друга кристалликов льда, подобных легкому пушистому снегу.

Таблица 41

Повторяемость (%) различной скорости ветра при максимальном отложении ( $u_p$ ) в данный случай обледенения и максимальной скорости ветра за случай обледенения ( $u_{pm}$ )

ac мм <sup>2</sup>	Скорость ветра, м/с												Число случаев.
	0—1		2—5		6—9		10—13		14—17		18—20		
	$u_p$	$u_{pm}$	$u_p$	$u_{pm}$	$u_p$	$u_{pm}$	$u_p$	$u_{pm}$	$u_p$	$u_{pm}$	$u_p$	$u_{pm}$	

## Гололед

≤90	4	4	28	25	13	15	2	3	0,2	0,3		0,2	582
91—260					0,3	0,3							
261—560			0,2	0,2	0,2	0,2							
951—1500			0,1	0,1									

## Смесь, мокрый снег

≤280	1	0,5	1	1	0,8	1							
------	---	-----	---	---	-----	---	--	--	--	--	--	--	--

## Зернистая изморозь

≤530	3	2	5	5	0,5	1							
531—1800	0,2			0,2									

## Кристаллическая изморозь

≤1050	26	23	14	17	0,3	0,8							
1051—3640	0,2	0,2											

Примечание. Здесь  $a$  и  $c$  — соответственно большой и малый диаметры отложения с учетом диаметра провода станка.

Таблица 42

Среднее число дней с обледенением проводов гололедного станка

Вид отложения	X	XI	XII	I	II	III	IV	Год
Гололед	0,9	2	5	5	2	1	0,1	16
Зернистая изморозь	0,04	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3		2
Кристаллическая изморозь		1	2	3	2	1	0,1	9
Мокрый снег			0,07	0,07				0,1
Сложное отложение			0,2	0,6			0,07	0,9

Ее плотность незначительна (0,02—0,04 г/см<sup>3</sup>) и поэтому не наносит большого вреда. Более опасна для городского хозяйства зернистая изморозь, представляющая собой снеговидный рыхлый осадок. Удельная масса зернистой изморози колеблется от 0,06 до 0,16 г/см<sup>3</sup>. Так же как гололед, зернистая изморозь образуется

Таблица 43

Максимальное число дней с обледенением проводов гололедного станка

Вид отложения	X	XI	XII	I	II	III	IV	Год
Гололед	5	8	13	9	6	4	3	33
Зернистая изморозь	1	2	4	4	2	1		7
Кристаллическая изморозь		8	7	12	13	11	1	38
Мокрый снег		3	1	2	1	1		5
Сложное отложение			3	4	1		1	4

при ветре (0—5 м/с) южных направлений, при температуре воздуха 0... —10 °С. При устойчивом длительном сохранении переохлажденных туманов формируются значительные отложения зернистой изморози, которые нередко приводят к обрыву линий связи и электропередачи, к поломке ветвей деревьев и к другим повреждениям. Зернистая изморозь наблюдается с октября по март (среднее число дней — 2, максимальное — 7 (см. табл. 42 и 43).

Отложение (налипание) мокрого снега наносит значительный ущерб городскому хозяйству. В среднем за зиму отмечается 1,1 дня с отложением мокрого снега на предметах и проводах, максимальное количество таких дней 5 (см. табл. 43).

Сложные гололедно-изморозевые образования наблюдаются в Калуге не ежегодно, в среднем за зиму 0,9 дня. За рассматриваемый период наибольшее число дней со сложным отложением составляет 4 дня (см. табл. 43). Сложные отложения представляют собой наиболее опасный вид обледенения. Особенно они опасны для воздушных линий связи и электропередачи, так как образуются в результате последовательного наложения различных видов обледенения — гололеда, зернистой и кристаллической изморози, инея, а также мокрого снега. Возникает такое отложение в результате смены погодных условий при адвекции тепла и последующем радиационном выхолаживании. Опасность такого явления усугубляется большими размерами отложения и большой продолжительностью.

## 7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ

Климат Калужской области характеризуется теплым летом, умеренно холодной зимой с устойчивым снежным покровом и хорошо выраженными переходными сезонами. Границы сезонов принято определять по устойчивому переходу средней суточной температуры воздуха через определенные пределы с учетом средних дат установления или схода снежного покрова, образования и разрушения ледостава на реках, появления и прекращения заморозков. Эти признаки в каждом году возникают в разные сроки в зависимости от изменчивости таких климатообразующих факторов, как режим циркуляции атмосферы и радиационный баланс.

### 7.1. Зима

За начало зимнего сезона принимается переход средней суточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  в сторону понижения (средняя дата 12 ноября). Заканчивается зимний сезон с переходом средней суточной температуры через  $0^{\circ}\text{C}$  в сторону повышения (средняя дата 1 апреля). Общая продолжительность зимы 140 дней. В отдельные годы даты наступления и окончания зимы отклоняются от средних. Самая ранняя дата наступления зимы в Калуге — 13 октября (1946 г.), а самая поздняя — 30 ноября (1978 г.). Самая ранняя дата окончания зимы — 15 марта (1983 г.), а самая поздняя — 21 апреля (1979 г.). Исходя из этого продолжительность зимнего сезона колеблется от 105 до 191 дней. К продолжительным зимам относятся, например, зимы 1943-44, 1973-74, 1981-82 гг., а к относительно коротким — 1945-46, 1950-51, 1965-66, 1975-76 гг.

Следует заметить, что длительность зимы не определяет характер ее суровости. Могут быть зимы продолжительные, но не холодные, и наоборот. Так, например, в данном регионе зима 1955-56 г. была самой холодной, но сравнительно короткой, чем более теплая зима 1956-57 г. Эти и другие особенности сезона зимы связаны с характером атмосферной циркуляции. В целом за зиму циклоническая деятельность наблюдается чаще (59 %), чем антициклоническая (до 41 %), которая в 15 % случаев обусловлена западной периферией сибирского антициклона.

Экстремально холодные зимы обусловлены процессами меридиональной циркуляции — вторжением масс арктического воздуха с севера или северо-востока. При этом в условиях антициклонической (преимущественно ясной) погоды длительное время сохраняется низкий фон температуры. Примером очень холодных зим, охвативших устойчивыми сильными морозами не только центральные области ЕЧС, но и районы Урала, могут служить зимы 1955-56, 1966-67 и 1984-85 гг. Для этих зим характерными являются процессы, при которых огромная территория Европейской и

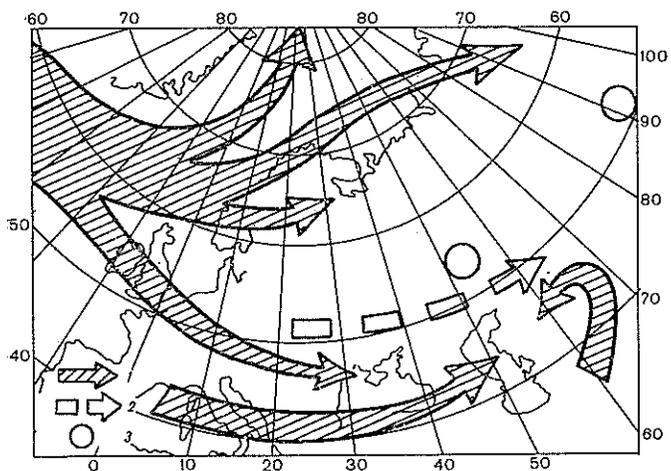


Рис. 9. Траектории циклонов и антициклонов, характерные для зимы.

1 — траектории циклонов, 2 — траектории ядер повышенного давления, 3 — малоподвижные антициклоны.

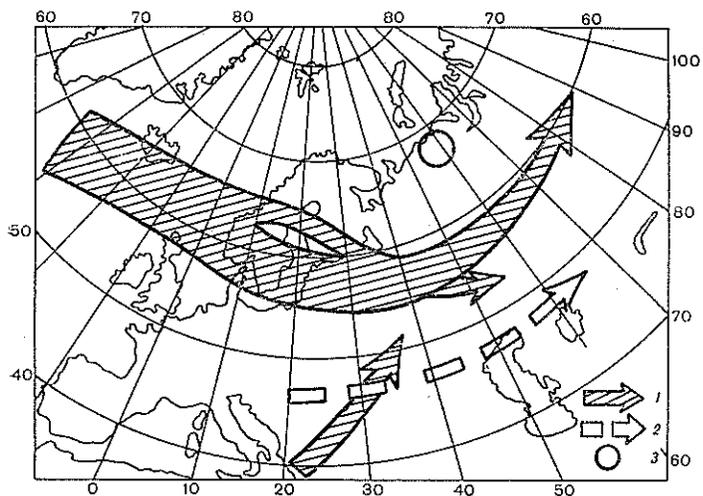


Рис. 10. Траектории циклонов и антициклонов, характерные для теплой зимы.

Усл. обозначения см. рис. 9.

Азиатской частью СССР была занята обширная антициклоническая система с двумя очагами максимального давления (в районе Байкала и бассейна Волги); циклоны с Атлантики проникли в арктические моря (рис. 9). При такой ситуации активно развиваются средиземноморские циклоны, которые достигают районов Турции, Черного моря и Кавказа и вызывают частые и интенсивные осадки.

Теплые зимы протекают при интенсивном развитии и движении в восточном направлении атлантических циклонов, выносящих на территорию ЕЧС океанические массы воздуха, нередко

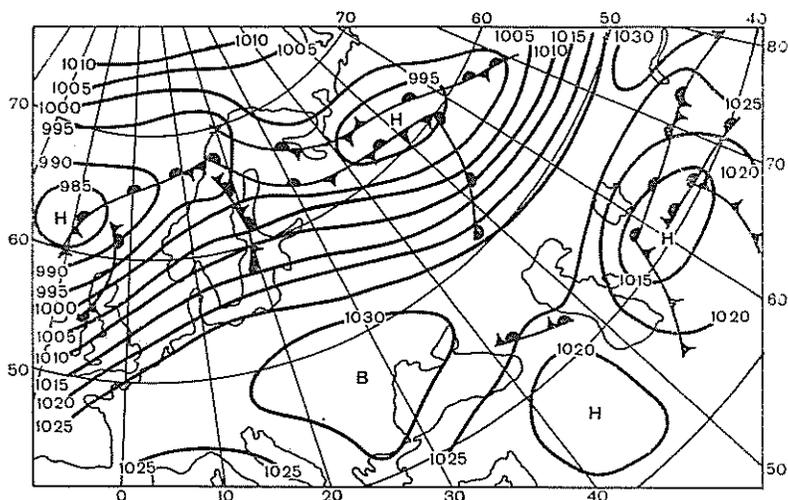


Рис. 11. Синоптическая карта за 3 ч 5 февраля 1987 г.

Развитие и движение атлантических циклонов в восточном направлении, обуславливающих оттепели зимой, дождливую погоду — летом.

в виде морской массы воздуха. Эти циклоны проникают до Центральной Сибири (рис. 10). Такой характер синоптических процессов может наблюдаться как зимой (обуславливая оттепели), так и летом (вызывая дождливую погоду) (рис. 11). Средиземноморские циклоны через Балканы и Азово-Черноморский бассейн могут проникать на территорию Украины и черноземных областей. Эти циклоны и обуславливают интенсивные осадки (рис. 12). Следовательно, от особенностей синоптических процессов зависит характер зимнего периода (будет ли он аномально теплым, холодным или нормальным). В табл. 44 приведены экстремально теплые и холодные зимы, отобранные по принципу наличия не менее двух месяцев с однозначной аномалией средней месячной температуры воздуха  $\Delta t$ , равной или превышающей  $\sigma$ ; в третьем месяце допускалась величина  $\Delta t$  противоположного знака со значением меньше  $\sigma$ . Из 13 отобранных экстремальных зим за период 1924—1983 гг. только в одном случае (1953-54 г.) наблюдался

противоположный знак  $\Delta t$ , а в остальных случаях сохранялась аномалия одного знака.

Аномалии давления в Калуге в 80 % отобранных случаев отмечаются ниже нормы (см. табл. 44).

Месячное количество осадков как в холодные, так и в теплые зимы отмечается чаще выше нормы.

Независимо от типа зим, зимние месяцы имеют различную вероятность аномалий. Как видно из табл. 45, от декабря к февралю вероятность нормальных месяцев уменьшается за счет уве-

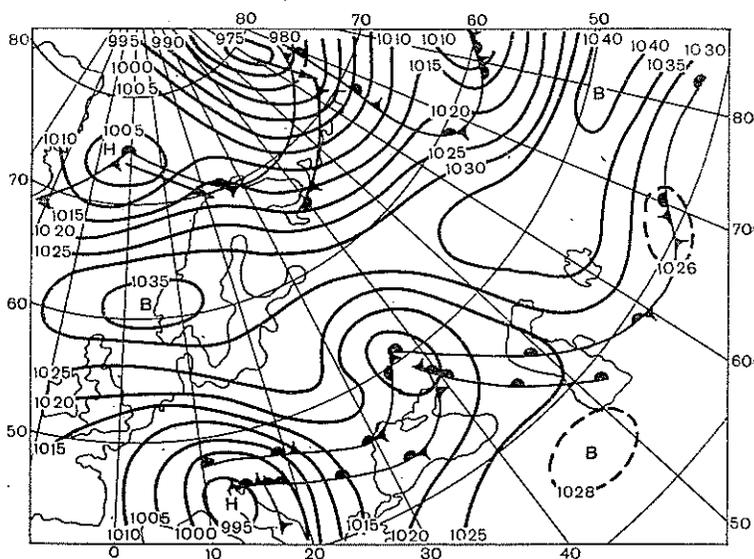


Рис. 12. Синоптическая карта за 3 ч 15 января 1987 г.

Выход средиземноморских циклонов, приносящих интенсивные осадки в южные районы ЕЧС.

личения как аномальных (теплых и холодных), так и экстремальных месяцев. Все месяцы зимнего периода характеризуются относительно большой вероятностью экстремальных аномалий, в частности, в январе почти половина всех лет. В феврале отмечается минимум вероятности (17 %) нормальных месяцев, что, по-видимому, объясняется максимальным промерзанием почвы, которая значительно корректирует роль атмосферно-циркуляционных процессов.

Повторяемость средней месячной температуры воздуха зимой в пределах  $-20 \dots -15,1^\circ\text{C}$  составляет 7–14 %,  $-15,0 \dots -10,1^\circ\text{C}$  — 33 и 34 % (соответственно в январе и феврале),  $-10,0 \dots -5,1^\circ\text{C}$  — 47 % в феврале и 58 % в декабре. Средняя месячная температура воздуха ниже  $-20^\circ\text{C}$  за рассматриваемый период лет не отмечалась. Абсолютный минимум температуры (по срочным

Таблица 44

Отклонение от средней многолетней температуры воздуха, давления воздуха и количества осадков в аномально теплые и аномально холодные месяцы

Год	Теплая зима			Год	Холодная зима		
	XII	I	II		XII	I	II
Аномалия температуры воздуха $\Delta t$ , °C							
1924-25	0,2	6,9	6,0	1953-54	0,7	-5,5	-6,5
1943-44	3,0	6,5	3,6	1955-56	-5,7	-0,4	-6,9
1951-52	5,2	6,5	2,4	1966-67	-2,9	-4,9	-1,7
1954-55	1,1	3,0	6,8	1984-85	-3,3	-0,4	-6,4
1958-59	0,4	5,9	3,3				
1960-61	6,7	3,4	5,2				
1965-66	5,0	1,7	6,5				
1974-75	3,7	6,2	2,1				
1982-83	5,1	6,6	1,7				
Аномалия давления $\Delta p$ , гПа							
1943-44	0,6	-5,9	-0,2	1953-54	8,3	-7,1	4,0
1951-52	-5,1	-0,8	-0,4	1955-56	-11,1	-8,8	2,6
1954-55	1,7	-9,8	-15,9	1966-67	4,4	-0,8	3,2
1958-59	-8,0	-12,7	-5,9	1984-85	—	-6,0	-4,8
1960-61	-1,0	-4,7	-3,8				
1965-66	-9,4	1,7	-0,1				
1974-75	-0,5	-5,0	-4,1				
1982-83	-3,5	-12,2	-7,0				
Месячное количество осадков, % нормы							
1943-44	120	183	102	1953-54	133	67	16
1951-52	169	135	110	1955-56	144	118	36
1954-55	51	114	36	1966-67	126	124	50
1958-59	97	84	28	1984-85	192	143	74
1960-61	102	50	59				
1965-66	153	123	199				
1974-75	231	128	106				
1982-83	78	154	153				

Таблица 45

Вероятность (%) различных отклонений средней месячной температуры воздуха от нормы

Тип месяца (по аномалиям)	XII	I	II
Нормальный (отклонение от 0,0 до $\pm 1,0$ °C)	28	19	17
Теплый или холодный (отклонение от $\pm 1,1$ до $\pm 3,0$ °C)	33	33	40
Экстремально теплый и экстремально холодный (отклонения $\geq \pm 3,0$ °C)	39	48	43

наблюдениям) равен  $-46^{\circ}\text{C}$  (январь 1940 г.), а абсолютный максимум  $7^{\circ}\text{C}$  (декабрь 1939 г.).

Число дней с температурой воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже — одна из важных характеристик зимы в средних широтах (табл. 46). Эта характеристика одновременно свидетельствует и об общей продолжительности зимы и о ее суровости, ибо наиболее низкая температура воздуха чаще наблюдается именно в зимы с большим числом дней с температурой  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже.

Таблица 46

Число дней  $n$  с температурой воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже

Месяц	$\bar{n}$	$\sigma$	$n_{\text{ванб.}}$	Год
XI	1,8	2,1	10	1965
XII	7,3	4,8	22	1978
I	13,0	7,0	29	1963
II	10,8	6,5	27	1956
III	4,2	4,1	19	1952
Год	37	15,2	70	1962-63

В январе отмечается в среднем 13 таких дней; максимум составил 29 дней и наблюдался в 1963 г., когда почти весь месяц был очень холодным, минимальная температура достигала  $-33,5^{\circ}\text{C}$ . В феврале среднее и наибольшее число дней с температурой воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже составляет 11 и 27 соответственно (см. табл. 47). В среднем в трех зимних месяцах 34 % дней имеют температуру воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже.

Максимальное число дней с температурой воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже в сумме за три зимних месяца наблюдалось зимой 1953-54, 1955-56, 1962-63 и 1978-79 гг. (соответственно 59, 58, 52 и 53 дня), минимальное — в 1943-44, 1951-52, 1956-57, 1960-61 гг. (соответственно 7, 9, 12 и 11 дней). Следовательно, в теплые зимы число дней с низкой температурой в несколько раз меньше, чем в холодные.

Число дней с оттепелью за три зимних месяца приведено в табл. 47, из которой следует, что максимум их наблюдается в декабре как по среднему числу дней, так и по максимальному.

Таблица 47

Число дней с оттепелью по декадам и среднее за месяц ( $n$ )

Число дней	XII				I				II			
	1	2	3	$\bar{n}$	1	2	3	$\bar{n}$	1	2	3	$\bar{n}$
Среднее	4,4	2,7	3,5	10,4	2,1	1,5	1,8	5,4	2,0	2,0	1,8	5,8
Максимальное	10	8	10	25	8	8	10	18	8	9	8	17
Минимальное	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Таблица 48

Повторяемость (%) различных сочетаний температуры воздуха и скорости ветра в зимний период

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С							
	-31,0 ... -30,0	-29,9 ... -25,0	-24,9 ... -20,0	-19,9 ... -15,0	-14,9 ... -10,0	-9,9 ... -5,0	-4,9 ... 0,0	0,1 ... 5,0
0—5	0,4	1,2	3,7	8,6	10,8	14,0	12,2	3,1
6—10	0,05	0,05	0,7	3,8	6,2	6,7	15,2	6,2
11—15				0,2	0,6	1,2	2,4	1,1
16—20					0,2	0,4	0,6	0,4

Определенное представление о суровости зимы дает повторяемость различных сочетаний температуры воздуха и скорости ветра. В табл. 48 приведены эти сочетания за три зимних месяца

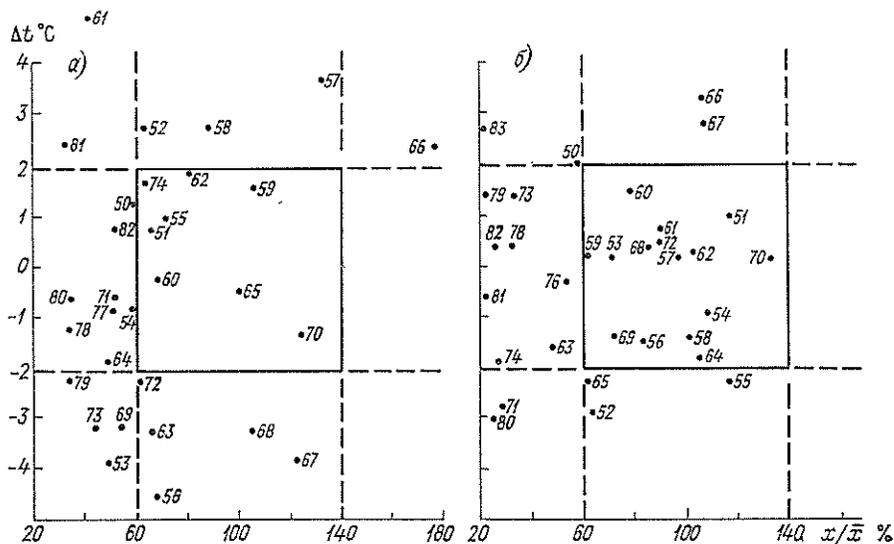


Рис. 13. Распределение зим (а) и весен (б) по условиям тепло- и влагообеспеченности.

Здесь и на рис. 15 цифры в поле рисунка — последние цифры года (по январю).

(декабрь—февраль) за период 1942—1965 гг. Эти данные показывают, что с ужесточением морозов вероятность градации скорости ветра выше 5 м/с уменьшается и при температуре воздуха  $-30^{\circ}\text{C}$  и ниже скорость ветра больше 5 м/с практически не наблюдается. При температуре  $0 \dots -15^{\circ}\text{C}$  суммарная повторяемость

слабого ветра (до 5 м/с) составляет 37 %, повторяемость скорости ветра 6—10 м/с — 28 %, причем больше половины случаев (15 %) приходится на градацию температуры воздуха 0...—4,9 °С. Для этой градации даже повторяемость штормового ветра (11—15 м/с) составляет 2 %.

