

1. ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА РОССИИ

Ведущий автор: Н. В. Кобышева

Авторы: Е. М. Акентьева, М. В. Ключева, А. В. Мещерская, Э. Я. Ранькова

1.1. Основные определения

Климатическая система Земли включает пять основных компонентов: атмосферу, гидросферу, криосферу, деятельный слой суши и биосферу (рис. 1.1).

Климатическая система изменяется в результате сложных нелинейных взаимодействий между

отдельными компонентами, а также под влиянием внешних воздействий, таких как извержения вулканов, изменения солнечной активности, хозяйственная деятельность (изменения химического состава атмосферы и землепользования).

Климат в узком, но широко распространенном смысле есть обобщение (осреднение) состоя-