Было проведено распределение зим по условиям тепло- и влагообеспеченности (рис. 13 а). Показателями тепло- и влагообеспеченности послужили отклонения температуры воздуха  $\Delta t$  от нормы и относительное количество выпавших осадков  $x/x$  (% нормы). Расчет сделан в целом для зимних месяцев (декабрь—февраль). Квадрат на рис. 13 а ограничивает условия, близкие к нормальным, т. е. когда температура воздуха в среднем за сезон была в пределах нормы ( $\Delta t = \pm 2$  °С) и осадки, близкие к норме (60—140 %). Вверху справа на рис. 13 а отмечены многоснежные зимы, а внизу слева — холодные, с малым количеством осадков. Как следует из рисунка, за период 1950—1982 гг. было отмечено 8 зим с условиями, близкими к нормальным.

## 7.2. Весна

По многолетним данным, переход средней суточной температуры воздуха через 0 °С, условно принимаемый за начало весны, отмечается в Калуге 1 апреля. В начале апреля начинается и разрушение устойчивого снежного покрова. При этом отражательная способность подстилающей поверхности уменьшается, а радиационный баланс увеличивается. Эти и другие изменения, происходящие в апреле, позволяют считать его типичным весенним месяцем, в отличие от марта, средняя месячная температура которого ниже —5 °С. По датам наступления весны бывают ранние и поздние, а по характеру развития — дружные и затяжные. Самая ранняя дата начала весны отмечалась в Калуге 5 марта, а самая поздняя — 23 апреля, т. е. период колебаний начала весеннего периода составляет 50 дней.

Значительные колебания дат начала и окончания весны обусловлены характером атмосферных процессов, которыми объясняется также неоднородность и большая изменчивость погоды. Первая половина весны часто еще сохраняет зимние черты погоды, вторая уже приобретает свойства летнего сезона. В марте и апреле сибирский антициклон достаточно развит и движение циклонов с запада нередко нарушено. Довольно часты вторжения холодных воздушных масс со Скандинавии и Баренцева моря, при которых осуществляются возвраты холодов, морозы при этом могут достигать —10...—15 °С.

Около 9 % атмосферных процессов весной составляют выходы южных циклонов, с которыми связаны гололедные явления и интенсивное таяние снежного покрова.

Большая весенняя изменчивость синоптических процессов (западные циклоны, отрог сибирского максимума, северные вторже-

ния, выход южных циклонов) отражается и на средних месячных значениях метеорологических величин. Так, вероятность умеренных отклонений средней месячной температуры воздуха от нормы увеличивается от первого месяца весны к последнему (табл. 49). При этом вероятность нормальных месяцев также увеличивается.

Таблица 49

Вероятность (%) различных отклонений средней месячной температуры воздуха от нормы

Тип месяца (по аномалиям)	III	IV	V
Нормальный (отклонения от 0,0 до $\pm 1,0$ °C)	33	40	44
Теплый или холодный (отклонения от $\pm 1,1$ до $\pm 2,0$ °C)	19	20	22
Экстремально теплый и экстремально холодный (отклонения $\geq \pm 2,0$ °C)	48	40	34

Так же как и для зимы, были определены аномально теплые и аномально холодные весны (табл. 50). Как видно из таблицы, экстремальные аномалии температуры в таких веснах не достигали  $\pm 5$  °C, хотя в отдельные годы они превышали это

Таблица 50

Отклонение от средней многолетней температуры воздуха, давления воздуха и количества осадков в аномально теплые и аномально холодные месяцы

Год	Теплая весна			Год	Холодная весна		
	III	IV	V		III	IV	V
Аномалия температуры воздуха $\Delta t$ , °C							
1925	2,3	2,0	1,7	1928	-3,7	-4,0	0,7
1937	2,3	3,0	0,9	1941	-2,8	-2,9	-4,4
1983	1,7	4,2	2,6	1945	-2,7	-1,1	-2,9
1984	0,7	1,9	2,6	1955	-0,8	-3,8	-2,3
				1958	-2,9	-2,0	0,7
Аномалия давления $\Delta p$ , гПа							
1937	1,1	6,1	1,8	1945	-4,8	-0,7	-5,9
1983	-5,7	-0,3	-0,9	1955	-1,5	1,2	-4,9
1984	4,3	6,7	-0,2	1958	-0,5	1,7	-0,5
Месячное количество осадков, % нормы							
1937	212	24	114	1928	7	128	183
1983	62	128	15	1941	94	118	177
1984	65	11	70	1945	84	70	164
				1955	85	119	142
				1958	116	114	86

значение (например, в марте 1952 г.  $\Delta t = -6,8^\circ\text{C}$ , в апреле 1929 г.  $\Delta t = 6,2^\circ\text{C}$ ). Существенных различий аномалий давления и количества осадков в холодных и теплых вёснах не наблюдается.

Как правило, теплая весна является и самой ранней, а холодная — поздней. Весной следует выделить период с устойчивой средней суточной температурой воздуха  $0 \dots 5^\circ\text{C}$ . Продолжительность такого периода составляет 17 дней, однако в отдельные годы наблюдаются значительные отклонения из-за большой изменчивости погодных условий. В апреле нередко наблюдаются возвраты холодов при установившейся теплой погоде. При таких прорывах холодных воздушных масс возможно значительное понижение температуры, особенно в начале апреля. Абсолютный минимум температуры воздуха в апреле равен  $-22^\circ\text{C}$  (1952 г.). Однако такие понижения температуры — крайне редкое явление. Обычно в апреле наблюдается пять дней с отрицательной суточной температурой.

Устойчивый переход к средней суточной температуре воздуха выше  $5^\circ\text{C}$  в Калуге происходит в среднем 17 апреля (табл. 9 Приложения). Ранней весной такой переход может наступить в последней декаде марта, а поздней — в первой пятидневке мая. Даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через  $5^\circ\text{C}$  являются хорошим показателем начала вегетационного периода основных сельскохозяйственных культур, поэтому эти сведения представляют большой интерес для специалистов сельского хозяйства.

Продолжительность периода с температурой воздуха  $5 \dots 10^\circ\text{C}$  колеблется в тех же пределах, что и период с температурой  $0 \dots 5^\circ\text{C}$ , и составляет в среднем 20 дней.

От апреля к маю происходит уменьшение облачности, увеличивается продолжительность солнечного сияния. Благодаря большому притоку солнечной радиации к подстилающей поверхности продолжается интенсивное повышение температуры воздуха. Переход средней суточной температуры воздуха через  $10^\circ\text{C}$  осуществляется в среднем 6 мая (в отдельные годы — в период от 17 апреля до 10 июня). Средняя месячная температура воздуха в мае на  $7,5^\circ\text{C}$  выше апрельской. Интенсивное повышение температуры воздуха способствует бурному развитию растительности, тем не менее эти благоприятные теплые периоды могут внезапно нарушаться возвратами холодов с заморозками. Заморозки в воздухе в Калуге прекращаются в среднем 8 мая, а на почве — 14 мая. Самая поздняя дата заморозка на почве отмечалась 10 июня 1941 г. (вероятность ее — один раз в 20—25 лет).

Повторяемость различных сочетаний температуры воздуха и скорости ветра в весенний период приведена в табл. 51. Наибольшую повторяемость имеют сочетания положительной температуры и скорости ветра  $0-5$  м/с.

За окончание весны (начало лета) условно принимается устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через  $15^\circ\text{C}$  (средняя дата — 3 июня). Однако в отдельные годы окон-

Таблица 51

Повторяемость (%) различных сочетаний температуры воздуха и скорости ветра в весенний период

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С									
	—24,9 . . . —20,0	—19,9 . . . —15,0	—14,9 . . . —10,0	—9,9 . . . —5,0	—4,9 . . . 0,0	0,1 . . . 0,5	5,1 . . . 10,0	10,1 . . . 15,0	15,1 . . . 20,0	20,1 . . . 25,0
0—5	0,2	1,6	2,0	4,8	8,6	10,2	10,8	10,0	5,8	1,2
6—10	0,04	0,5	1,8	4,2	7,4	8,8	8,2	6,6	2,7	0,2
11—15			0,2	0,5	1,2	0,6	0,6	0,4	0,09	
16—20				0,09	0,3	0,04	0,2	0,1		

чание весны, как и ее начало, может значительно колебаться. Средняя продолжительность весны в Калуге составляет 63 дня.

Распределение весны по условиям тепло- и влагообеспеченности представлено на рис. 13 б. Температура воздуха на рисунке дана в отклонениях от нормы (°С), а количество осадков — в отношении к норме (в процентах). В квадрате отмечены сезоны с условиями, близкими к норме. Количество таких сезонов за 33-летний период — 15.

### 7.3. Лето

За начало лета принимается переход средней суточной температуры воздуха через 15°С в период ее повышения (3 июня), когда фактически заканчиваются заморозки и устанавливается безморозный период (8 июня). Даты наступления летнего сезона могут значительно варьировать от года к году в зависимости от условий погоды. Так, в 1948, 1967 и 1970 гг. средняя суточная температура воздуха 15°С и выше установилась на месяц раньше средней даты, а в 1957, 1976 гг. — на месяц позже. Один раз в 20 лет (5 %-ная вероятность) лето может наступить до 7 мая или после 1 июля, а один раз в 4 года (25 %-ная вероятность) — до 24 мая или 17 июня (табл. 9 Приложения).

За окончание лета условно принимается средняя дата наступления первых заморозков на поверхности почвы (18 сентября) и переход средней суточной температуры воздуха через 10°С (21 сентября). Даты окончания лета, как и начала, могут значительно колебаться.

Лето в Калуге намного короче зимы (106 дней). В большинстве случаев продолжительное лето характеризуется высокой температурой и незначительным количеством осадков, а короткое лето — холодное и влажное.

Продолжительность летнего периода в значительной степени зависит от сроков его наступления: чем раньше начинается лето, тем больше его продолжительность. При позднем начале лета продолжительность его уменьшается до 80 дней.

Лето — самая благодатная пора года. В начале лета устанавливается преимущественно теплая погода с однородным температурным фоном. Уменьшаются контрасты температур между северными и южными широтами, в связи с чем происходит общее ослабление циркуляционных процессов в атмосфере, а следовательно, и уменьшение изменчивости условий погоды по сравнению с дру-

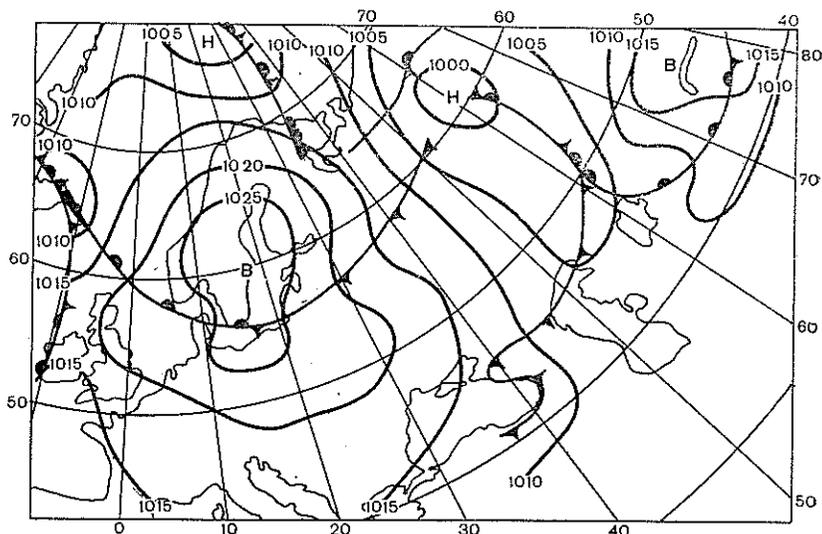


Рис. 14. Синоптическая карта за 3 ч 16 июня 1986 г.

Вторжение арктических масс воздуха в тылу ныряющего циклона, приносящего похолодание и дожди.

гимы сезонами. В летний период преобладают зональные процессы (60 % случаев), отрог азорского антициклона смещается к северу и распространяется на территорию ЕЧС; устанавливается антициклонический тип циркуляции. Вместе с тем на общем фоне благоприятной погоды наблюдаются периоды с активной циклонической деятельностью (выход южных циклонов или ныряющих циклонов со Скандинавии). Особенно неблагоприятная погода связана с меридиональными процессами, при которых осуществляется вторжение арктических масс воздуха (рис. 14).

Следовательно, от циркуляционных факторов в значительной степени зависит температурный фон летнего сезона. Если из трех летних месяцев аномалия средней месячной температуры воздуха  $\Delta t$  не менее чем в двух месяцах составляла  $\pm\sigma$  и больше, то сезон считался экстремально теплым или холодным. За период 1925—1985 гг. экстремально теплые сезоны наблюдались в 1936,

1938, 1939, 1946, 1953, 1972, 1981 гг. экстремально холодные — в 1950, 1958, 1962, 1965, 1976, 1978, 1984 гг. (табл. 52). Отмечалось 11 летних сезонов, в которых все три месяца характеризовались положительной аномалией температуры воздуха (меньше  $\sigma$ ), причем все сезоны (кроме лета 1972 г.) наблюдались в так называемый период потепления. Большая часть экстремально холодных сезонов наблюдалась во второй половине 50-х годов и позднее, т. е. в годы пониженного тренда средней месячной температуры воздуха.

Таблица 52

Отклонение от средней многолетней температуры воздуха, давления воздуха и количества осадков в аномально теплые и аномально холодные месяцы

Год	Теплое лето			Год	Холодное лето		
	VI	VII	VIII		VI	VII	VIII
Аномалия температуры воздуха $\Delta t$ , °С							
1936	2,9	5,2	1,8	1950	-1,5	-2,2	-2,5
1938	0,3	5,5	5,3	1958	-2,3	-0,7	-1,6
1939	1,7	2,5	2,9	1962	-3,2	-2,1	-2,4
1946	3,9	0,3	2,4	1965	-1,4	-1,9	-1,7
1953	2,7	0,4	1,7	1976	-1,6	-2,2	-2,2
1972	2,0	3,1	2,1	1978	-2,8	-2,6	-1,4
1981	2,3	2,2	-0,5	1984	-2,1	-1,9	-2,0
Аномалия давления $\Delta p$ , гПа							
1938	-1,4	5,6	3,3	1950	-2,7	-2,8	2,6
1939	0,4	1,4	7,9	1955	1,2	-0,2	3,9
1946	3,3	-1,5	-1,8	1958	0,4	-0,8	-0,1
1953	2,4	0,1	1,1	1962	-2,1	3,5	0,3
1954	4,4	-1,4	-2,5	1965	1,7	-0,4	0,7
1972	2,2	4,4	3,1	1976	-2,7	-1,2	0,8
1981	3,7	3,5	-1,8	1978	-4,0	-2,1	0,6
				1984	-2,6	-1,8	-1,5
Месячное количество осадков, % нормы							
1932	119	32	73	1928	175	64	119
1936	98	25	114	1950	112	109	147
1938	75	13	22	1955	95	142	25
1939	93	57	20	1958	64	54	163
1946	52	50	174	1962	164	143	132
1953	88	148	96	1965	101	151	134
1954	34	45	70	1976	148	78	97
1972	54	39	37	1978	137	52	92
1981	74	33	164	1984	127	92	68

У теплых и холодных сезонов есть одна общая черта. Так, если июнь и июль имеют одинаковый знак аномалии, превышающей среднее квадратическое отклонение, то в августе в большинстве случаев сохраняется знак аномалии первых двух месяцев.

Самые крупные аномалии температуры воздуха в Калуге за период 1925—1985 гг. составили: в июне +3,9 °С (1946 г.), в июле

+5,5 °С (1938 г.), в августе +5,3 °С (1938 г.). Вероятность различных аномалий температуры воздуха приведена в табл. 53.

Таблица 53

Вероятность (%) различных отклонений температуры воздуха от нормы

Тип месяца (по аномалиям)	VI	VII	VIII
Нормальный (отклонения от 0,0 до +1 °С)	34	40	40
Теплый или холодный (отклонения от $\pm 1,0$ до $\pm 2,0$ °С)	29	26	41
Экстремально теплый и экстремально холодный (отклонения $\geq \pm 2,0$ °С)	37	34	19

Вероятность экстремальных значений  $\Delta t$  от месяца к месяцу снижается и в августе составляет только 19 %. Август отличается от предшествующих двух месяцев еще и тем, что резко (до 41 %) увеличивается вероятность теплых и холодных условий.

Данные, приведенные в табл. 52, показывают, что как в теплых, так и в холодных сезонах редко встречается аномалия температуры противоположного знака. В отобранных случаях только в августе 1981 г. (аномально теплый сезон) аномалия температуры  $\Delta t$  была противоположного знака по сравнению с июнем и июлем.

Аномалия давления (см. табл. 52) в холодных сезонах почти с равной вероятностью может иметь как положительный, так и отрицательный знак (соответственно 42 и 58 %), а в теплых сезонах положительная аномалия давления имела место в 71 % учетных месяцев.

Летом средняя месячная температура воздуха изменяется от 15,1 до 20,0 °С (табл. 8 Приложения). Средние (из ежегодных) абсолютные максимумы температуры воздуха в Калуге составляют: в июне 28 °С, в июле 30 °С, в августе 29 °С. Абсолютные максимумы за период 1925—1985 гг. равны соответственно 34, 38 и 38 °С.

Число дней со средней суточной температурой воздуха 15 °С и выше составляет: в июне 18,2, в июле 24,5 и в августе 19,6 дней; число дней со средней суточной температурой 20 °С и выше соответственно равно 4,3, 6,5 и 3,8 дня.

Продолжительный период с высокой температурой воздуха (25 °С и выше), особенно если она наблюдается на фоне засушливых явлений, способствует возникновению лесных пожаров; на железных дорогах при температуре 30 °С и выше создается опасность деформации рельсов. Кроме того, при высокой температуре воздуха затрудняется водообеспечение в связи с усиленным поливом садов, парков, огородов и т. п. Высокая температура воздуха обусловлена, как правило, притоком сухого континентального воздуха умеренных широт или выносом тропического воздуха из Средней Азии и Казахстана; она может наблюдаться также в условиях малоподвижных термических депрессий.



## 7.4. Осень

За начало осени условно приняты средняя дата появления первых заморозков на поверхности почвы (18 сентября) и дата перехода средней суточной температуры воздуха через  $10^{\circ}\text{C}$  в сторону понижения (21 сентября).

Осенний период длится до перехода средней суточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  (средняя дата — 12 ноября). Средняя продолжительность осени 56 дней. В отдельные годы даты наступления и окончания осени могут значительно отклоняться от средних. Самая ранняя дата начала осени отмечалась в сентябре (1956 г.), самая поздняя дата окончания осени — 11 декабря (1976 г.).

Осенью температура воздуха по сравнению с летом понижается на  $6-8^{\circ}\text{C}$ . Однако, несмотря на общее ухудшение погоды, для осени характерны и возвраты сухой и солнечной погоды. Нередко во второй или третьей декадах сентября синоптические процессы принимают антициклонический характер, устанавливается сухая, теплая и солнечная погода, так называемое «бабье лето». Днем температура воздуха может повышаться до  $18-20^{\circ}\text{C}$ ; ночью она понижается до  $0^{\circ}\text{C}$  и ниже. Такая погода обуславливается интенсивным антициклоном, расположенным на юго-востоке ЕЧС. По юго-восточной его периферии на рассматриваемую территорию и поступают теплые воздушные массы воздуха. Продолжительность периода с такой погодой колеблется от нескольких дней до недели и более; однако наблюдаются они не ежегодно (в сентябре чаще, чем в октябре).

Сентябрь в Калуге еще относительно теплый месяц. Средняя суточная температура воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$  сохраняется в среднем 17 дней. Появляются в сентябре и первые заморозки.

Октябрь — типичный осенний месяц. Температура воздуха в октябре на  $6,3^{\circ}\text{C}$  ниже, чем в сентябре. Наблюдается в среднем 5 дней с температурой воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$ . Увеличивается число пасмурных дней с преобладанием низкой слоистой облачности; выпадают осадки — преимущественно в виде морозящих дождей или мокрого снега. Возможно и образование снежного покрова (самая ранняя дата его появления — 6 октября).

Средняя месячная температура воздуха в отдельные годы отклоняется от средней многолетней, иногда в значительной степени. Сезоны, в которых абсолютные аномалии температуры воздуха в двух каких-либо осенних месяцах составляют  $\pm\sigma$  и больше, можно рассматривать как экстремально теплые или экстремально холодные. В Калуге за период 1925—1983 гг. выделено 8 таких сезонов (табл. 54): экстремально теплые осени наблюдались в 1934, 1938, 1974 гг., экстремально холодные — в 1939, 1951, 1956, 1959, 1960 гг.

Максимальные значения температуры воздуха, атмосферного давления и осадков для теплых и холодных осеней примерно одинаковы. Холодной осенью в октябре (центральном месяце сезона)

Таблица 54

Отклонение от средней многолетней температуры воздуха, давления воздуха и количества осадков в аномально теплые и аномально холодные месяцы

Год	Теплая осень			Год	Холодная осень		
	IX	X	XI		IX	X	XI
Аномалия температуры воздуха $\Delta t$ , °C							
1934	1,1	3,3	3,4	1939	-1,5	-2,4	1,6
1938	4,0	2,2	4,9	1951	1,4	-2,0	-2,4
1974	0,9	3,5	3,1	1956	-2,9	-0,2	-4,7
				1959	-2,9	-2,3	-3,5
				1960	-1,6	-1,6	1,1
Аномалия давления $\Delta p$ , гПа							
1938	5,0	-2,0	-2,4	1939	0,1	-0,3	1,6
1974	4,2	-0,9	1,9	1951	1,4	9,2	0,3
				1956	0,9	-4,1	2,1
				1959	3,9	-2,9	12,8
				1960	2,0	-1,3	2,7
Месячное количество осадков % нормы							
1934	67	73	127	1939	33	78	98
1938	137	87	146	1951	60	15	44
1974	8	142	140	1956	29	65	78
				1959	63	83	37
				1960	110	122	147

отмечается в основном отрицательная аномалия давления, а в сентябре и ноябре — положительная. Синоптические процессы осени заметно отражаются и на осадках. Среднее количество осадков в холодных сезонах меньше, чем в теплых.

В целом, по исследованиям синоптиков, экстремально холодная осень обусловлена циклонической деятельностью над центральными районами ЕЧС. При этом через Скандинавию на территорию ЕЧС происходят частые вторжения холодного воздуха в тылу циклонов. В теплую осень циклоны проходят севернее и центральные районы находятся под воздействием юго-западных и южных потоков с Атлантики и Черного моря или юго-восточных потоков по юго-западной периферии антициклонов, располагающихся на юго-востоке ЕЧС.

Распределение осенних сезонов по условиям тепло- и влагообеспеченности показано на рис. 15 б. В квадрате показаны годы, в которые температура воздуха и осадки в среднем за сезон были в пределах нормы. Точки за пределами квадрата указывают на аномальные сезоны: вверху — теплые, внизу — холодные, справа — влажные, слева — сухие сезоны.

Часть года, ограниченную осенним и весенним переходами средней суточной температуры через 8 °C принято считать отопи-

тельным периодом. В Калуге отопительный сезон в среднем начинается 17 сентября и заканчивается 18 апреля; продолжительность его составляет 213 дней (табл. 55).

Таблица 55

Дата начала и конца отопительного периода и его продолжительность различной вероятности

Характеристика	Средняя дата	Вероятность, %						
		5	10	25	50	75	90	95
Дата начала	17 IX	5 IX	6 IX	11 IX	17 IX	22 IX	28 IX	30 IX
Дата конца	18 IV	27 III	1 IV	9 IV	18 IV	23 IV	28 IV	29 IV
Продолжительность, дни	213	182	189	201	212	222	226	229

Естественно, в зависимости от условий погоды даты начала и конца отопительного периода могут отличаться от средней многолетней. Так, один раз в 20 лет (вероятность 5 %) отопительный период может начинаться ранее 17 сентября и заканчиваться позднее 29 апреля.

## 8. МЕЗОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОГО КЛИМАТА

В любом современном городе формируется свой местный климат, который отличается от климата близлежащих окрестностей. Городской климат не может входить в понятие макроклимата: как бы ни была велика площадь современного города по сравнению с такими пространствами, как континент или страна, она все же очень мала. Климат города не может рассматриваться и как микроклимат, ибо его изучение базируется на методах, обычно принятых при макроклиматических исследованиях. Следовательно, климат города занимает как бы промежуточное положение между этими понятиями. Климат города — типичный мезоклимат, климат небольшого района, испытывающего антропогенное влияние. Это разграничение не означает, что между климатом города, т. е. мезоклиматом, и макро- и микроклиматом отсутствуют какие-либо связи, напротив, их немало. Например, трансформация макроклимата до мезоклимата города и микроклимата внутри него. Так и в Калуге, как в любом современном промышленном городе с каменным и асфальтовым покрытием улиц и площадей, парками и садами, скоплением жилых и служебных зданий, формируется свой местный климат, который подчас отличается от климатического фона окрестностей и является неоднородным внутри самого города.

Для выявления особенностей влияния города на метеорологический режим в различных районах города и пригороде с июня 1979 по май 1980 г. проводились дополнительные метеорологические наблюдения на четырех стационарных и двух эпизодических пунктах. Данные сопоставлялись с ходом метеорологических величин на опорной метеорологической станции Грабцево, расположенной в 10 км на северо-востоке от города. Перечень и описание пунктов наблюдений дано в табл. 5б. Схема расположения пунктов наблюдений показана на рис. 16.

Общность физико-географических условий и атмосферной циркуляции создает одинаковые внешние условия для формирования климата Калуги и ее окрестностей, хотя городу свойственны и свои климатические особенности.

**Температура воздуха.** Многочисленные исследования подтверждают, что город является своеобразным «островом тепла», температура в котором выше окружающей территории. Калуга в этом отношении не является исключением. Проведенные исследования показывают, что средняя температура воздуха в различных городских пунктах выше, чем на опорной станции (АМСГ Грабцево) на 0,5—1,5 °С.

В холодный период наибольшая разность температур воздуха наблюдается при ясной погоде, особенно это заметно по данным пунктов 4 и 5. Исключение составляет набережная р. Оки (пункт 3), где утром и вечером температура ниже, чем на опорной

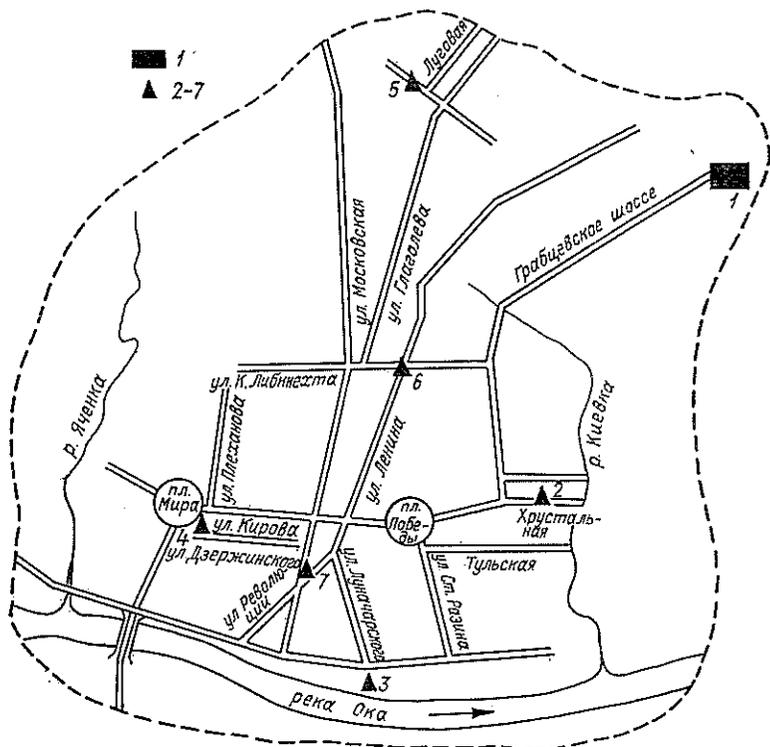


Рис. 16. Схема расположения пунктов наблюдений.

1 — опорная метеостанция, 2-7 — пункты наблюдений.

Таблица 56

Характеристика пунктов метеорологических наблюдений, которые использованы для оценки климатических особенностей г. Калуги

Пункт	Характеристика местоположения
1. Грабцево	Метеостанция Грабцево расположена на северо-востоке в 10 км от города; метеоплощадка открыта; в 300 м к западу лесной массив, к северо-западу от площадки — производственная территория
2. Стационарный пост, ул. Хрустальная	Пост расположен среди одноэтажных строений в юго-восточной части города; одноэтажные постройки высотой до 6 м и деревья высотой до 5 м со всех сторон окружают пункт наблюдения, к западу от поста протекает р. Киевка
3. Стационарный пост, ул. С. Щедрина	Пост расположен в южной части города на левом крутом берегу р. Оки, расстояние до реки около 100 м в межень; к посту с севера и востока примыкают одноэтажные строения, фруктовые и декоративные деревья; с запада и юга метеоплощадка открыта

Пункт	Характеристика местоположения
4. Стационарный пост, ул. Кирова	Пункт открыт в центральной части города, в радиусе 70—100 м площадка окружена одноэтажными постройками, фруктовыми и декоративными деревьями; в радиусе 100—150 м располагаются многоэтажные дома
5. Стационарный пост	Метеоплощадка расположена в северо-восточной части города среди одноэтажных домов и фруктовых деревьев в 100—150 м к северу от главного промышленного массива, расположенного вдоль ж/д полотна; высота построек и домов не превышает 6 м
6 и 7. Эпизодические посты	Пункты наблюдений расположены на пересечении улиц с интенсивным транспортным движением

станции. При пасмурной погоде эти различия сглажены. На городских улицах в центре города и промышленной зоне разность не превышает в среднем  $0,5^{\circ}\text{C}$ . В теплый период разность средней месячной температуры воздуха между пунктами увеличивается; наибольшая разность отмечается в тихую и ясную погоду (табл. 57).

Таблица 57

Разность температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) между отдельными городскими районами и опорной метеостанцией

Пункт	Ясно			Полужасно			Пасмурно		
	9 ч	15 ч	21 ч	9 ч	15 ч	21 ч	9 ч	15 ч	21 ч
Холодный период									
2	0,7	1,4	0,4	0,3	1,0	0,6	0,6	0,9	0,6
3	-0,6	0,4	-1,0	-0,4	0,9	0,0	0,3	1,0	0,5
4	1,9	1,1	1,5	1,2	0,9	0,4	0,6	1,0	0,4
5	1,7	1,2	1,1	1,0	0,6	0,4	0,4	0,5	0,2
6					1,6	1,3		0,8	0,8
7					1,4	1,2		0,8	0,8
Теплый период									
2	0,8	1,0	0,8	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,5
3	0,9	2,1	1,3	0,7	1,4	0,5	0,4	0,7	0,5
4	1,4	0,2	1,3	1,2	0,3	0,7	0,6	0,3	0,6
5	1,0	1,2	0,1	0,8	0,6	-0,3	0,4	0,5	0,2
6	1,4		2,1	1,2	1,3	2,0		0,8	1,2
7	1,8		2,2	1,2	1,3	2,0		0,7	1,1

Анализируя табл. 57, можно заметить, что в климатическом отношении различаются не только город и его окрестности, но и отдельные районы города. Эти различия по температуре достигают  $1^{\circ}\text{C}$  и более, например, при сопоставлении температур воздуха вблизи р. Оки и в центре города или в промышленной зоне.

Неравномерное распределение температур в городе зависит от неоднородности подстилающей поверхности, типа застройки, загрязненности и многих других факторов.

**Влажность воздуха.** Повышенной температуре воздуха в городе соответствует более низкая относительная влажность, т. е. воздух в городе обычно суше. В табл. 58 приведены средние раз-

Таблица 58

Разность средней месячной и годовой относительной влажности воздуха (%)

Пункт	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
2	-3	0	-1	-2	-3	2	3	1	1	-2	-1	-2	-1
3	-3	1	0	-1	-3	-1	2	1	1	-1	-1	-3	-1
4	-1	-2	1	1	0	1	0	-3	-1	0	-1	-1	-1
5	-3	-1	-2	-1	-2	0	1	-2	0	-2	-1	-2	-1
6	-3	0	-2	-3	-3	-13	-5	-6	1	-8	-3	-5	-4
7	-3	0	-3	-3	-3	-13	-6	-7	-1	-7	-2	-5	-4

ности относительной влажности между пунктами наблюдений в городе и опорной станцией. Как видно из табл. 58, во все месяцы отмечаются преимущественно отрицательные значения, наибольшие разности наблюдаются в июне и характерны для центральных районов города, а в зимние месяцы различия не выходят за пределы 3 %.

**Осадки.** Наличие в городском воздухе большого количества ядер конденсации способствует увеличению количества осадков и числа пасмурных дней. Ниже приводится количество осадков в пунктах города и на опорной станции:

Пункт	Количество осадков, мм		
	за холодный период (XI-III)	за теплый период (IV-X)	за год
1	207	387	593
2	237	419	656
3	234	425	659
4	224	425	649
5	241	444	684

Наименьшее количество осадков, особенно в холодный период, наблюдается за городом, на открытом месте (п. 1), наибольшее количество осадков в городе — вблизи промышленной зоны (п. 5). В среднем в городе выпадает на 10—15 % осадков больше, чем в окрестностях.

## 9. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДА

Загрязнение воздушного бассейна крупных промышленных центров определяется в основном производственной и хозяйственной деятельностью человека, обусловленной развитием промышленности, строительства и транспорта.

В атмосферу города от промышленных предприятий, отопительных систем и транспорта ежедневно выбрасывается значительное количество вредных веществ. Основными загрязняющими городской воздух веществами являются пыль различного состава, двуокись серы, окислы азота и окись углерода. Скопление этих и других вредных выбросов у земной поверхности наносит ущерб здоровью людей, лесным массивам, сельскохозяйственным культурам, влияет на ход физических процессов, определяющих погоду и климат.

Количественная оценка уровня загрязнения выражается через концентрацию примесей. Как известно, концентрация примесей в атмосфере очень изменчива по времени и пространству, ее значения в одной и той же точке в разные моменты времени или в один и тот же момент в разных местах существенно различаются. Поэтому для оценки уровня загрязнения атмосферы используются концентрации, осредненные по большой площади или за длительный период (месяц, год).

При равном числе жителей более высокие концентрации обычно наблюдаются в городах с предприятиями нефтехимической промышленности, черной и цветной металлургии, а также в городах, расположенных в районах с неблагоприятными климатическими условиями для рассеивания выбросов.

Окись углерода (угарный газ) образуется во время сжигания содержащего углерод топлива при недостаточном поступлении кислорода или при низких температурах, сопровождающих процесс окисления. В городских условиях окись углерода поступает в атмосферу с выхлопными газами автомобилей, а также в результате выбросов предприятий нефтяной, нефтеперерабатывающей промышленности, черной металлургии и тепловых электростанций. Окись углерода почти не вымывается из атмосферы осадками и не вступает в реакции с другими примесями в атмосферных условиях. Ее содержание регулируется главным образом условиями переноса и рассеивания.

Отмечается тесная связь между интенсивностью движения автомобилей и содержанием окиси углерода, максимум концентрации обычно наблюдается в часы «пик» [3].

Кроме окиси углерода, при сгорании бензина выделяются окислы азота и углеводород, в том числе тяжелые высокомолекулярные соединения. Во время выпадения осадков при взаимодействии с влагой двуокись азота превращается в азотную кислоту, которая вместе с осадками поступает в почву.

Контроль за состоянием воздушного бассейна в г. Калуге осуществляется с 1984 г. Калужской комплексной лабораторией по контролю загрязнения природной среды на трех стационарных постах, расположенных в различных районах города (пункты 2, 4 и 5, см. рис. 16). На стационарных пунктах определяется содержание в воздухе вредных веществ и проводятся наблюдения за метеорологическими величинами.

Задачами этого контроля являются получение картины распределения вредных веществ по районам города, изучение закономерностей распространения примесей в атмосфере и разработка методов прогнозирования загрязнения атмосферы в зависимости от погодных условий, при которых наблюдаются высокие концентрации примесей в приземном слое. Конечная цель этого контроля — разработка и внедрение на основе полученных данных воздухоохраных мероприятий по снижению загрязнения воздуха в городе.

Уровень загрязнения воздуха в городе (по данным наблюдений за 1984—1986 гг.) характеризовался нормированными значениями средней концентрации на каждом посту. Нормирование проводилось по отношению к среднему по городу. Город Калуга довольно неравномерно загрязняется основными примесями (пылью, окисью углерода, окислами азота и сернистым ангидридом). Повышенное загрязнение окисью углерода отмечается в центральных частях города (табл. 61, рис. 16).

Таблица 61

Средние относительные концентрации примесей на отдельных постах

Примесь	Номер пункта		
	5	2	4
Пыль	1	0,65	0,65
Окись углерода	1	1,67	1,67
Окислы азота	0,97	1,07	0,97
Сернистый ангидрид	1	0,83	0,83

Для выявления годового хода загрязнения атмосферы средние значения концентраций примесей за каждый месяц по всем постам нормировались на среднее годовое значение, т. е.

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

В годовом ходе (рис. 17) максимальная концентрация пыли отмечается в летний период, что объясняется увеличением объема работ, носящих сезонный характер, на предприятиях строительной индустрии (увеличение выпуска асфальта, бетона, раствора).

На годовой ход концентрации сернистого газа и некоторых других примесей оказывает влияние также режим работы отопительных систем и промышленных предприятий, вид используемого топлива и другие факторы, от которых зависит изменение выбросов. В годовом ходе концентрации сернистого газа прослеживается два максимума — весенний и осенний.

Распространение над городом вредных примесей определяется не только интенсивностью промышленных выбросов, но и метеорологическими факторами, такими, как скорость и направление ветра, температурная стратификация атмосферы, влажность воздуха и др.

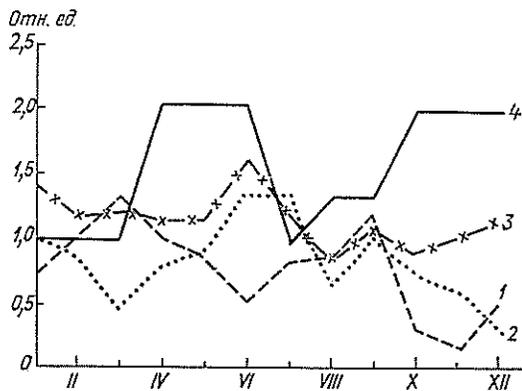


Рис. 17. Годовой ход концентраций примесей в атмосфере Калуги.

1 — пыль, 2 — сернистый ангидрид, 3 — окись углерода, 4 — двуокись азота; концентрации приведены в относительных единицах по отношению к средней за год.

Температурной стратификацией определяется устойчивость атмосферы. Слой атмосферы, в котором температура сухого воздуха падает с высотой более чем на  $1^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  находится в неустойчивом термодинамическом равновесии. Если температура с высотой понижается меньше чем на  $1^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ , то атмосфера находится в устойчивом равновесии. Особенно устойчивыми становятся те слои воздуха, в которых температура с высотой не меняется (изотермия) или же возрастает (инверсия). Слой инверсии оказывает стабилизирующее влияние на все движения воздуха, гасит турбулентность, локализует перемешивание и препятствует обмену воздуха между различными слоями.

Влияние устойчивости атмосферы и инверсий на загрязнение воздуха неоднозначно. При малой высоте выброса приземные инверсии способствуют увеличению концентрации примеси, при высоких источниках выброса они не препятствуют распространению примесей в верхние слои атмосферы и концентрация не увеличивается.

Наземная концентрация вредных веществ при наличии приподнятых инверсий зависит от расположения нижней границы слоя

инверсий и высоты источника выброса: если нижняя граница слоя инверсии находится выше источника выброса, то она препятствует проникновению примеси в верхние слои атмосферы, т. е. вблизи земли скапливаются примеси и концентрация повышается.

Оценка влияния синоптических и метеорологических условий на загрязнение атмосферы проводилась с помощью параметра  $P = m/n$ , где  $m$  — количество наблюдений за концентрациями, превышающими в 1,5 раза и более средние концентрации по городу;  $n$  — общее количество измерений в течение дня.

Уровень загрязнения считался повышенным, если параметр  $P > 0,2$ , т. е. 20 % измеренных в определенный день разовых концентраций примесей превышали среднее сезонное значение в 1,5 раза.

Важным фактором, оказывающим влияние на накопление вредных примесей в приземном слое воздуха, является скорость и направление ветра. Скорость по-разному влияет на рассеивание примеси, поступающей в атмосферу от различных источников.

При выбросах от промышленных предприятий с высокими трубами значительная концентрация примесей у земли наблюдается при так называемой опасной скорости ветра [3]. Скорость ветра, при которой достигается наибольшая концентрация примеси у земли, зависит от параметра выбросов и приближенно определяется по формуле

$$u_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{v\Delta T}{H}},$$

где  $u_m$  — опасная скорость ветра, м/с;  $v$  — объем выбрасываемой газовой смеси;  $\Delta T$  — разность температуры окружающего воздуха и выходящей из трубы газовой смеси;  $H$  — высота источника выброса.

Для труб крупных электростанций опасная скорость составляет 4—6 м/с, для низких и неорганизованных источников выбросов формирование высокого уровня загрязнения воздуха происходит при слабом ветре (0—2 м/с) за счет скопления примесей в приземном слое.

Для города большую опасность представляют «застои» воздуха. За характеристику явления застоя воздуха принимается приземная инверсия температуры при скорости ветра 0—1 м/с. Застои обычно связаны с крупномасштабными атмосферными процессами, чаще всего с антициклонами. В такие периоды в большом слое атмосферы наблюдается слабый ветер, формируются приземные радиационные инверсии температуры. Инверсия температуры в сочетании с различной скоростью ветра может усиливать опасность накопления примесей или создавать условия для их рассеивания. Повторяемость скорости ветра 0—1 м/с в Калуге за год составляет 21 %, наибольшая — в августе (34 %).

Накопление примесей в атмосфере, обусловленное слабым ветром в атмосфере и инверсиями (приподнятыми и приземными), усиливается при туманах. В ряде работ доказано, что в туманах

наблюдается эффект аккумуляции примесей из выше- и нижележащих слоев. Вследствие этого возрастает концентрация примесей в воздухе и каплях, находящихся в тумане. При поглощении примесей влагой образуются новые, более токсичные вещества. Туманы, содержащие частицы дыма и вредных веществ, получили название смогов. С наличием смогов связывают периоды особо опасного загрязнения воздуха.

При наличии инверсии и тумана содержание примесей на 20—30 % больше, чем только при тумане, а через 6 ч после начала тумана при наличии инверсии это различие составляет 30—60 % [3].

Как известно, сочетание различных метеорологических элементов, обуславливающих повышенное загрязнение атмосферного воздуха, возникает при определенных синоптических ситуациях. Наиболее характерные синоптические ситуации, при которых наблюдается высокое загрязнение воздуха ( $P > 0,2$ ), следующие: центральная часть антициклона, малоградиентное барическое поле и теплый сектор циклона.

Для снижения загрязнения атмосферы используется большой комплекс различных мероприятий. Этот комплекс включает совершенствование технологических процессов и их внедрение в промышленное производство, реконструкцию промышленных предприятий, совершенствование газоочистой аппаратуры, а также повышение эффективности существующих очистных установок, разработку и внедрение новых методов очистки и др. Снижение концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе может быть достигнуто также за счет использования только тех видов сырья и топлива, которые дают минимальные выбросы в окружающую среду. Однако, несмотря на огромные достижения науки и техники, в ближайшие годы нельзя полностью ликвидировать выбросы вредных веществ в атмосферу [3].

В настоящее время одним из действенных способов профилактики чистоты атмосферного воздуха может быть использование метеорологических прогнозов. Предприятиям города на период неблагоприятных метеорологических условий рекомендуется проведение ряда мероприятий по временному снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Эти мероприятия носят организационно-технический характер, т. е. снижение обеспечивается точным соблюдением технологического регламента производства, бесперебойной работой газопылеочистных систем, а иногда и сокращением производства.

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам охраны воздушного бассейна г. Калуги. Усилия контролирующих организаций и транспортных предприятий в области охраны окружающей среды дали положительные результаты. Содержание ряда веществ в атмосферном воздухе города понизилось. Однако проблема охраны атмосферного воздуха все еще остается актуальной и требует повышенного внимания.

## 10. О КОЛЕБАНИЯХ КЛИМАТА г. КАЛУГИ

В течение всего периода существования нашей планеты климат Земли многократно изменялся. Фактически установить происходящее на Земле изменения климата по инструментальным метеорологическим наблюдениям невозможно, так как мы не располагаем достаточно большим периодом наблюдений. Поэтому по имеющимся рядам метеорологических наблюдений можно лишь говорить о колебаниях климата. Наиболее четко эти колебания прослеживаются в вековом ходе температуры воздуха и осадков.

Происходящие из года в год колебания метеорологических величин на первый взгляд кажутся случайными и поэтому для выявления особенности колебаний климата или общей тенденции за длительный период наблюдений пользуются специальными методами, одним из которых является метод скользящего осреднения по различным отрезкам времени (пятилетиям, десятилетиям и т. д.). О колебаниях климата принято говорить в том случае, если отклонения от средних многолетних значений (норм) носят закономерный характер, т. е. если наблюдается тенденция к постоянному увеличению или уменьшению значения той или иной метеорологической величины в течение длительного ряда лет.

### 10.1. Колебания температуры воздуха

Известно, что за последние 100 лет наблюдались периоды с потеплениями (30-е годы нашего столетия и после 1970 г.) и несколько периодов похолоданий (1906—1915, 1953—1960, 1963—1970 гг.), которые отмечались на большей части территории земного шара. Однако же в отдельных районах ход метеорологических величин отличался от глобального. В связи с этим интересно проследить ход температуры воздуха и осадков в Калуге и выявить его особенности на фоне глобальных изменений. Это тем более существенно, что антропогенные факторы влияния на климат характеризуются прежде всего локальными особенностями.

К сожалению, непрерывные систематические данные наблюдений в Калуге по отдельным сезонам и за год в целом за температурой воздуха и осадками имеются лишь с начала 40-х годов. Поэтому приводимые ниже характеристики временных изменений и связей относятся в основном к поведению метеорологических величин именно в периоде от начала 40-х годов до начала 80-х годов, т. е. к 40-летнему периоду. Надо отметить, что этот период наблюдений за температурой и осадками характеризуется достаточной однородностью и надежностью.

На рис. 18 изображен многолетний ход средней температуры воздуха за год и по сезонам (кривая 3 — линейный тренд, кривая 1 — норма, кривая 2 — скользящие 5-летние средние), показывающий, что за последний 40-летний период средняя годовая

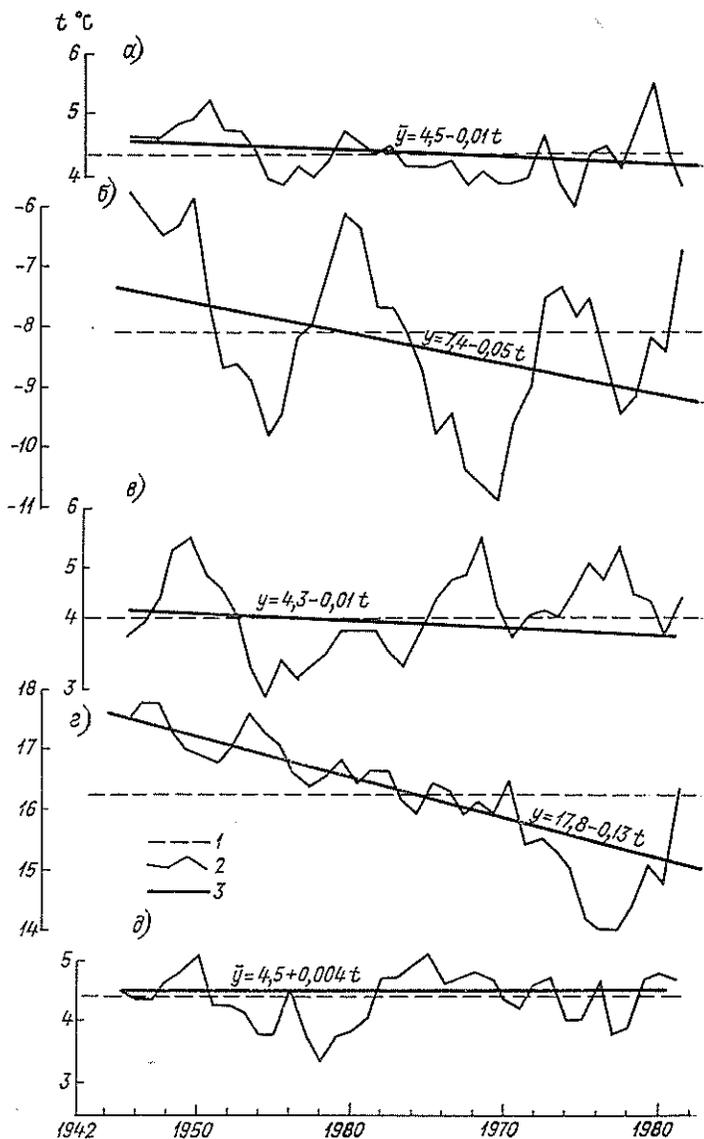


Рис. 18. Многолетний ход средней температуры воздуха.

а — год, б — зима, в — весна, г — лето, д — осень; 1 — средняя температура за 1943—1983 гг., 2 — средняя температура по скользящим 5-летиям., 3 — линейный тренд.

температура имела небольшую тенденцию к снижению, причем в первой половине периода температура в общем превышала норму, а во второй была меньше. Наибольший вклад в снижение средней годовой температуры внесли зимний и летний периоды, а весной и осенью наблюдалось, наоборот, повышение. Характерно, что летние температуры воздуха в 70-е годы снизились по отношению к линейному тренду на  $1,5^{\circ}\text{C}$ . Осенью продолжительный период с отрицательной температурой наблюдался в 50-е годы, тогда как большую часть 60-х годов температура была положительной. Наибольшие колебания средней сезонной температуры отмечаются зимой. Как по отношению к норме, так и по отношению к тренду температура неоднократно отклонялась до  $2^{\circ}\text{C}$  и более. Обращает на себя внимание в этом сезоне наличие волнового характера колебаний.

В целях выявления более общих закономерностей многолетнего хода температуры воздуха по скользящим 5-летним средним были построены также кубические тренды (рис. 19) для года и центральных месяцев сезонов. Анализ этих данных также показал временные колебания особенно для зимнего и переходных сезонов. Вклад этих колебаний в общую дисперсию температуры воздуха характеризуют данные табл. 62. Видно, что максимальные колебания температуры воздуха в Калуге в рассматриваемом периоде отмечались в январе ( $\sigma=4,3^{\circ}\text{C}$ ), а вклад кубического тренда в общую дисперсию составил 55,6%. Минимальным вкладом в общую дисперсию характеризуется июль (4,7%).

На рис. 19 более четко, чем на рис. 18, видно, что последнее 40-летие в сезонах состояло из двух частей. В первой части, как это видно по годовым, а также по январским и апрельским температурам, имело место потепление, которое отражало последнюю фазу глобального потепления. Исключение составляет ход температуры осенью (октябрь), когда, пожалуй, отмечается обратный ход. Это обстоятельство можно объяснить особенностями атмосферной циркуляции: в первой половине 40-летия (1942—1955 гг.) осенью отмечалась максимальная повторяемость северных вторжений, во второй половине — минимальная. Это подтверждается и многолетним ходом осадков, который рассматривается ниже.

Определенный интерес представляет также анализ средней годовой и средней сезонной температуры воздуха и их аномалий по 10-летиям (табл. 63). Прежде всего обращает на себя внимание особенность хода температуры летом (июль—август), которая характеризуется непрерывным понижением от 10-летия 1946—1955 гг. к 10-летию 1976—1985 гг. В первом 10-летии она была выше нормы на  $1,8^{\circ}\text{C}$ , а в последнем — на  $0,4^{\circ}\text{C}$  ниже нормы. Следовательно, за 40 лет температура лета понизилась на  $2,2^{\circ}\text{C}$ . Такого непрерывного понижения и такой амплитуды между 10-летиями не отмечалось ни в одном другом сезоне.

В зимний период особенно выделяется 10-летие 1966—1975 гг., в котором температура была на  $1,1^{\circ}\text{C}$  ниже нормы.

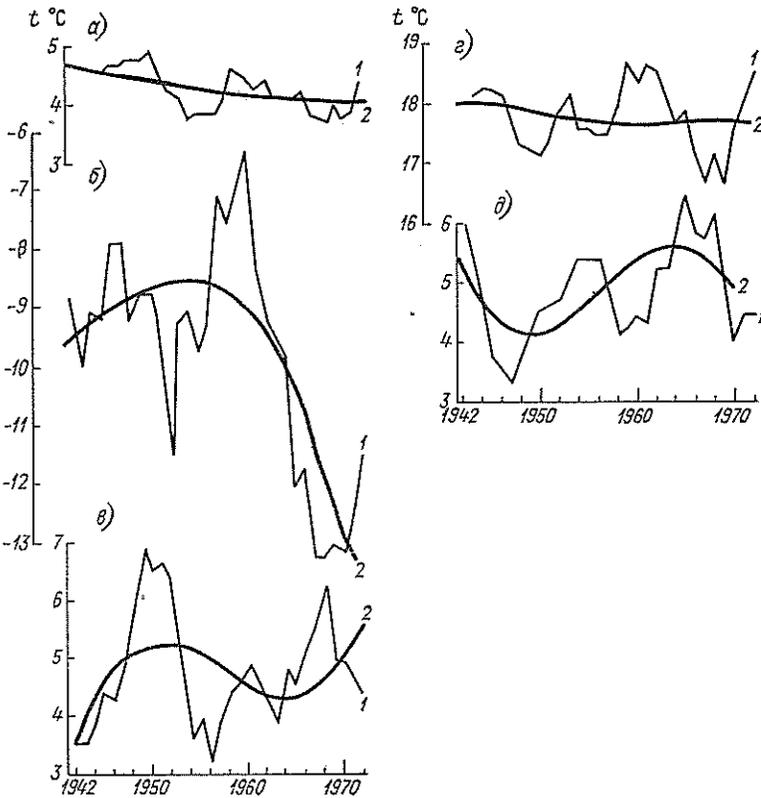


Рис. 19. Многолетний ход средней годовой и сезонной температуры воздуха.

*a* — год, *б* — январь, *в* — апрель, *г* — июль, *д* — октябрь; 1 — скользящие 5-летние средние, 2 — кубический тренд, рассчитанный по 5-летним средним.

Таблица 62

Статистические характеристики средней годовой и средней месячной температуры воздуха

Месяц	$\bar{t}$	$\sigma$	$\sigma^2$	Дисперсия, учтенная кубическим трендом, %
Январь	-9,9	4,3	18,2	55,6
Апрель	4,8	2,1	4,6	17,8
Июль	17,7	1,4	2,1	4,7
Октябрь	4,8	1,7	1,9	38,5
Год	4,3	0,8	0,6	46,2

Таблица 63

Ход сезонной и годовой температуры  $t$  и их аномалий  $\Delta t$  по 10-летиям

Сезон	Показатель, °С	1946—1955	1956—1965	1966—1975	1976—1985
Зима	$t$	-7,7	-7,6	-8,7	-8,2
	$\Delta t$	0,1	0,0	-1,1	-0,6
Весна	$t$	4,4	3,5	4,9	4,9
	$\Delta t$	0,4	-0,5	0,9	0,9
Лето	$t$	17,4	16,4	16,0	15,2
	$\Delta t$	1,8	0,8	0,4	-0,4
Осень	$t$	4,5	4,1	4,8	4,4
	$\Delta t$	0,2	-0,2	0,5	20,1
Год	$t$	4,6	4,1	4,4	4,8
	$\Delta t$	0,3	-0,2	0,1	0,5

Представление о колебаниях сезонной и годовой температуры воздуха можно получить из анализа наибольших и наименьших ее значений, отклонений от нормы  $\Delta T$ , полученных за период 1943—1985 гг., а также нормированных на средние квадратические отклонения  $\Delta T/\sigma$  (табл. 64).

Таблица 64

Наибольшая и наименьшая средняя сезонная и годовая температура воздуха и их характеристики

Сезон	Наибольшая температура				Наименьшая температура				Амплитуда
	$T$	$\Delta T$	$\Delta T/\sigma$	Год	$T$	$\Delta T$	$\Delta T/\sigma$	Год	
Зима	1,1	8,7	3,3	1946-47	-13,2	-5,6	-2,5	1968-69	14,3
Весна	7,7	3,7	2,5	1966	1,4	-2,6	-1,7	1980	6,3
Лето	19,6	4,0	2,1	1972	9,6	-6,0	-3,2	1978	10,0
Осень	7,4	3,1	2,3	1974	1,0	-3,3	-2,5	1953	10,7
Год	9,4	5,1	3,6	1978	2,3	-2,0	-1,7	1976	7,1

Данные табл. 64 свидетельствуют о том, что наибольшей положительной аномалией характеризовалась зима 1946-47 г., когда аномалия средней сезонной температуры составила 8,7 °С. Летом 1978 г. отрицательная аномалия достигла 6,0 °С. Это лето было самое холодное за последние 40 лет по всем центральным областям ЕЧС, что было обусловлено активной циклонической деятельностью.

В табл. 65 приведена повторяемость классов аномалии средней сезонной и годовой температуры, вычисленная по данным 1943—1985 гг. Сезон или год считался теплым или холодным, если отклонение температуры от нормы (аномалия) превышало половину среднего квадратического отклонения. В противном слу-

Таблица 65

Средняя многолетняя повторяемость классов аномалии температуры воздуха  
(в процентах нормы, принятой за 100 %)

Класс аномалии	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Теплый сезон (год)	26	31	46	46	28
Норма	31	31	18	23	26
Холодный сезон (год)	43	38	36	31	46

чае он считался нормальным. Вероятность таких классов выражена в процентах нормы.

Характерной особенностью годового хода вероятности различных классов аномалий является то, что повторяемость «теплых» классов в зимний сезон на 10 % меньше, чем «холодных» в летний. В годовом аспекте преобладает вероятность холодных классов (46 %). Наибольшей однородностью по повторяемости классов аномалии отличается весна, когда амплитуда составляет только 7 %.

Важной особенностью аномалий средней месячной температуры воздуха является их своеобразная инерция, проявляющаяся в том, что после аномального месяца аномалия того же знака, как правило, более вероятна, чем после месяца с нормальной температурой. Это можно объяснить тем, что аномалии соседних месяцев чаще обусловлены близкими по характеру синоптическими процессами. Соответствующие данные, приведенные в табл. 66, фиксируют ряд важных особенностей преемственности классов аномалий температуры от месяца к месяцу. Так, после теплого февраля март в 60 % случаев был тоже теплым и ни разу не встречался холодный март. В то же время теплый март не давал инерцию на апрель, т. е. после теплого марта не наблюдался теплый апрель.

Холодными исходными месяцами, которые не дают переход в теплые, являются январь, февраль, май, июнь, сентябрь и декабрь. Следует отметить также, что за исследованный период после теплого августа и холодного декабря наблюдались переходы только к нормальным месяцам. После нормальных месяцев, как правило, в значительном проценте случаев также сохраняется месяц с нормальным режимом. Такой переход после сентября отмечается в 85 % случаев, а после ноября — в 80 %. При увеличении периода, включенного в обработку, вероятность переходов, по-видимому, может несколько измениться, но незначительно, так как приведенные в табл. 66 данные получены из достаточного ряда.

Данные табл. 67 характеризуют повторяемость аномалий температуры воздуха одного знака в течение нескольких месяцев

Таблица 66

Повторяемость (%) преемственности классов аномалий температуры воздуха двух соседних месяцев (Т — теплый, Х — холодный, Н — нормальный месяц).  
По данным 1942—1985 гг.

Аномалия исходного месяца	Аномалия послереперного месяца								
	Т	Х	Н	Т	Х	Н	Т	Х	Н
	I—II			II—III			III—IV		
Т	12	0	88	60	0	40	0	33	67
Х	0	20	80	0	11	89	30	14	54
Н	13	26	61	12	16	72	20	10	70
	IV—V			V—VI			VI—VII		
Т	33	11	56	12	25	63	20	20	60
Х	33	17	50	0	17	83	0	50	50
Н	10	14	76	23	20	57	4	27	69
	VII—VIII			VIII—IX			IX—X		
Т	25	0	75	0	0	100	25	0	75
Х	8	42	50	10	20	70	0	12	88
Н	7	22	71	11	21	68	6	9	85
	X—XI			XI—XII			XII—I		
Т	25	0	75	29	29	42	38	0	62
Х	25	50	25	25	25	50	0	0	100
Н	14	17	69	17	3	80	17	17	66

Таблица 67

Повторяемость (число случаев  $n$  и %) аномалий температуры воздуха одного знака в течение нескольких месяцев подряд. Период 1943—1985 гг.

Аномалия	Показатель	Продолжительность сохранения, мес									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Положительная	$n$	52	29	11	8	4	2	4	1	1	1
	%	46	26	10	7	3	2	3	1	1	1
Отрицательная	$n$	53	24	11	12	5	6	1	1	0	0
	%	47	21	10	10	5	5	1	1	0	0

Примечание. Всего случаев — 113.

подряд. Видно, что примерно в 50 % случаев знак исходного месяца сохраняется на первый и до 1/4 случаев на второй месяц после исходного. Сохранение знака аномалии на три-четыре месяца подряд после исходного составляет только 10 %, а на более продолжительный период отмечается исключительно редко. Однако в сумме устойчивость знака аномалии три и более месяцев подряд составляет для положительной аномалии 28 %, для отрицательной 32 %.

Продолжительная аномалия (одного знака) средней месячной температура воздуха 6 месяцев подряд отмечалась с июня по ноябрь 1938 г. включительно и 7 месяцев подряд — с сентября 1974 г. по март 1975 г. Отрицательная аномалия в течение 8 месяцев подряд наблюдалась с декабря 1944 г. по июль 1945 г. включительно.

## 10.2. Колебания осадков

Как видно из рис. 20, годовое количество осадков в течение рассматриваемого периода согласно линейному тренду увеличивалось. За последние четыре 10-летия количество осадков увеличилось

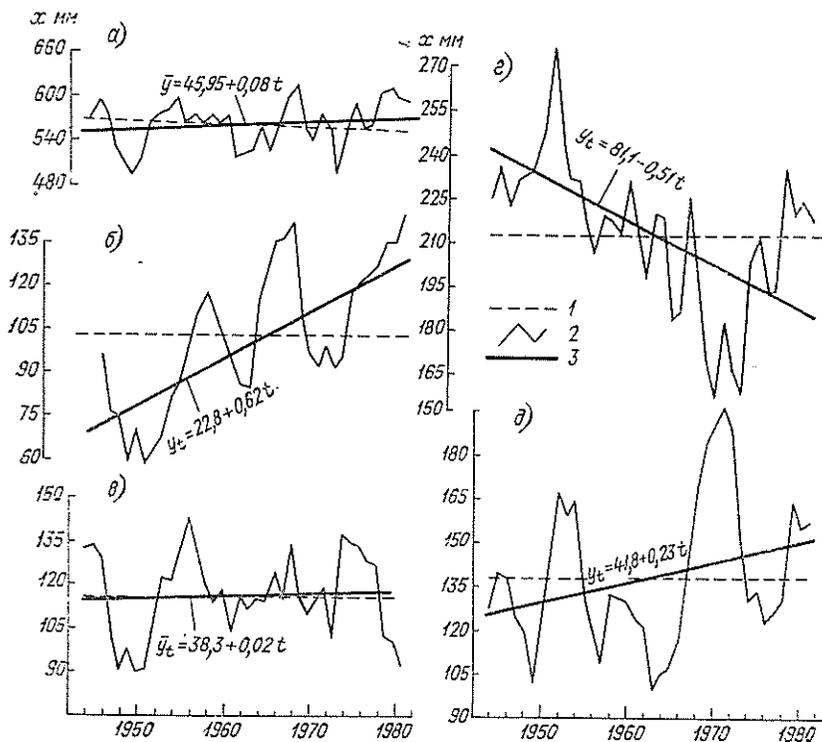


Рис. 20. Многолетний ход годового и сезонного количества осадков.

*a* — год, *б* — зима, *в* — весна, *г* — лето, *д* — осень; 1 — среднее количество осадков за 1943—1983 гг., 2 — количество осадков по скользящим 5-летним данным, 3 — линейный тренд.

на 36 мм. Однако тренд в отдельные сезоны существенно отличается друг от друга. Зимой и осенью он также положительный, причем зимние осадки увеличились на 62 мм, осенние — на 24 мм. Тренд весеннего сезона, хотя и положительный, но весьма

незначительный, и прирост осадков за 40-летие составил лишь 6 мм. Лето характеризуется значительным нисходящим трендом. Количество осадков за рассматриваемый период летом уменьшилось по сравнению с вычисленным трендом на 56 мм.

Рассматривая скользящие 5-летние данные сумм осадков, следует отметить, что внутри 40-летия наблюдался один период значительного понижения осадков (1947—1952 гг.), заметный на годовых и особенно зимних и весенних осадках, когда они были ниже нормы и ниже тренда. Количество зимних осадков понизилось почти на 40 мм по отношению к норме, а весенних — на 25 мм. Такое снижение осадков отмечалось и осенью, но оно закончилось в 1951 и 1952 гг. осадков выпало значительно выше нормы.

Осадки летних сезонов за период 1941—1954 гг. были значительно выше нормы, причем максимум их в среднем за 5-летие 1949—1953 гг. достиг 276 мм. Максимальные колебания скользящих 5-летних средних значений осадков характерны для зимы и осени. Наконец, судя по линейным трендам трех сезонов и года в целом, отмечается деление рассматриваемого 40-летия на две примерно равные части, в первой из них осадки были ниже нормы, а во второй — выше. Исключение представляет летний сезон, в котором, наоборот, осадки в первой половине 40-летия были выше, чем во второй.

Более обобщенный ход годового и сезонного количества осадков показывает тренд третьей степени, рассчитанный на основе скользящих 5-летних средних осадков (рис. 21). И годовые и сезонные осадки в 1942—1972 гг. имеют ход, почти обратный ходу средней температуры воздуха. В этом отношении особенно четко выделяются сезоны зимы и осени (январь и октябрь), что объясняется ходом повторяемости меридиональных синоптических процессов, а именно: преобладанием с 1945 по 1956 г. антициклонической ситуации зимой (дефицит осадков) и циклонической осенью (избыток осадков). В период 1957—1968 гг. синоптическая обстановка в этих двух сезонах была противоположной — циклоническая ситуация зимой и антициклоническая осенью. Поэтому, согласно кубическому тренду, зимние осадки были значительными, а осенние — пониженными.

Весенние и летние осадки, характеризующиеся также почти противоположным временным ходом, объясняются преобладанием разных синоптических процессов.

В табл. 68 приведены некоторые статистические характеристики и доля кубического тренда от общей дисперсии осадков. Из этих данных видно, что максимальной дисперсией обладают летние (июль) осадки, а минимальной — зимние (январь). В таком же соотношении находится и доля от общей дисперсии, учтенная кубическим трендом осадков.

Более детальное представление о временном ходе количества осадков дает их распределение по 10-летиям. В табл. 69 такие данные приведены для трех полных 10-летий и 8-летия 1976—

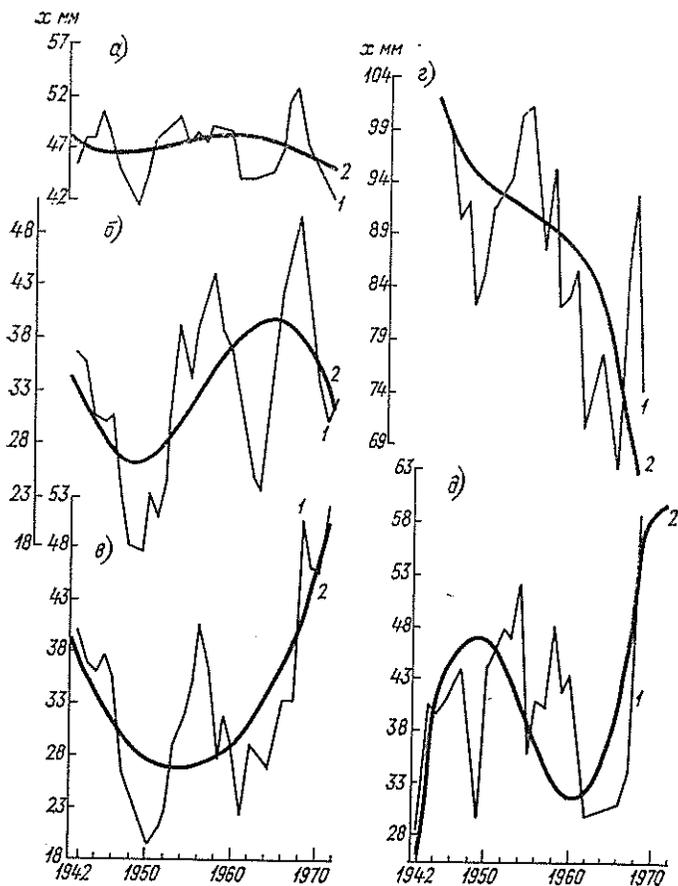


Рис. 21. Многолетний ход годового и месячного количества осадков.

*а* — год, *б* — январь, *в* — апрель, *г* — июль, *д* — октябрь; 1 — скользящие 5-летние средние, 2 — кубический тренд, рассчитанный по 5-летним средним.

Таблица 68

Статистические характеристики месячного количества осадков.  
По данным за 1942—1972 гг.

Месяц	$R$ мм	$\sigma$	$\sigma^2$	Дисперсия, учтенная кубическим трендом, %
Январь	32,3	18,0	324,2	33,2
Апрель	32,8	20,8	430,6	64,2
Июль	83,9	39,8	1580,8	74,1
Октябрь	43,0	27,8	771,4	71,7

Таблица 69

Ход годового и сезонного количества осадков  $R$  и их аномалий  $\Delta R$  по 10-летиям

Сезон	Показатель, мм	1946—1955	1956—1965	1966—1975	1976—1983
Зима	$R$	72,5	101,9	117,7	139,0
	$\Delta R$	-32,5	-3,1	12,5	34,0
Весна	$R$	106,7	102,5	115,5	114,6
	$\Delta R$	4,3	-8,5	4,5	3,6
Лето	$R$	233,6	218,8	179,8	213,4
	$\Delta R$	20,6	5,8	-33,2	0,4
Осень	$R$	139,7	116,5	160,2	148,1
	$\Delta R$	0,7	-12,5	21,2	9,1
Год	$R$	552,4	560,9	565,9	615,4
	$\Delta R$	-17,6	-9,4	-4,4	45,1

1983 гг. Годовые осадки на протяжении трех 10-летий постепенно увеличивались, но были ниже нормы; за последние 8 лет произошел резкий скачок — количество осадков превысило норму на 45 мм. Аналогичный ход имели также осадки зимнего сезона, но переход к положительной аномалии произошел на 10-летие раньше.

Летние осадки, в отличие от годовых и зимних, уменьшались от первого 10-летия к третьему и только в 1976—1983 гг. были около нормы. Если годовые и зимние осадки от первого периода к последнему возросли соответственно на 63 и 66 мм, то летние осадки уменьшились за это время на 20 мм.

Определенное указание на характер временного распределения осадков дают экстремальные суммы осадков по сезонам и за год (табл. 70). Наибольшей амплитудой за 40-летний период характе-

Таблица 70

Экстремальное количество сезонных и годовых осадков и их характеристики

Сезон	Наибольшее количество				Наименьшее количество				Амплитуда
	$R$ мм	%	$\Delta R/\sigma$	Год	$R$ мм	%	$\Delta R/\sigma$	Год	
Зима	185	177	2,1	1977	25	24	-2,1	1950	160
Весна	212	191	2,7	1976	17	15	-2,5	1956	185
Лето	349	164	2,4	1980	30	14	-2,7	1971	219
Осень	264	190	2,4	1952	52	37	-1,7	1950	212
Год	780	135	1,1	1973	356	62	-2,1	1971	424

ризовались летние и осенние осадки (соответственно 219 и 212 мм), наименьшей — зимние осадки (160 мм). Характерно, что годовой и сезонные максимумы осадков (кроме осени) наблюдались в последних двух 10-летиях. Минимальные осадки в трех се-

зонах (зима, весна и осень) наблюдались в 50-х годах. Минимум годовых осадков отмечался в 1971 г. и был обусловлен малым количеством летних осадков.

Статистическая структура случаев с повышенным и пониженным количеством осадков представлена повторяемостью классов аномалий с различным увлажнением (табл. 71). За избыток

Таблица 71

Средняя многолетняя повторяемость (%) классов аномалии осадков

Класс аномалии	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Влажный сезон (год)	32	31	33	26	31
Норма	36	38	29	39	36
Сухой сезон (год)	32	31	38	26	33

(«влажный класс») принято количество осадков с аномалией, равной 1,4 и более от месячной нормы ( $R \geq 1,4R_n$ ), а за дефицит («сухой класс») — с аномалией, равной 0,6 и менее от месячной нормы ( $R \leq 0,6R_n$ ). При этом за класс «норма» приняты осадки с аномалиями, имеющими промежуточные значения. Такое разделение на классы соответствует примерно равной численности их.

Из табл. 71 следует, что в трех сезонах (зима, весна, осень) и за год класс «норма» заметно доминирует (особенно в сезонах осени), тогда как в летний сезон наибольшую повторяемость имеют «влажные» и «сухие» классы аномалии.

Сравнительно короткий ряд непрерывных наблюдений за осадками в Калуге не позволяет статистически надежно оценить инерционность сезонного количества осадков. Поэтому такая характеристика рассчитана только для месячных осадков (табл. 72). Данные этой таблицы показывают, что после сухого месяца вероятность дефицита осадков в следующем месяце больше, чем избытка. Исключение составляет сухой апрель, который переходит в два раза чаще во влажный май, нежели в сухой. Наибольшую вероятность сохранения сухого класса осадков на последующий месяц имеют март (46%), декабрь (45%) и июнь (44%), ноябрь (42%) и январь (40%). За исключением июня и декабря все остальные сухие месяцы (50% и более) переходят в класс «норма». В сентябре вероятность этого перехода составляет 70%, при этом переход во влажный не отмечается.

Исходные влажные месяцы, кроме апреля, октября и ноября, чаще переходят в класс «норма». Месяцы с классом «норма» чаще всего переходят в тот же класс. Минимальной вероятностью (6%) характеризуется переход из класса «норма» в сухой от ноября к декабрю.

Продолжительность сохранения периодов сухих и влажных классов аномалий осадков в большинстве случаев не превышает

Таблица 72

Повторяемость (%) преемственности классов аномалии осадков двух соседних месяцев (С — сухой месяц, В — влажный, Н — норма)

Аномалия исходного месяца	Аномалия послереперного месяца								
	С	В	Н	С	В	Н	С	В	Н
	I—II			II—III			III—IV		
С	40	10	50	28	28	44	46	0	54
В	31	19	50	0	14	86	14	0	86
Н	36	14	50	34	10	56	28	20	52
	IV—V			V—VI			VI—VII		
С	15	31	54	25	12	63	44	22	34
В	45	33	22	0	33	67	17	17	66
Н	16	24	60	30	22	48	46	14	40
	VII—VIII			VIII—IX			IX—X		
С	30	20	50	25	12	63	30	0	70
В	12	44	44	0	36	64	0	38	62
Н	20	24	56	30	22	48	38	19	43
	X—XI			XI—XII			XII—I		
С	22	17	50	42	40	58	45	37	18
В	36	46	18	37	37	26	12	63	25
Н	27	9	64	6	33	61	33	24	43

одного месяца (табл. 73). Аномалии более одного месяца чаще бывают с дефицитом осадков, чем с избытком. Повторяемость классов аномалий (сухих и влажных) продолжительностью более двух месяцев невелика и составляет всего несколько процентов.

Наиболее продолжительные периоды с дефицитом осадков (5 месяцев подряд) наблюдались с ноября 1948 г. по март

Таблица 73

Повторяемость (число случаев  $n$  и %) аномалий месячного количества осадков в течение нескольких месяцев подряд

Класс аномалии	Показатель	Всего случаев	Продолжительность сохранения, мес				
			1	2	3	4	5
Сухой месяц	$n$	82	50	22	4	4	2
	%		61	27	5	5	2
Влажный месяц	$n$	73	53	16	2	2	0
	%		72	22	3	3	0

1949 г. и с апреля по август 1971 г. С перерывом в один месяц (на класс «норма») периоды с дефицитом осадков могут встречаться гораздо большее число месяцев подряд. Так, период с дефицитом осадков с ноября 1948 г. по май месяц 1949 г. включительно прервался классом «норма» только в апреле 1949 г. Такой устойчивостью аномалии осадков влажного класса не обладают.

В результате анализа вышеприведенных материалов по температуре воздуха и атмосферным осадкам следует, что после известного повсеместного потепления, завершившегося в середине текущего столетия, вплоть до начала 80-х годов наблюдалось некоторое похолодание при увеличении годовых сумм осадков. Однако временной ход этих характеристик климата по сезонам весьма различный как в отношении общей тенденции, так и в отношении колебаний по отдельным группам лет. Есть основания считать, что определенный вклад в некоторое увеличение колебаний климата вносят антропогенные факторы и в первую очередь развитие промышленно-энергетического комплекса.

## 11. КАЛЕНДАРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА

Несмотря на плавный годовой ход солнечной радиации, средняя суточная температура воздуха, так же как и осадки, рассчитанные для каждого дня в отдельности за длинный ряд лет, не характеризуются столь же плавным ходом, а обнаруживают волнообразную структуру. Чтобы выявить эту особенность климата обычно принято в начале по 12-месячным значениям (нормам) строить сглаженную кривую годового хода, а затем сопоставлять ежедневные значения, снятые с этой плавной (синусоидальной) кривой, со значениями элемента, полученными для каждого дня осреднением за все годы имеющегося ряда наблюдений. В результате оказывается, что фактические (не сглаженные) значения в отдельные периоды года оказываются выше сглаженной кривой, в другие, наоборот, ниже ее. Такие периоды в ходе температуры воздуха и других метеорологических величин получили название календарных особенностей климата. Периоды, где фактическая кривая температуры выше сглаженной, принято называть периодами климатических волн тепла, а периоды обратного соотношения — периодами климатических волн холода. Последние считаются в том или ином году осуществившимися, если волна длится три дня и более. Вторым критерием наличия волны тепла или холода в том или ином году является превышение их максимальной аномалии среднего квадратического отклонения, полученного для данного дня по всему ряду лет между сглаженной величиной и средней не сглаженной, названной фактической.

С учетом этих двух критериев по данным ст. Жиздры, располагающей длинным рядом непрерывных наблюдений, по каждому месяцу года выявлены календарные особенности средней суточной температуры воздуха. На рис. 22 приведен многолетний ход температуры для центральных месяцев сезонов, на которых плавной кривой показан ход сглаженных значений температуры в пределах каждого месяца и ломаная кривая фактических средних температур. Штриховкой отмечены периоды, которые, согласно принятым критериям, означают периоды климатических волн тепла и холода. На рисунке видно, что число климатических волн в месяцах колеблется от одного до пяти. Продолжительность климатических волн тепла и холода, представленных на рис. 22 для четырех месяцев, а также и для остальных месяцев составляет в среднем 5,7 дня. В отдельные годы фактические волны нередко могут иметь гораздо большую или меньшую продолжительность.

Для Жиздры всего за год выделена 41 климатическая волна, что при указанной средней продолжительности составляет 64 % годового времени.

Вероятность волн тепла и холода в границах климатических сезонов оказалась в среднем близкой к 65 %.

В табл. 74 приведены периоды климатических волн холода и тепла по ст. Жиздра с указанием сроков положительной (в волнах тепла) или отрицательной (в волнах холода) аномалии температур по отношению к многолетней сглаженной норме. В скоб-

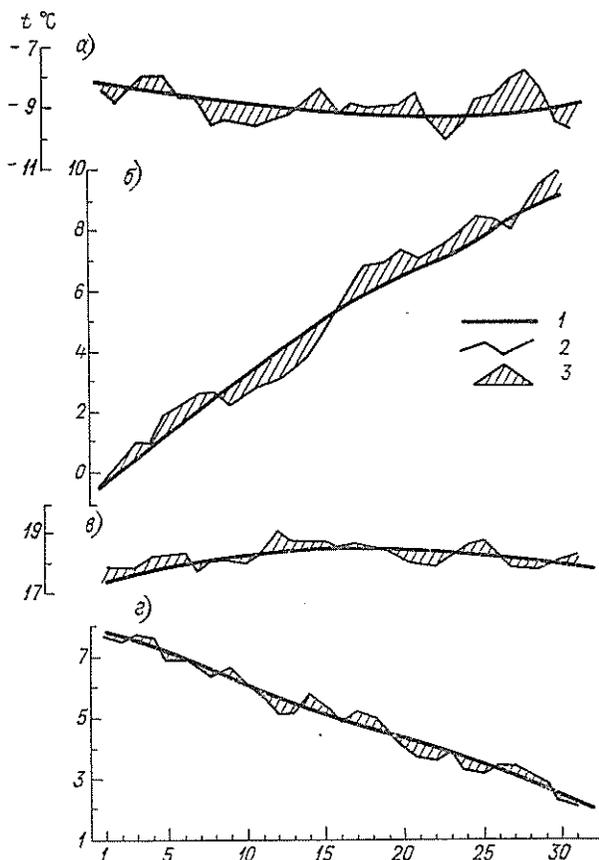


Рис. 22. Многолетний ход средней суточной температуры воздуха в январе (а), апреле (б), июле (в) и октябре (г).

1 — сглаженная норма, 2 — фактическая средняя, 3 — периоды волн тепла и холода.

ках указаны дни, когда аномалия превышала среднее квадратическое отклонение.

Как следует из этой таблицы, число волн тепла и волн холода продолжительностью 3—4 дня составляет около 20% всех волн за год, волны тепла продолжительностью от 5 до 8 дней встречаются несколько чаще (29%), чем волны холода (20%). Число волн тепла и холода общей продолжительностью более 8 дней составляет лишь 11%.

Таблица 74

Волны холода (ВХ) и тепла (ВТ) по данным ст. Жиздра

Месяц	Период	Знак волны	Месяц	Период	Знак волны	Месяц	Период	Знак волны
I	3—5 (4—5)	ВТ	V	12—14 (12—14)	ВХ	IX	12—17 (13—14,	ВТ
	6—13 (8—11)	ВХ		15—20 (19—20)	ВТ		16—17)	
	14—21 (15, 21)	ВТ		22—23 (22—23)	ВХ		18—20 (19—20)	
	25—29 (26—28)	ВТ		25—28 (26—28)	ВТ		26—28 (26—28)	
II	1—7 (1—3)	ВТ	VI	1—8 (1—5)	ВХ	X	10—13 (12—13)	ВХ
	8—11 (9—11)	ВХ		9—13 (11—12)	ВТ		14—18 (14—15,	
	12—15 (12, 14)	ВТ		14—21 (14)	ВХ		17—18)	
	19—21 (19—20)	ВХ		26—29 (27—29)	ВТ		20—25 (21—22)	
III	1—9 (1—5)	ВТ	VII	4—6 (5—6)	ВТ	XI	4—16 (5, 8—11)	ВТ
	11—14 (12—13)	ВХ		12—18 (12—15)	ВТ		17—29 (19,	
	16—24 (19—21)	ВХ		20—23 (21—22)	ВХ		21—23, 28—29)	
				24—25 (24—25)	ВТ			
IV	2—8 (3, 5—7)	ВТ	VIII	5—9 (5—7)	ВХ	XII	7—11 (7—11)	ВТ
	9—15 (9—14)	ВХ		19—24 (20—24)	ВТ		16—19 (17—19)	
	16—26 (16—20, 25)	ВТ		26—31 (28—29)	ВХ			
	29—3 V (29—1)	ВТ						

Примечание. В скобках указаны дни, когда аномалия превышала  $\sigma$ .

Следует отметить, что климатические волны тепла и холода отличаются друг от друга не только продолжительностью, но и интенсивностью. Наиболее интенсивными волнами тепла в Жиздре являются волны в 5-й пятидневке января, в 1-й декаде марта, в 4-й и 5-й пятидневках апреля (11 дней подряд), в 5-й пятидневке августа и с 4 по 16 ноября. Среди интенсивных волн холода выделяются волны с 6 по 13 января, с 16 по 24 марта, в 3-й пятидневке апреля, в 1-й декаде июня и с 20 по 23 июля. Характерно, что во второй половине года число интенсивных волн холода значительно меньше, чем в первой. Это лишь волны холода с 5 по 9 августа, в 3-й декаде ноября и с 16 по 19 декабря.

Естественно, что как в волнах тепла, так и в волнах холода наибольшая интенсивность аномалии температуры воздуха наблюдается, как правило, в середине волны. Не случайно поэтому, что всякого рода народные приметы, касающиеся похолоданий, связаны именно с определенными датами.

Анализ календарных особенностей климата по ряду станций ЕЧС показал, что близкие по срокам такие периоды наблюдаются на территории в поперечнике до 500 км.

Поэтому данные ст. Жиздра в достаточной степени характеризуют и г. Калугу, ибо синоптические процессы, обуславливающие волны тепла и холода, являются территориально крупномасштабными. Многолетняя повторяемость различных типов синопти-

ческих процессов в течение года неплохо согласуется с периодами климатических температурных волн.

Календарные особенности являются существенными характеристиками структуры климата и их изучение имеет важное значение как для познания местного климата, так и для дальнейшего усовершенствования методов прогноза погоды. Следует, однако, иметь в виду, что для достаточно определенного обнаружения календарных особенностей требуется наличие данных метеорологических наблюдений не менее чем за 40—50 лет. Приведенные выше характеристики календарных особенностей по ст. Жиздра получены по ряду наблюдений за период 77 лет (1900—1976 гг.).

В последнее время заметно повысился интерес к народным приметам о погоде. В периодической печати появились публикации на эту тему и для многих любителей они служат источником информации о предстоящей погоде. В связи с этим мы сочли необходимым остановиться на некоторых аспектах применения и достоверности народных примет о погоде.

### 11.1. О достоверности некоторых народных примет о погоде

Научное предсказание погоды имеет сравнительно небольшую давность, немногим больше 100 лет. Между тем потребность в предсказании погоды существует с незапамятных времен, и она удовлетворялась посредством наблюдений за явлениями погоды и передачи опыта из поколения в поколение. Первые народные приметы возникли в результате внимательного наблюдения людей за погодой и установлением связи одних и тех же ее явлений с предшествующими событиями или явлениями погоды. Многовековой народный опыт наблюдений за явлениями погоды и установления неоднократно повторяющихся событий или явлений породили многочисленные приметы о погоде, которые широко использовались (до организации регулярных передач прогнозов погоды по радио), например, земледельцами при проведении сельскохозяйственных работ. Многие из примет о погоде получили широкое распространение и обрели долговечность, так как были основаны на достоверности физических явлений, происходящих в атмосфере. Другие, основанные на нелепых суждениях, явно противоречащих законам природы и в большей части лишенных какого-либо правдоподобия, или возникшие на религиозной почве, носили ошибочный, сомнительный характер и в большей степени были или недолговечны, или не применялись вовсе.

Примет о погоде великое множество. Одни из них связывали ожидаемую погоду с поведением животных, птиц, а также с самочувствием человека, другие — погоду одного дня с погодой другого дня. Много примет основано на наблюдениях за солнцем, луной, облаками, цветом зари, ветром, радугой, росой и т. д. Вот некоторые из них: «Когда солнце окружено кругом, то выпадет дождь» или «Когда вы видите облако, приближающееся

с запада, дождь будет». Некоторые приметы стали связывать со знаменательными церковными днями: «На Самсона (10 июля) дождь — семь недель тоже» и др.

Следует заметить, что некоторые из примет соответствуют определенной местности, т. е. имеют географическую привязку и их использовать в других районах нецелесообразно. Проверка примет показала, что многие из них относятся к числу случайных совпадений и не носят систематического характера.

В частности, для Калужской области (по данным ст. Калуга) была проверена серия примет о наличии того или иного типа погоды в определенные периоды (даты) или о связи погоды последующего периода с исходным. Ниже перечислены эти приметы и указана их оправдываемость за период 1942—1983 гг.

*Рождественский мороз (7 января)*. В 23 годах из 42 (т. е. в 55 %) морозы 7 января существенно ниже нормы дня. Если же считать и такие случаи, когда сильные морозы отмечались в двух предшествующих или двух последующих днях при температуре около нормы 7 января, то оправдываемость этого признака повышается до 60 %. В 48 % случаев температура воздуха в период 5—9 января достигала —15... —20 °С.

*«Крещение» (19 января)*. С этим днем связывается наличие морозной погоды. По данным ст. Калуга при условиях проверки, указанных в предыдущем случае, этот мороз наблюдался в 62 % случаев. Однако прогностические указания на то, что ясная и холодная погода в «крещение» — к засушливому лету, пасмурная и снежная — к обильному урожаю, не подтверждаются.

*«Евдокиев день» (14 марта)*. Народная примета «Какова Евдокия, таково и лето» не подтверждается. Просматривается скорее обратная связь. Так, после холодных дней 11—17 марта лето в 53 % случаев бывает теплым, а после теплых дней 11—17 марта лето в 73 % случаев бывает холодным.

*«Черемушкины холода» (16 мая)*. По данным о температуре воздуха в неделе, серединой которой является 16 мая, понижения наблюдаются в 62 % случаев, а точно 16 мая — в 45 % случаев. Июньский возврат холодов (10—15 июня) осуществляется лишь в 50 % лет.

*«Сидоров день» (27 мая)*. Народная примета «На Сидора холодно — все лето таково» в 65 % случаев подтверждалась.

*«Бабье лето» (14—21 сентября)*. Осуществление этого климатического явления, как правило, происходит в указанный период времени. Однако в некоторые годы оно может наблюдаться на несколько дней раньше или на несколько дней позже. Из 40 лет бабье лето осуществлялось в 29 случаях (72,5 %), причем в пределах 14—21 сентября — в 18 случаях; в остальных случаях — непосредственно перед этим периодом или же сразу после него.

Эта особенность климата рассматриваемого района обуславливается осенним (частичным) возвратом к синоптическим процессам, аналогичным летним. Основным «виновником» столь устойчивой погоды бабьего лета является так называемый блоки-

рующий антициклон — обширная область высокого атмосферного давления — мало меняющий свое положение во времени и пространстве. Именно такая ситуация на территории ЕЧС возникла в конце сентября — начале октября 1987 г. и продолжалась до 3 ноября. В течение этого довольно продолжительного периода, наблюдавшегося один раз за 100-летний ряд наблюдений, стояла сухая солнечная погода, с заморозками ночью и положительной температурой днем, нередко до 10—12 °С.

«Покров» (14 октября). Указания, связанные с этим днем, а именно: ветер с севера — к холодной зиме, ветер с юга — к теплой зиме, ветер с запада — к снежной зиме и при переменном ветре — к непостоянной зиме, совершенно не оправдываются. Вообще такие «мгновенные» ситуации, не связанные с каким-нибудь периодным процессом не могут служить предвестниками. Холодная неделя, серединой которой является 14 октября предвещает холодную зиму лишь в 58 %.

Ряд других примет, связанных с такими днями, как «Стретье», «Благовещенье», «Макея», «Меровня», «Макрида», «Самсона» и пр., также не имеют достаточной оправдаемости.

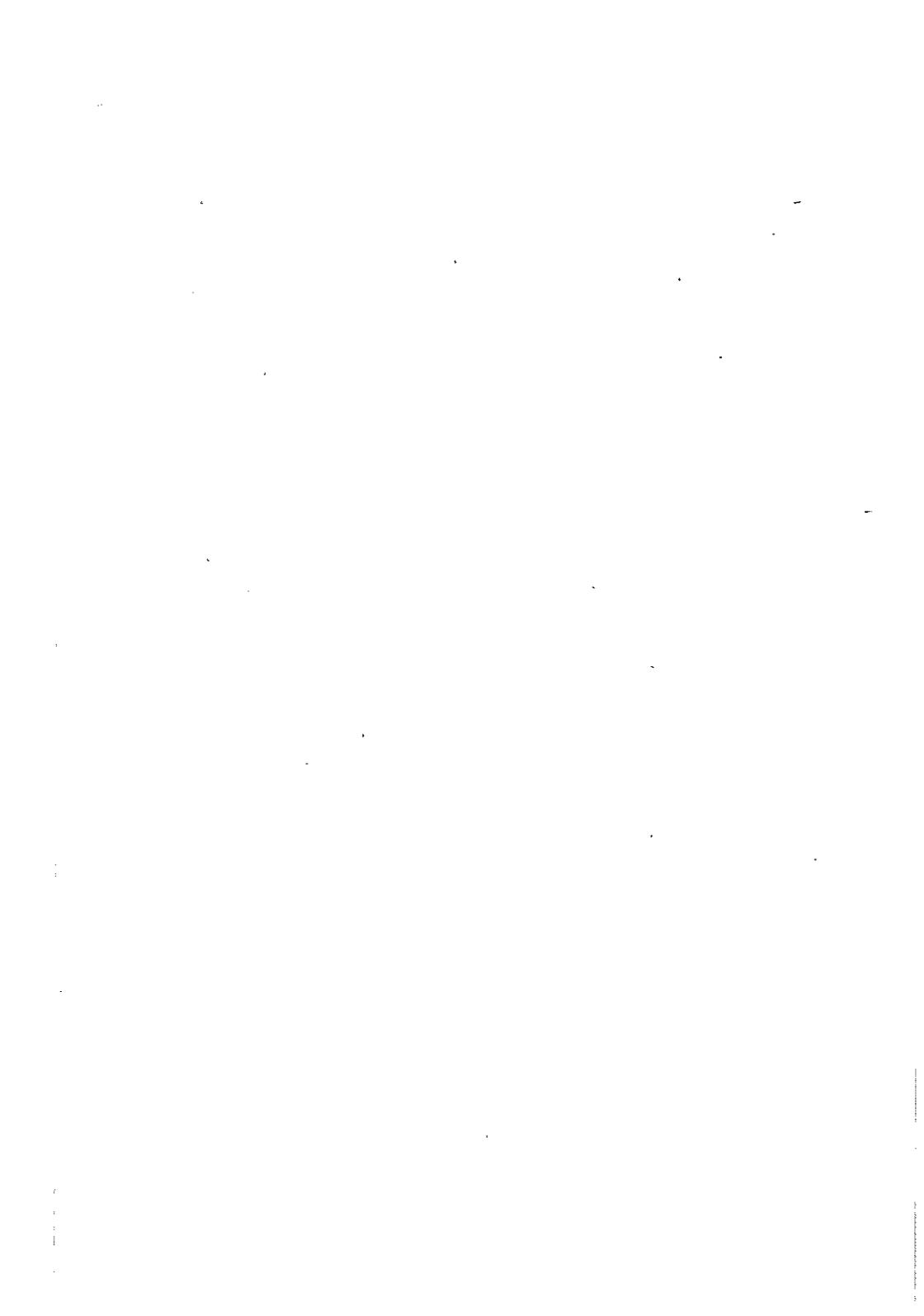
Наряду с вышеуказанным научные расчеты показывают, что на длительные периоды сохраняются довольно тесные связи между знаками аномалии температуры воздуха отдельных месяцев. Так, например, за период с 1925 по 1985 г. по данным ст. Калуги выявлено, что после очень теплого января (когда аномалия температуры месяца превышает среднее квадратическое отклонение) март в 90 % лет также является теплым. После очень холодного марта июнь чаще (80 %) бывает также холодным. После очень теплого апреля теплым в 82 % лет отмечается сентябрь. После очень теплого декабря в 70 % случаев апрель также бывает теплым, причем в 60 % — очень теплым. При анализе таких связей учитывались лишь те из них, у которых исходный (холодный или теплый) месяц насчитывал не менее 10 случаев, и если в качестве исходных брать не только экстремальные, но также умеренно холодные и умеренно теплые месяцы, то связи их с последующими месяцами по знаку аномалии ослабевают.

Следует также иметь в виду, что упомянутые связи получены на сравнительно коротком ряде лет (данные за отдельные годы указанного выше ряда лет отсутствуют) и при увеличении периода наблюдений они могут несколько изменяться. Поэтому использовать аналогичные связи между отдаленными месяцами в качестве прогноза в практической деятельности не рекомендуется. Они могут служить лишь как консультативный ориентировочный материал.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алисов Б. П. Климат СССР.— М.: Изд-во МГУ, 1956.— 127 с.
2. Адамов П. Н. Местные признаки погоды.— Л.: Гидрометеониздат, 1961.— 35 с.
3. Безуглая Э. Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов.— Л.: Гидрометеониздат, 1980.— 184 с.
4. Климат Курска/Под ред. Ц. А. Швер, Н. П. Цыкало.— Л.: Гидрометеониздат, 1984.— 110 с.
5. Климат Воронежа/Под ред. Ц. А. Швер, С. А. Павлова.— Л.: Гидрометеониздат, 1986. 104 с.
6. Климат Кирова/Под ред. М. О. Френкеля, Ц. А. Швер.— Л.: Гидрометеониздат, 1982.— 215 с.
7. Климат Киева/Под ред. О. И. Сакали.— Л.: Гидрометеониздат, 1980.— 287 с.
8. Климат Москвы/Под ред. А. А. Дмитриева, Н. П. Бессонова.— Л.: Гидрометеониздат, 1969.— 323 с.
9. Климат и город. Материалы конференции «Климат—город—человек».— М., 1974.— 152 с.
10. Справочник по климату СССР, вып. 8, ч. 1—5.— Л.: Гидрометеониздат, 1964—1968.
11. Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии/Под ред. И. Г. Грингофа.— Л.: Гидрометеониздат, 1986, с. 33—98, 175—200.
12. Швер Ц. А. Атмосферные осадки на территории СССР.— Л.: Гидрометеониздат, 1976.— 302 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**



## Таблицы климатических данных

Таблица 1

Прямая и суммарная солнечная радиация (МДж/м<sup>2</sup>) на вертикальную поверхность ( $\varphi=53,9^{\circ}$ с.). По З. И. Пивоваровой

Ориентация поверхности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Прямая радиация												
С				3	19	34	27	10				
СВ	0	3	15	36	77	84	86	61	22	6	0	
В	16	32	65	95	148	140	148	129	84	42	14	8
ЮВ	63	87	128	143	165	146	159	168	139	99	45	33
Ю	92	124	160	143	143	112	130	165	161	125	65	47
Суммарная радиация												
С	56	89	144	134	207	241	223	173	108	66	43	31
СВ	57	92	159	166	265	291	281	224	130	72	44	31
В	72	122	209	226	336	347	343	292	192	109	57	39
ЮВ	120	176	272	273	353	353	355	331	247	165	88	64
Ю	148	213	303	273	331	319	326	329	269	191	109	78

Таблица 2

Повторяемость (%) различного направления ветра и штилей

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	6	10	14	13	18	18	11	10	14
II	6	6	16	17	16	16	12	11	11
III	6	6	13	15	20	20	11	7	11
IV	8	11	13	14	18	14	10	12	11
V	11	16	12	13	12	13	10	13	17
VI	13	16	9	7	11	14	14	16	21
VII	13	13	9	7	11	15	15	17	20
VIII	15	13	10	9	11	13	13	16	25
IX	10	9	6	11	16	20	17	11	19
X	8	5	7	11	18	22	14	15	9
XI	6	6	8	14	22	25	12	7	9
XII	6	7	11	16	20	19	12	9	9
Год	9	10	11	12	16	17	13	12	15
К	56	76	76	76	76	66	6а	6а	

Таблица 3

Повторяемость (%) направления ветра и штилей в различные часы суток

Месяц	Время, ч	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	1	9	11	9	13	12	20	15	11	7
	7	9	10	8	11	13	20	17	12	15
	13	8	10	9	14	12	18	18	11	3
II	19	8	10	9	13	12	19	18	11	6
	1	10	10	10	15	10	18	15	12	9
	7	10	9	12	14	10	17	14	14	7
III	13	7	10	10	16	10	18	16	13	3
	19	10	9	10	20	11	16	13	11	6
	1	12	8	7	15	12	15	16	15	12
IV	7	11	7	9	12	10	18	16	17	6
	13	10	10	8	13	11	17	15	16	2
	19	12	9	8	15	11	14	17	14	8
V	1	10	12	6	16	15	13	14	14	14
	7	9	12	8	13	15	14	15	14	6
	13	9	11	8	15	14	16	16	11	0,5
VI	19	9	10	10	17	13	15	13	13	4
	1	16	17	9	10	10	11	12	15	19
	7	12	16	12	10	8	10	16	16	7
VII	13	14	12	8	12	9	13	15	17	1
	19	15	14	11	10	8	9	14	19	5
	1	14	13	10	6	9	15	14	22	26
VIII	7	12	12	8	9	10	13	17	19	5
	13	13	10	8	10	13	14	15	17	1
	19	15	13	8	7	12	10	16	19	8
IX	1	19	14	9	5	5	12	14	22	26
	7	14	15	10	7	6	9	18	21	9
	13	14	12	10	8	10	12	15	19	1
X	19	18	11	10	8	6	11	15	21	12
	1	14	17	8	7	8	17	12	17	28
	7	12	16	10	9	5	13	18	17	10
XI	13	12	16	10	11	9	10	17	15	3
	19	15	14	10	10	8	10	17	16	12
	1	10	8	4	8	10	25	20	15	22
XII	7	7	8	5	6	11	22	23	18	9
	13	10	7	5	7	13	20	22	16	1
	19	11	7	5	7	15	21	19	15	12
I	1	10	8	6	8	11	23	16	18	11
	7	9	8	8	8	9	20	21	17	8
	13	10	9	7	9	10	20	20	15	1
II	19	11	9	6	12	11	20	16	15	9
	1	7	6	8	19	17	20	14	9	5
	7	7	5	8	20	16	18	16	10	4
III	13	6	5	8	19	16	18	19	9	1
	19	7	4	9	20	17	18	16	9	5
	1	9	9	8	16	14	21	13	10	7
IV	7	9	8	8	16	15	18	16	10	4
	13	8	9	9	15	15	19	17	8	3
	19	9	8	9	17	13	22	15	7	7
V	1	12	11	8	12	11	17	15	14	15
	7	10	11	9	11	11	16	17	15	7
	13	10	10	9	12	12	16	17	14	2
VI	19	12	10	9	13	11	15	16	14	8

Таблица 4

Вероятность (%) различной скорости ветра по направлениям

Месяц	Скорость ветра, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
I	0—1	2,9	3,9	2,9	4,7	4,6	5,8	4,9	3,4
	2—5	3,6	4,7	5,2	6,5	6,3	9,2	7,3	5,6
	6—9	1,1	1,2	1,0	1,7	2,2	2,5	2,9	2,1
	10—13	0,1	0,2	0,2	0,8	0,4	0,4	0,4	0,5
	14—17				0,1		0,1	0,1	0,1
	18—20	0,03			0,04	0,04		0,1	0,1
II	0—1	3,4	2,7	1,9	4,0	3,3	4,0	5,0	4,9
	2—5	3,7	3,7	5,2	10,6	5,8	6,7	6,6	5,8
	6—9	1,2	0,8	2,1	3,6	1,6	2,5	2,5	2,5
	10—13	0,6	0,1	0,2	0,4	0,3	0,5	0,5	1,3
	14—17	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	0,1	0,2	0,4
	18—20								0,1
III	0—1	3,6	3,4	2,6	4,5	3,9	5,3	4,7	4,2
	2—5	4,0	4,0	4,8	8,3	6,0	7,2	6,0	5,5
	6—9	1,7	1,1	1,5	2,7	2,2	1,8	3,0	3,1
	10—13	0,5	0,3	0,2	0,6	0,4	0,4	0,5	0,8
	14—17	0,2			0,1				0,4
	18—20								
IV	0—1	2,9	3,4	3,1	5,0	4,6	5,3	5,3	3,9
	2—5	5,0	5,0	5,3	9,4	6,9	6,2	6,4	5,5
	6—9	0,9	1,0	1,4	2,6	1,5	1,6	2,1	1,8
	10—13	0,4	0,2	0,1	0,3	0,3	0,4	0,6	0,5
	14—17	0,1		0,3	0,04	0,2	0,1	0,2	0,2
	18—20	0,1					0,04	0,1	0,04
V	0—1	4,3	4,4	3,4	4,1	3,0	5,8	6,7	6,9
	2—5	5,5	5,3	4,8	5,5	4,6	5,1	6,9	7,9
	6—9	2,5	1,7	1,2	1,1	0,8	1,0	2,1	3,0
	10—13	0,4	0,2	0,2	0,1	0,04	0,1	0,2	0,5
	14—17	0,2	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,2
	18—20								
VI	0—1	3,3	4,4	5,4	5,6	4,7	5,7	7,9	7,0
	2—5	5,5	4,4	3,9	4,2	3,2	5,6	8,3	9,6
	6—9	1,7	0,4	0,5	0,8	0,8	0,8	2,1	2,4
	10—13	0,1	0,2	0,1		0,1	0,3	0,3	0,3
	14—17		0,1				0,1	0,1	
	18—20	0,1							0,04
VII	0—1	4,7	6,3	4,6	4,7	4,7	5,6	8,7	7,2
	2—5	5,0	4,3	4,1	2,8	2,4	5,2	10,4	10,7
	6—9	0,7	0,4	0,5	0,2	0,2	0,9	1,4	2,7
	10—13	0,2	0,1	0,04	0,2			0,2	0,7
	14—17							0,1	0,1
	18—20								
VIII	0—1	3,6	7,1	5,0	4,3	3,5	6,9	10,3	8,5
	2—5	4,2	6,1	5,0	3,1	2,8	5,0	7,6	7,4
	6—9	0,8	1,1	1,1	0,5	0,5	0,8	1,9	1,2
	10—13	0,1	0,1	0,1	0,2	0,04	0,1	0,2	0,3
	14—17	0,1	0,04					0,1	0,3
	18—20								
IX	0—1	4,4	3,1	2,0	4,2	5,6	7,6	9,6	6,5
	2—5	3,5	2,8	1,9	3,8	5,5	8,7	10,5	8,1
	6—9	1,2	0,6	0,2	0,6	1,0	1,9	2,9	2,2
	10—13	0,2	0,1		0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
	14—17	0,04				0,4		0,04	0,04
	18—20								

Месяц	Скорость ветра, м/с	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
X	0—1	2,3	2,5	1,8	3,5	5,0	7,8	7,7	4,4
	2—5	3,4	3,5	3,1	5,6	6,4	11,1	9,1	6,2
	6—8	1,2	1,2	0,9	1,2	0,8	1,8	3,1	3,5
	10—13	0,2	0,04	0,1	0,1	0,1	0,4	0,6	0,7
	14—17	0,1	0,04				0,1	0,2	0,2
	18—20								0,04
XI	0—1	1,0	1,6	2,0	5,1	5,2	5,2	5,0	2,3
	2—5	2,5	2,9	5,0	12,6	8,8	9,2	7,6	5,0
	6—9	1,1	0,8	1,6	3,6	2,3	2,0	1,9	1,6
	10—13	0,3	0,1	0,4	0,8	0,2	0,3	0,8	0,4
	14—17	0,1		0,1	0,1	0,04	0,1	0,1	0,3
	18—20								0,04
XII	0—1	2,2	3,3	2,8	5,8	4,8	5,7	3,3	2,5
	2—5	2,6	3,6	4,5	10,8	8,9	9,4	6,2	3,6
	6—9	1,0	0,9	1,2	3,5	2,2	2,2	2,7	1,6
	10—13	0,2	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,7	0,3
	14—17		0,2	0,04		0,04	0,2	0,2	0,3
	18—20					0,1	0,1	0,04	

Таблица 5

Средняя скорость (м/с) и повторяемость (%) ветра по направлениям

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	3,9	3,8	4,4	4,5	4,0	4,1	4,1	4,7	14
	6	10	14	13	18	18	11	10	
II	3,9	4,2	4,6	4,2	4,3	4,6	4,3	4,3	11
	6	6	16	17	16	16	12	11	
III	4,0	4,5	3,9	4,3	4,0	3,7	3,6	4,2	11
	6	6	13	15	20	20	11	7	
IV	4,0	4,4	4,4	3,9	4,0	4,1	4,0	4,2	11
	8	11	13	14	18	14	10	12	
V	3,9	4,0	3,8	3,7	3,4	3,5	3,6	4,0	17
	11	16	12	13	12	13	10	13	
VI	3,8	3,6	3,4	3,4	3,2	3,5	3,5	3,8	21
	13	16	9	7	11	14	14	16	
VII	3,6	3,7	3,2	3,1	2,9	3,0	3,1	3,3	20
	13	13	9	7	11	15	15	17	
VIII	3,7	3,4	3,2	2,9	3,0	3,1	3,2	3,5	25
	15	13	10	9	11	13	13	16	
IX	4,0	3,4	2,7	3,2	3,4	3,4	3,6	4,1	19
	10	9	6	11	16	20	17	11	
X	4,3	3,5	3,5	3,3	3,6	3,9	4,1	4,9	9
	8	5	7	11	18	22	14	15	
XI	5,1	3,8	3,7	4,4	4,2	4,5	4,3	4,7	9
	6	6	8	14	22	25	12	7	
XII	5,4	4,3	4,1	4,2	4,4	4,4	4,1	4,8	9
	6	7	11	16	20	19	12	9	
Год	4,1	3,8	3,7	3,8	3,7	3,8	3,8	4,2	15
	9	10	11	12	16	17	13	12	

Примечание. 1-я строка — скорость ветра, м/с; 2-я строка — повторяемость ветра по направлениям, %.

Таблица 6

Расчетная скорость ветра (м/с) на высоте 10 м (порывы)

Период наблюдений	Скорость ветра, возможная один раз за						
	1 год	5	10	20	25	50	100 лет
1960—1980 г.	14	26	29	32	33	36	38
1936—1980 г.	12	23	26	28	29	32	35

Таблица 7

Повторяемость (%) различных градаций изменения средней температуры воздуха от месяца к месяцу

Температура воздуха, °C	II—I		III—II		IV—III		V—IV		VI—V		VII—VI	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
0,0—2,0	17,5	15,8	15,8	3,5	3,4		1,7		20,7	6,9	37,9	6,9
2,1—4,0	7,0	17,5	12,3	6,9	10,3		3,4		24,2	1,7	29,3	3,5
4,1—6,0	7,0	7,0	24,6	1,8	15,6		20,7		29,3		17,3	1,7
6,1—8,0	8,8	5,3	12,3		37,9		36,2		13,8		1,7	
8,1—10,0	5,3	1,8	10,5		20,8		15,6		3,4		1,7	
10,1—12,0	3,5	1,8	8,7		8,6		15,5					
12,1—14,0					4,4		5,2					
14,1—16,0			1,8									
16,1—21,0	1,7		1,8				1,7					

Температура воздуха, °C	VIII—VII		IX—VIII		X—IX		XI—X		XII—XI		I—XII	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
0,0—2,0	13,8	51,7		5,2		1,8	3,5	8,8	3,5	8,8	14,3	17,9
2,1—4,0	1,8	22,4		17,2		12,3		10,5	1,8	31,6	5,4	10,7
4,1—6,0		10,3		41,4		35,1		24,6		19,3	7,1	8,9
6,1—8,0				24,2		29,7		28,1		17,5	1,8	10,7
8,1—10,0				10,3		15,8		15,7		5,2	1,8	8,9
10,1—12,0				1,7		5,3		8,8		7,0		10,7
12,1—14,0										3,5		
14,1—16,0										1,8		
16,1—21,0												1,8

Примечание. Плюс (+) и минус (—) означают, что температура воздуха повышается или понижается по сравнению с предыдущим месяцем.

Таблица 8

Ежедневная средняя и экстремальная температура воздуха (°С)

Число месяца	Средняя		Наиболее высокая		Наиболее низкая		Средняя		Наиболее высокая		Наиболее низкая	
	Средняя	Наиболее высокая	Наиболее высокая	Наиболее низкая	Наиболее низкая	Средняя	Наиболее высокая	Наиболее высокая	Наиболее низкая	Наиболее низкая	Средняя	Наиболее высокая
			Год	Год	Год			Год	Год	Год		Год
	<b>Январь</b>						<b>Февраль</b>					
1	-6,9	1,5	1981	-25,6	1979	-8,2	1,0	1955	-30,1	1956		
2	-7,2	0,8	1982	-20,5	1979	-8,8	0,3	1968	-29,6	1967		
3	-8,5	0,7	1978	-22,5	1947	-10,0	0,7	1948	-28,6	1956		
4	-8,9	1,9	1949	-25,3	1950	-9,4	1,5	1948	-30,0	1956		
5	-8,0	1,8	1961	-24,6	1950	-8,8	1,0	1944	-30,7	1956		
6	-10,4	2,2	1973	-23,2	1950	-9,1	0,7	1981	-31,5	1956		
7	-11,9	0,8	1946	-25,0	1978	-10,3	1,7	1974	-26,8	1956		
8	-12,3	1,0	1983	-27,7	1950	-10,4	2,5	1974	-25,5	1956		
9	-10,4	0,9	1976	-28,4	1950	-9,6	-0,2	1957	-26,4	1947		
10	-11,1	1,8	1957	-30,3	1950	-9,1	1,4	1973	-24,7	1969		
11	-11,2	0,5	1983	-24,8	1950	-9,7	0,7	1974	-24,1	1976		
12	-10,2	1,5	1952	-23,8	1963	-10,0	1,1	1974	-26,1	1956		
13	-11,0	1,7	1983	-25,6	1963	-8,4	1,3	1974	-23,6	1949		
14	-10,0	1,3	1983	-24,1	1963	-7,7	1,4	1950	-22,7	1977		
15	-10,0	0,0	1962	-25,6	1972	-8,8	1,7	1958	-21,7	1953		
16	-11,1	0,6	1981	-24,2	1972	-9,3	0,5	1959	-23,5	1979		
17	-11,0	1,2	1947	-23,4	1963	-9,0	1,2	1957	-21,5	1964		
18	-11,2	1,1	1947	-25,9	1976	-7,9	1,7	1949	-25,6	1954		
19	-11,1	0,8	1947	-26,6	1968	-8,8	0,9	1961	-25,4	1954		
20	-10,7	0,2	1952	-25,2	1969	-8,7	0,8	1957	-21,6	1947		
21	-10,2	1,6	1948	-25,4	1963	-7,6	0,8	1977	-19,2	1964		
22	-10,7	1,8	1948	-26,8	1963	-6,9	1,9	1977	-19,2	1956		
23	-11,3	2,3	1948	-25,4	1967	-7,9	1,6	1966	-24,4	1945		
24	-10,8	0,8	1959	-28,6	1967	-8,0	1,1	1966	-21,3	1945		
25	-10,4	0,0	1956	-25,6	1967	-8,0	0,6	1950	-18,4	1964		
26	-8,1	-0,2	1974	-24,8	1954	-7,0	1,0	1950	-15,8	1953		
27	-8,9	1,2	1983	-26,2	1956	-7,8	1,7	1950	-19,6	1963		
28	-9,2	1,4	1983	-25,1	1956	-8,0	1,5	1950	-20,0	1963		
29	-9,5	1,5	1979	-27,8	1956							
30	-10,7	-0,9	1979	-32,7	1956							
31	-9,4	0,2	1979	-33,6	1956							

Число месяца	Март				Апрель				
	Средняя	Наиболее высокая	Год	Наиболее низкая	Средняя	Наиболее высокая	Год	Наиболее низкая	Год
1	-6,5	1,2	1944	-18,0	0,7	9,9	1951	-11,6	1963
2	-5,0	2,2	1944	-15,5	1,6	12,2	1951	-8,6	1955
3	-4,9	0,9	1982	-17,3	2,0	9,9	1983	-7,8	1965
4	-5,8	1,2	1982	-19,1	2,4	10,7	1983	-9,8	1964
5	-5,5	3,0	1982	-18,0	2,3	10,7	1983	-7,0	1965
6	-5,9	1,5	1962	-21,6	2,2	10,0	1951	-5,6	1955
7	-6,4	1,6	1962	-21,6	2,9	11,2	1973	-7,4	1955
8	-6,4	1,8	1967	-17,7	2,9	12,0	1968	-6,1	1963
9	-6,0	1,0	1966	-19,7	2,9	9,6	1983	-6,0	1965
10	-5,0	1,9	1981	-20,0	2,8	11,9	1951	-5,6	1965
11	-6,4	1,0	1961	-19,4	4,4	14,1	1973	-4,3	1965
12	-6,7	2,3	1961	-18,6	4,5	12,2	1973	-3,0	1965
13	-5,5	1,8	1961	-17,4	3,9	11,4	1966	-1,1	1955
14	-4,2	2,9	1972	-15,9	4,0	12,8	1962	-1,4	1946
15	-3,8	2,2	1972	-17,3	4,2	15,6	1972	-0,6	1980
16	-3,9	2,4	1978	-15,7	3,9	13,6	1943	-3,7	1979
17	-4,0	2,4	1972	-15,5	4,5	12,8	1950	-1,7	1979
18	-4,1	2,4	1978	-17,8	6,3	18,3	1976	-1,9	1979
19	-4,6	3,6	1961	-20,2	6,2	12,6	1953	-1,7	1979
20	-5,0	2,8	1974	-21,1	5,6	14,2	1950	-2,6	1979
21	-4,2	2,4	1972	-19,9	5,2	14,6	1950	-2,6	1979
22	-2,8	5,8	1974	-17,5	6,4	14,4	1950	0,3	1979
23	-2,5	5,9	1981	-19,9	6,7	18,5	1950	-2,0	1954
24	-1,6	6,1	1981	-16,1	7,6	20,0	1950	-1,6	1981
25	-1,2	4,1	1978	-14,4	8,7	18,6	1950	-2,0	1948
26	-0,9	5,3	1983	-14,4	8,4	17,0	1950	-1,1	1948
27	0,2	9,3	1983	-12,1	8,1	15,8	1970	2,0	1954
28	0,6	9,4	1983	-7,3	8,9	16,2	1951	1,1	1978
29	0,3	8,2	1983	-13,2	9,1	17,2	1979	-0,3	1961
30	-0,1	7,2	1983	-13,2	9,4	17,6	1951	1,0	1961
31	0,7	9,6	1983	-13,5					

Число месяца	Май					Июнь				
	Средняя	Наиболее высокая	Год	Наиболее низкая	Год	Средняя	Наиболее высокая	Год	Наиболее низкая	Год
1	9,7	17,8	1949	2,4	1978	14,5	21,8	1949	6,7	1963
2	9,2	19,0	1977	2,2	1976	14,4	20,5	1980	7,9	1962
3	10,2	16,7	1948	2,5	1965	14,0	22,5	1946	7,4	1975
4	10,0	19,4	1970	1,4	1947	14,0	19,9	1953	8,1	1947
5	10,0	20,1	1970	0,6	1942	14,9	22,5	1975	8,5	1954
6	10,9	19,6	1963	1,2	1942	14,9	23,4	1975	5,4	1962
7	11,4	19,6	1967	1,6	1942	15,5	25,6	1948	5,0	1958
8	11,6	20,0	1967	2,0	1942	16,0	26,4	1948	7,5	1982
9	11,7	20,6	1943	3,3	1972	16,2	23,9	1948	8,0	1976
10	11,9	20,0	1966	1,6	1972	17,7	23,6	1948	6,5	1982
11	11,4	17,7	1981	3,9	1972	16,0	22,6	1949	5,7	1982
12	11,0	16,5	1982	4,2	1980	14,4	23,6	1946	8,2	1950
13	10,2	18,6	1968	1,5	1980	15,8	22,8	1946	9,2	1950
14	11,1	19,4	1957	3,2	1980	15,5	23,3	1946	9,6	1950
15	12,2	19,8	1943	3,6	1980	15,3	25,7	1946	9,4	1958
16	12,7	19,7	1942	5,8	1980	15,5	25,0	1946	9,3	1957
17	12,6	21,1	1958	3,8	1965	15,5	24,9	1946	9,0	1957
18	13,2	20,9	1949	5,4	1952	16,1	23,4	1975	10,3	1982
19	13,4	21,3	1983	4,6	1974	15,6	22,2	1956	8,8	1958
20	12,9	20,4	1967	2,0	1974	16,3	23,2	1956	8,9	1978
21	12,0	21,2	1963	4,0	1980	16,3	25,7	1948	8,4	1942
			1967							
22	11,7	21,6	1949	3,8	1980	16,0	25,3	1948	6,6	1983
23	12,4	23,0	1949	4,0	1980	16,4	26,2	1948	6,7	1983
24	13,0	21,2	1983	4,1	1959	16,6	24,9	1981	9,8	1983
25	13,3	21,9	1963	2,6	1945	17,0	23,8	1981	10,2	1969
26	13,1	21,3	1958	5,2	1945	17,3	23,4	1972	8,2	1969
27	13,5	22,0	1958	5,4	1977	17,9	22,7	1947	11,7	1969
								1981		
28	14,4	22,7	1958	6,6	1959	18,0	25,0	1954	11,9	1969
29	15,2	22,3	1958	5,6	1959	17,9	25,3	1954	12,0	1953
30	14,7	20,9	1979	6,2	1959	17,3	23,4	1981	11,1	1962
31	14,1	22,6	1948	7,4	1951					

Число месяца	Июль					Август				
	Средняя	Наиболее высокая	Год	Наиболее низкая	Год	Средняя	Наиболее высокая	Год	Наиболее низкая	Год
1	16,9	23,4	1959	12,1	1962	17,3	25,4	1961	11,7	1968
2	16,4	21,5	1957 1959	11,6	1976	17,6	24,0	1961	13,8	1956 1962
3	16,3	21,6	1954	11,5	1963	18,1	23,6	1977	9,6	1969
4	16,9	23,8	1954	11,4	1963	17,5	22,9	1977	11,5	1969
5	16,7	26,2	1954	8,8	1976	17,1	23,2	1943	10,6	1969
6	16,5	23,9	1947	9,2	1976	17,3	22,7	1942	12,7	1964
7	16,6	24,4	1972	8,7	1952	17,2	24,8	1972	13,0	1979
8	17,3	24,4	1945	10,0	1952	17,2	27,2	1972	12,5	1974
9	17,7	25,6	1954	14,1	1952	16,4	25,4	1972	11,0	1969
10	17,2	23,5	1951	12,1	1968 1975	16,4	27,9	1971	10,6	1956
11	17,9	25,8	1953	13,6	1975	16,7	24,9	1972	10,0	1956
12	17,6	23,1	1951	10,9	1968	16,5	25,8	1948	9,2	1975
13	17,7	23,7	1972	12,4	1968	16,1	24,1	1948	11,0	1975
14	18,1	26,3	1951	11,8	1968	15,8	25,4	1951	9,9	1964
15	18,3	26,5	1951	13,2	1980	15,1	23,4	1951	8,4	1975
16	17,9	27,8	1951	13,9	1953	15,3	23,4	1954	10,1	1969
17	17,3	24,8	1951	12,1	1976	16,0	23,9	1954	10,7	1956
18	17,0	23,8	1960	11,0	1978	16,2	24,3	1954	9,7	1977
19	17,2	26,9	1970	12,9	1978	15,7	20,6	1972	8,3	1977
20	17,3	24,2	1960	11,5	1978	15,6	25,5	1946	9,0	1977
21	17,5	25,2	1981	10,2	1968	15,1	25,2	1946	9,0	1962
22	17,8	23,3	1981	9,7	1968	15,0	24,4	1946	9,0	1976
23	17,5	23,2	1948	11,8	1983	14,8	24,3	1972	9,0	1976
24	17,6	22,8	1958	12,4	1955	14,8	20,7	1946	9,7	1950 1976
25	17,7	23,3	1960	12,4	1951	14,6	21,2	1946	10,0	1950
26	17,6	23,0	1963	12,0	1944	14,4	21,6	1969	8,7	1950 1973
27	17,6	23,2	1963	13,5	1978	13,6	22,5	1969	6,7	1973
28	17,8	23,8	1963	13,5	1956	13,3	23,0	1969	6,8	1973
29	18,1	24,9	1981	11,8	1962	13,7	22,8	1969	5,8	1966
30	18,0	26,9	1981	9,1	1962	14,3	19,7	1944	5,7	1966
31	17,3	22,1	1981	12,6	1979	13,8	20,0	1963 1968	7,7	1966

Число месяца	Средняя	Наиболее высокая	Год	Наиболее низкая	Год	Средняя	Наиболее высокая	Год	Наиболее низкая	Год
1	14,1	19,9	1944	9,8	1962	6,7	14,1	1974	1,0	1976
2	13,2	19,4	1943	8,0	1958 1980	6,8	13,6	1974	1,3	1978
3	13,2	18,0	1963	8,4	1962	6,7	15,0	1974	1,1	1959
4	13,4	20,3	1968	8,2	1962	6,5	15,2	1966	0,5	1959
5	13,4	19,1	1977	7,9	1943 1947	6,5	16,5	1966	0,9	1959
6	13,1	19,0	1963	7,2	1961	6,5	15,4	1963	-1,2	1971
7	13,0	21,7	1952	6,7	1953	6,2	13,2	1974	0,5	1971
8	12,4	20,4	1952	6,3	1953	6,3	12,2	1974	0,8	1945
9	11,9	20,2	1944	4,8	1956	5,9	13,2	1966	-2,6	1959
10	12,2	19,3	1944	5,4	1968	6,1	12,1	1974	-3,4	1957
11	11,6	15,9	1980	6,0	1961	5,5	11,3	1955	-1,2	1965
12	11,2	16,4	1963	5,7	1973	5,2	11,9	1960	-2,4	1965
13	11,1	16,4	1954	6,2	1973	4,9	11,4	1964	-5,2	1976
14	10,5	16,2	1966	4,8	1973	5,4	13,0	1967	-7,1	1976
15	9,7	16,6	1948	3,7	1973	4,9	11,2	1974	-4,1	1976
16	10,0	16,8	1948	3,8	1958	4,4	11,6	1974	-7,2	1976
17	10,1	16,7	1948	3,3	1958	4,1	11,0	1967	-3,0	1976
18	9,6	16,4	1947	3,0	1958	4,0	12,0	1967	-3,4	1976
19	9,7	15,0	1947	5,2	1981	3,7	10,3	1948	-4,7	1976
20	9,4	16,2	1943	5,4	1958	3,3	12,2	1948	-4,1	1965
21	8,9	16,3	1975	4,6	1977	3,5	12,5	1944	-4,7	1945
22	9,8	17,3	1979	3,6	1942	3,2	10,5	1970	-6,6	1976
23	9,0	16,4	1979	1,6	1956	3,2	9,2	1949	-5,4	1976
24	8,4	15,7	1974	0,5	1973	2,2	8,8	1949	-7,7	1959
25	8,4	15,6	1942	0,2	1973	2,7	10,2	1964	-8,9	1959
26	9,0	18,7	1979	0,6	1973	3,3	9,8	1964	-7,8	1968
27	8,8	17,5	1942	2,3	1959	3,2	10,0	1949	-4,2	1960
28	8,7	16,6	1974	0,6	1973 1973	1,8	9,6	1983	-5,0	1968
29	8,2	15,5	1974	1,8	1976	1,2	8,5	1967	-7,6	1968
30					1976	1,2	10,7	1967	-9,2	1979
31	6,9	13,8	1974	0,1	1976	0,3	11,0	1967	-10,8	1979

Число месяца	Ноябрь					Декабрь				
	Средняя	Наиболее высокая	Год	Наиболее низкая	Год	Средняя	Наиболее высокая	Год	Наиболее низкая	Год
1	-0,3	10,3	1967	-11,2	1979	-4,1	2,2	1953	-13,7	1980
2	0,5	8,6	1942	-12,0	1979	-4,3	4,1	1964	-14,9	1957
3	0,2	8,6	1942 1967	-8,8	1956	-4,1	3,8	1961	-17,4	1958
4	-0,2	7,7	1967	-10,6	1975	-3,8	5,1	1979	-16,0	1959
5	-0,1	7,5	1967	-9,8	1970	-4,0	4,4	1964	-27,7	1959
6	0,0	9,2	1948	-7,0	1942	-5,0	4,8	1964	-30,2	1959
7	-0,05	6,5	1954	-10,6	1942	-4,5	4,3	1961	-32,0	1959
8	-0,1	6,2	1967	-11,4	1942	-5,4	3,5	1961	-27,8	1959
9	0,4	9,0	1952	-10,0	1942	-6,6	1,4	1949	-23,5	1955
10	0,4	6,3	1954	-8,2	1942	-6,6	3,2	1951	-28,2	1955
11	0,0	6,0	1972	-11,4	1951	-6,2	2,8	1965	-25,0	1959
12	-0,9	6,5	1972	-17,0	1951	-7,1	3,7	1965	-22,1	1959
13	-1,1	6,6	1954	-11,7	1951	-7,2	3,3	1965	-26,1	1963
14	-0,8	8,0	1950	-13,3	1965	-6,4	1,4	1942	-22,8	1963
15	-1,0	7,1	1950	-14,6	1965	-6,3	3,1	1972	-19,2	1977
16	-0,9	8,5	1950	-13,9	1965	-6,6	2,6	1958	-16,5	1963
17	-1,5	7,1	1971	-16,4	1965	-7,5	1,6	1952	-25,4	1978
18	-2,5	4,6	1974	-15,0	1965	-7,3	1,3	1952	-23,9	1978
19	-1,7	5,7	1978	-14,8	1965	-6,4	1,5	1958	-22,6	1955
20	-1,7	8,5	1978	-12,3	1944	-5,9	0,6	1952	-20,5	1967
21	-1,6	5,6	1962	-15,0	1946	-5,7	1,5	1960	-22,0	1969
22	-2,7	3,7	1962	-18,6	1946	-6,3	0,8	1957	-23,7	1969
23	-2,8	3,6	1962	-14,7	1968	-6,2	1,7	1974	-23,7	1969
24	-3,1	4,8	1980	-14,1	1968	-6,6	2,0	1960	-22,8	1969
25	-3,0	7,6	1969	-14,2	1965	-6,0	1,1	1960	-20,2	1969
26	-3,9	5,2	1969	-17,6	1959	-7,8	2,4	1980	-21,8	1958
27	-4,0	7,8	1969	-18,4	1959	-5,4	1,4	1960	-20,9	1958
28	-2,9	9,5	1969	-17,3	1957	-5,7	0,9	1957	-20,3	1961
29	-2,6	5,7	1983	-16,2	1963	-6,9	0,9	1973	-24,1	1978
30	-2,7	2,9	1974	-12,8	1955	-7,7	0,8	1959 1980	-30,6	1978
31						-7,1	0,6	1960 1960 1970	-34,6	1978

Таблица 9

Даты перехода средней суточной температуры воздуха через 0, 5, 10 и 15 °С весной и осенью и средняя продолжительность периода с температурой в этих пределах

Температура воздуха, °С	Средняя продолжительность	Средняя дата	Ранняя дата	Поздняя дата	Вероятность, %						
					5	10	25	50	75	90	95
0	225	1 IV	5 III	23 IV	17 IV	14 IV	10 IV	1 IV	26 III	15 III	14 III
		12 XI	13 X	10 XII	30 XI	29 XI	23 XI	12 XI	4 XI	30 X	29 X
5	184	17 IV	26 III	3 V	30 IV	29 IV	23 IV	17 IV	12 IV	4 IV	31 III
		17 X	23 IX	14 XI	7 XI	3 XI	24 X	17 X	9 X	2 X	28 IX
10	137	6 V	17 IV	10 VI	29 V	23 V	14 V	6 V	29 IV	23 IV	21 IV
		21 IX	5 IX	12 X	5 X	30 IX	27 IX	21 IX	17 IX	11 IX	8 IX
15	84	3 VI	2 V	10 VII	1 VII	25 VI	17 VI	3 VI	24 V	15 V	7 V
		25 VIII	2 VIII	27 IX	17 IX	11 IX	6 IX	25 VIII	17 VIII	10 VIII	4 VIII

Примечание. В 1-й строке приведены даты перехода для весны, во 2-й строке — для осени.

Таблица 10

Изменчивость средней суточной температуры воздуха от суток к суткам

Число месяца	Положительная		Отрицательная		Положительная		Отрицательная	
	ср.	наиб.	ср.	наиб.	ср.	наиб.	ср.	наиб.
	Январь				Апрель			
2—1	3,3	7,5	—2,0	—5,7	2,3	10,5	—2,0	—6,3
3—2	3,1	9,0	—3,7	—11,2	1,8	5,5	—1,4	—6,6
4—3	3,3	9,8	—3,1	—9,7	1,2	3,8	—1,6	—2,6
5—4	3,1	11,4	—3,2	—8,1	1,4	4,5	—1,3	—3,3
6—5	2,2	6,0	—4,3	—12,5	2,4	5,6	—1,8	—4,3
7—6	3,5	12,9	—3,7	—9,7	2,1	8,7	—1,2	—3,7
8—7	3,7	8,7	—4,8	—12,3	2,0	6,3	—1,7	—5,1
9—8	4,5	14,1	—2,0	—7,7	1,7	3,4	—2,4	—9,6
10—9	3,1	11,2	—3,5	—15,5	2,0	5,9	—1,6	—4,5
11—10	3,5	11,9	—3,4	—11,0	2,6	8,6	—1,4	—3,1
12—11	4,0	9,1	—3,6	—11,1	1,1	5,7	—1,6	—6,0
13—12	3,7	10,4	—3,6	—9,6	1,8	5,1	—2,7	—9,4
14—13	4,7	16,8	—4,1	—12,2	1,6	4,5	—1,6	—3,0
15—14	3,5	11,7	—3,0	—11,2	1,5	6,4	—1,1	—2,6
16—15	2,5	7,2	—3,0	—7,2	2,2	5,6	—2,0	—8,5
17—16	3,8	13,3	—4,4	—13,2	1,4	4,0	—1,6	—6,3
18—17	3,1	10,0	—2,8	—7,7	3,3	10,5	—1,3	—3,6
19—18	3,2	8,0	—2,3	—10,6	1,7	7,0	—3,2	—10,6
20—19	4,0	11,1	—3,2	—14,1	1,8	5,4	—2,0	—5,7
21—20	3,6	10,5	—3,6	—12,8	1,7	5,0	—3,2	—12,0
22—21	3,0	12,6	—3,3	—8,6	2,2	5,7	—1,8	—5,2
23—22	4,0	7,1	—3,4	—9,4	2,2	6,9	—2,5	—8,4
24—23	3,7	10,4	—2,2	—10,2	2,1	7,4	—2,1	—6,4
25—24	4,6	12,4	—3,2	—8,2	2,1	6,1	—1,9	—4,9
26—25	6,2	13,7	—3,3	—14,2	1,4	5,3	—2,4	—6,3
27—26	2,7	7,4	—3,8	—12,0	2,4	6,1	—2,6	—6,8
28—27	3,1	10,4	—2,2	—5,3	2,1	5,2	—1,8	—5,4
29—28	2,9	10,8	—3,9	—10,0	1,7	6,6	—2,3	—9,1
30—29	2,7	6,7	—3,7	—8,4	2,2	4,5	—2,3	—5,3
31—30	4,6	10,6	—3,5	—9,0				

Число месяца	Положительная		Отрицательная		Положительная		Отрицательная	
	ср.	наиб.	ср.	наиб.	ср.	наиб.	ср.	наиб.
	<b>Июль</b>				<b>Октябрь</b>			
2—1	1,3	3,7	-1,6	-6,2	1,8	3,6	-1,4	-4,8
3—2	1,5	4,1	-1,5	-3,6	1,8	4,0	-2,2	-5,1
4—3	2,0	5,7	-1,1	-2,3	1,6	5,5	-1,6	-4,1
5—4	1,4	3,8	-1,4	-3,4	1,8	7,3	-2,2	-6,0
6—5	1,5	4,0	-2,6	-9,3	2,3	6,0	-2,5	-7,9
7—6	1,5	3,9	-2,3	-6,9	2,3	5,5	-2,2	-7,2
8—7	1,7	3,6	-1,3	-2,9	1,8	5,7	-2,6	-5,4
9—8	2,0	5,1	-1,5	-6,5	1,5	6,8	-2,5	-5,0
10—9	1,7	3,7	-2,0	-4,2	2,0	5,9	-2,1	-5,6
11—10	1,8	4,3	-1,6	-4,2	2,9	5,8	-2,4	-9,0
12—11	1,5	3,6	-1,2	-5,7	2,1	3,9	-2,3	-8,7
13—12	1,2	4,5	-1,9	-3,6	2,3	5,7	-2,2	-4,9
14—13	1,3	3,7	-1,0	-2,8	2,1	5,5	-1,3	-4,5
15—14	1,2	5,4	-1,1	-3,0	1,4	5,0	-2,2	-7,6
16—15	0,9	2,7	-1,8	-4,8	1,6	7,6	-2,1	-6,2
17—16	0,9	2,9	-1,4	-5,0	1,6	5,3	-2,6	-5,9
18—17	1,3	3,7	-1,6	-3,4	2,2	6,2	-2,2	-8,2
19—18	1,5	3,2	-1,3	-4,0	2,4	7,4	-2,2	-7,3
20—19	1,1	2,7	-2,2	-7,8	1,5	2,7	-2,4	-7,1
21—20	1,6	3,6	-1,6	-6,0	2,2	5,9	-1,9	-4,4
22—21	1,4	3,5	-1,6	-4,8	2,0	5,4	-2,0	-5,8
23—22	1,4	4,8	-1,3	-5,3	1,8	4,5	-2,2	-6,2
24—23	1,1	3,2	-1,3	-3,0	1,5	3,4	-2,7	-13,3
25—24	1,6	5,9	-1,5	-3,3	2,6	6,0	-1,8	-5,4
26—25	1,5	3,5	-1,4	-4,4	2,2	10,5	-1,7	-4,3
27—26	1,3	2,8	-2,1	-4,5	2,0	6,4	-3,1	-7,5
28—27	1,5	4,7	-1,9	-4,0	2,4	5,6	-2,4	-6,4
29—28	1,4	3,6	-1,3	-5,2	2,4	6,3	-3,3	-10,2
30—29	1,3	2,7	-1,6	-4,3	3,0	6,0	-3,0	-8,4
31—30	1,3	4,6	-1,8	-4,8	2,2	6,4	-2,1	-8,0

Таблица 11

Среднее суточное  $\bar{x}$  и максимальное  $x_{\text{макс}}$  количество осадков (мм)  
за 1942—1983 гг.

Число месяца	Январь			Февраль			Март		
	$\bar{x}$	$x_{\text{макс}}$	Год	$\bar{x}$	$x_{\text{макс}}$	Год	$\bar{x}$	$x_{\text{макс}}$	Год
1	1,8	12,6	1969	2,1	8,6	1980	1,9	10,6	1967
2	2,1	7,6	1943	2,2	9,3	1979	2,0	19,3	1966
3	1,4	10,3	1970	1,2	5,9	1977	2,4	13,0	1976
4	1,8	6,1	1967, 75	1,2	6,6	1948	1,3	6,6	1965
5	2,1	11,3	1965	1,6	9,7	1946	1,2	4,0	1943
6	1,9	9,0	1965	1,8	6,7	1961	1,0	3,8	1983
7	1,8	10,7	1982	1,8	8,7	1975	1,4	8,1	1978
8	3,9	21,4	1970	1,7	7,5	1974	2,5	15,2	1962
9	1,3	10,8	1960	2,6	12,1	1977	1,6	10,8	1959
10	1,1	4,9	1948	1,5	5,0	1973	1,9	10,4	1981
11	1,6	11,1	1952	1,7	7,9	1944	0,8	6,8	1958
12	0,9	5,6	1959	1,6	8,4	1964	1,3	11,5	1968
13	0,8	4,0	1968	2,4	10,4	1958	1,5	10,1	1963
14	1,6	7,5	1978	2,1	16,9	1966	1,2	10,1	1961
15	1,5	10,0	1970	1,8	26,1	1962	1,7	12,7	1966
16	2,1	11,5	1981	1,8	5,8	1957	2,2	7,3	1970
17	1,3	4,6	1945	1,0	7,8	1966	1,1	8,0	1970
18	0,6	2,4	1956	1,0	10,9	1957	1,6	4,7	1979
19	1,8	12,9	1955	1,4	5,3	1977	2,0	6,7	1957
20	1,1	6,6	1952	1,2	20,3	1957	1,0	3,5	1951
21	1,4	7,7	1958	1,1	5,9	1974	2,5	12,1	1951
22	0,9	3,9	1983	1,8	11,1	1977	1,5	4,5	1948
23	0,9	5,8	1966	1,1	5,8	1966	2,5	7,4	1983
24	1,2	9,0	1971	0,9	8,0	1957	2,4	13,7	1972
25	1,8	10,7	1956	1,8	11,1	1942	1,5	4,8	1978
26	1,7	6,0	1977	2,1	10,8	1977	2,4	17,4	1951
27	1,6	5,6	1968	1,8	8,0	1977	3,8	18,7	1966
28	2,2	7,4	1983	1,1	6,8	1957	1,6	11,1	1966
29	2,3	17,1	1979	2,0	4,9	1944	2,1	17,2	1954
30	1,1	6,7	1983				1,5	7,0	1954
31	2,4	15,3	1965				2,4	20,2	1967

Число месяца	$\bar{x}$	$x_{\text{макс}}$	Год	$\bar{x}$	$x_{\text{макс}}$	Год	$\bar{x}$	$x_{\text{макс}}$	Год
	<b>Апрель</b>			<b>Май</b>			<b>Июнь</b>		
1	2,7	11,6	1977	2,6	11,8	1978	4,9	35,5	1963
2	3,1	7,2	1975	4,0	20,3	1947	3,5	14,0	1963
3	1,6	19,9	1944	3,2	17,3	1960	6,8	29,4	1976
4	2,2	7,0	1963	3,3	20,9	1960	4,0	19,8	1980
5	2,3	13,3	1964	5,1	21,3	1945	4,1	13,3	1977
6	2,4	14,4	1970	2,5	8,9	1945	3,3	16,5	1962
7	1,7	9,2	1970	2,8	14,2	1951	2,5	16,6	1942
8	1,9	23,4	1972	3,1	14,9	1958	1,7	9,4	1960
9	1,8	7,9	1961	2,7	16,7	1946	2,4	13,2	1967
10	2,9	12,0	1979	2,8	15,9	1946	3,9	25,2	1947
11	1,8	6,9	1967	2,0	14,1	1951	3,5	11,6	1950
12	3,0	9,0	1983	3,5	14,7	1958	2,7	9,7	1942
13	5,0	22,0	1983	3,1	14,9	1962	7,2	18,5	1947
14	2,9	13,9	1973	2,7	10,0	1946	4,9	63,5	1941
15	1,6	7,2	1975	3,6	8,6	1953	4,1	24,7	1953
16	1,6	6,0	1967	3,2	13,4	1972	5,5	29,9	1976
17	1,3	4,7	1952	3,6	11,1	1943	3,7	15,5	1943
18	1,6	5,4	1982	4,4	34,6	1976	3,3	16,8	1974
19	2,9	10,0	1961	4,5	15,1	1976	4,2	16,6	1969
20	1,0	6,4	1946	2,8	16,7	1960	3,3	18,5	1965
21	2,7	11,6	1982	2,6	13,7	1964	4,3	21,7	1981
22	2,1	9,7	1954	3,1	53,3	1956	4,7	19,1	1972
23	3,4	17,6	1958	3,2	15,2	1960	4,9	22,6	1974
24	1,8	8,6	1967	4,5	24,5	1942	3,8	28,5	1946
25	1,3	5,3	1965	4,3	34,9	1945	3,5	13,9	1974
26	4,1	13,5	1977	2,9	10,9	1971	2,5	9,8	1944
27	1,9	12,3	1976	2,7	30,3	1955	5,5	29,9	1956
28	2,7	7,2	1976	2,0	14,0	1956	4,3	15,9	1949
29	4,3	16,5	1981	2,1	11,6	1957	5,8	21,4	1980
30	1,3	10,0	1970	1,6	8,8	1965	6,5	76,8	1952
31				4,5	15,7	1968			

Число месяца	$\bar{x}$	$x_{\text{макс}}$	Год	$\bar{x}$	$x_{\text{макс}}$	Год	$\bar{x}$	$x_{\text{макс}}$	Год
	<b>Июль</b>			<b>Август</b>			<b>Сентябрь</b>		
1	5,3	20,2	1983	2,7	23,3	1944	4,0	20,3	1957
2	4,6	20,4	1974	3,9	20,6	1947	5,3	17,4	1981
3	4,6	23,1	1970	1,6	19,3	1965	1,7	5,4	1952
4	2,0	17,9	1959	8,1	37,5	1964	3,5	19,3	1970
5	7,8	46,9	1953	6,2	60,6	1946	2,1	13,6	1966
6	6,3	22,8	1965	7,0	38,6	1978	1,8	11,7	1956
7	4,9	26,2	1959	2,5	16,0	1953	2,1	26,1	1961
8	2,2	14,5	1955	5,2	17,0	1951	7,5	21,7	1953
9	3,3	25,5	1966	4,7	47,0	1973	3,9	14,0	1942
10	4,7	17,3	1966	4,5	22,6	1965	1,9	8,4	1953
11	3,1	24,3	1969	3,8	19,2	1963	3,8	38,5	1958
12	3,8	45,0	1944	3,3	13,0	1954	4,7	34,2	1981
13	3,3	14,4	1969	4,8	22,4	1970	3,5	14,0	1970
14	6,6	40,9	1980	4,2	20,0	1973	5,0	24,2	1973
15	5,4	21,0	1942	5,6	32,1	1973	2,8	15,9	1968
16	6,0	33,5	1953	8,9	19,4	1976	5,3	27,3	1981
17	4,8	45,1	1965	4,2	16,8	1980	4,6	19,7	1981
18	3,7	30,4	1949	4,8	37,8	1960	2,8	14,6	1969
19	10,3	32,2	1973	5,3	24,0	1949	2,0	7,6	1945
20	4,7	22,9	1968	4,0	44,7	1969	2,4	16,3	1952
21	5,0	34,0	1945	4,9	20,9	1952	1,3	10,8	1955
22	2,7	10,6	1982	4,7	18,2	1955	4,4	21,5	1954
23	5,5	40,5	1957	3,6	12,5	1977	3,4	25,5	1953
24	5,1	19,6	1973	4,6	22,1	1960	1,5	12,3	1943
25	6,3	20,6	1967	4,2	32,5	1966	2,8	14,4	1946
26	4,0	12,1	1958	3,4	16,1	1982	2,6	17,3	1972
27	4,4	19,0	1953	6,2	32,1	1981	1,5	8,7	1953
28	4,7	46,0	1962	5,2	36,1	1958	1,7	11,5	1968
29	5,4	31,6	1958	2,9	8,2	1958	1,9	16,6	1960
30	5,1	17,2	1964	1,9	15,6	1946	2,3	11,6	1947
31	5,6	31,7	1950	2,4	15,5	1967			

Число месяца	$\bar{x}$	$x_{\text{макс}}$	Год	$\bar{x}$	$x_{\text{макс}}$	Год	$\bar{x}$	$x_{\text{макс}}$	Год
	<b>Октябрь</b>			<b>Ноябрь</b>			<b>Декабрь</b>		
1	1,9	5,5	1957	3,0	37,2	1960	1,9	13,8	1981
2	1,5	6,7	1973	3,1	20,5	1970	1,6	7,4	1965
3	2,4	10,2	1943	0,9	10,0	1966	1,6	8,9	1969
4	1,6	9,1	1970	1,6	19,0	1952	2,5	25,1	1969
5	3,1	10,5	1952	2,0	10,2	1971	1,9	8,3	1980
6	4,0	14,8	1981	2,8	23,0	1950	2,2	16,3	1979
7	3,5	25,1	1945	3,5	18,8	1974	2,5	11,7	1949
8	2,0	8,5	1968	1,9	11,1	1979	1,5	5,4	1981
9	2,1	6,8	1975	2,4	8,9	1943	1,6	6,9	1954
10	3,6	21,7	1983	1,9	6,2	1951	1,2	8,7	1972
11	1,7	7,6	1964	3,8	39,1	1974	2,1	14,1	1979
12	2,0	6,8	1945	1,9	11,1	1968	1,8	6,2	1945
13	4,5	25,8	1960	1,8	13,2	1967	3,2	14,4	1978
14	3,5	12,1	1968	1,5	8,3	1953	3,7	23,6	1981
15	2,7	15,4	1972	1,2	7,8	1961	2,5	19,7	1981
16	6,2	21,0	1971	1,7	10,6	1942	1,8	9,3	1966
17	2,6	13,3	1974	3,2	21,3	1963	1,5	6,3	1973
18	4,8	22,4	1979	2,7	18,6	1977	2,0	14,8	1976
19	3,2	16,2	1942	2,5	12,7	1972	1,5	6,2	1979
20	3,2	48,8	1952	2,1	9,1	1954	1,6	15,6	1965
21	1,8	11,2	1958	2,0	15,4	1971	1,0	5,8	1963
22	3,1	14,9	1973	2,0	9,4	1944	1,8	11,8	1958
23	3,0	14,4	1971, 1973	2,7	12,5	1978	1,4	20,7	1965
24	2,8	24,9	1970	2,6	18,9	1977	2,1	8,2	1976
25	1,4	5,7	1947	1,7	10,1	1966	2,3	22,4	1977
26	1,7	9,5	1955	1,5	11,7	1951	0,9	5,5	1966
27	2,0	7,8	1970	2,8	9,6	1977	1,8	8,6	1960
28	1,2	10,5	1974	2,2	13,6	1961	2,3	11,1	1981
29	1,4	10,4	1948	3,4	21,2	1983	2,3	7,8	1982
30	1,9	10,9	1962	2,5	26,4	1952	2,1	12,9	1977
31	2,6	19,0	1970				1,3	9,0	1943

# СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ . . . . .	3
1. ВВЕДЕНИЕ . . . . .	4
1.1. Физико-географические условия местоположения города и его окрестностей, история города . . . . .	—
1.2. Гидрологическая характеристика р. Оки . . . . .	5
1.3. Краткая история развития метеорологических наблюдений в городе . . . . .	9
2. РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ . . . . .	11
2.1. Продолжительность солнечного сияния . . . . .	12
2.2. Радиационный баланс и его составляющие . . . . .	13
3. ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ . . . . .	16
3.1. Атмосферное давление . . . . .	18
3.2. Ветер . . . . .	19
4. ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ . . . . .	24
4.1. Температура воздуха . . . . .	—
4.2. Температура почвы . . . . .	31
5. РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ . . . . .	35
5.1. Влажность воздуха . . . . .	—
5.2. Атмосферные осадки . . . . .	38
5.3. Снежный покров и метели . . . . .	43
6. ОБЛАЧНОСТЬ И АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ . . . . .	48
6.1. Облачность . . . . .	—
6.2. Туманы . . . . .	51
6.3. Грозы и град . . . . .	54
6.4. Гололедно-изморозевые образования . . . . .	55
7. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ . . . . .	59
7.1. Зима . . . . .	—
7.2. Весна . . . . .	66
7.3. Лето . . . . .	69
7.4. Осень . . . . .	74
8. МЕЗОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКОГО КЛИМАТА . . . . .	77
9. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДА . . . . .	83
КОЛЕБАНИЯХ КЛИМАТА г. КАЛУГИ . . . . .	88
10.1. Колебания температуры воздуха . . . . .	—
10.2. Колебания осадков . . . . .	95

11. КАЛЕНДАРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА . . . . .	102
11.1. О достоверности некоторых народных примет о погоде . . . . .	105
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	108
ПРИЛОЖЕНИЕ. ТАБЛИЦЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ . . . . .	109
1. Прямая и суммарная солнечная радиация на вертикальную поверхность . . . . .	—
2. Повторяемость различного направления ветра и штилей . . . . .	—
3. Повторяемость направления ветра и штилей в различные часы суток . . . . .	110
4. Вероятность различной скорости ветра по направлениям . . . . .	111
5. Средняя скорость и повторяемость ветра по направлениям . . . . .	112
6. Расчетная скорость ветра на высоте 10 м (порывы) . . . . .	113
7. Повторяемость различных градаций изменения средней температуры воздуха от месяца к месяцу . . . . .	—
8. Ежедневная средняя и экстремальная температура воздуха . . . . .	114
9. Даты перехода средней суточной температуры воздуха через 0, 5, 10 и 15 °С весной и осенью и средняя продолжительность периода с температурой в этих пределах . . . . .	120
10. Изменчивость средней суточной температуры воздуха от суток к суткам . . . . .	121
11. Среднее суточное и максимальное количество осадков за 1942—1983 гг. . . . .	123

Справочник специалиста

## КЛИМАТ КАЛУГИ

Редактор Н. С. Смирнова. Технический редактор Г. В. Ивкова. Корректор А. В. Хюркес. Н/К. Сдано в набор 19.10.88. Подписано в печать 15.03.89. М-17559. Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Печ. л. 8,0. Кр.-отт. 8,25. Уч.-изд. л. 8,71. Тираж 770 экз. Индекс ПРЛ-9. Заказ № 608. Цена 45 коп. Заказное. Гидрометеониздат. 199226. Ленинград, ул. Беринга, 38.

Ленинградская типография № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинград объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 190000, Ленинград, Прачечный переулок, 6.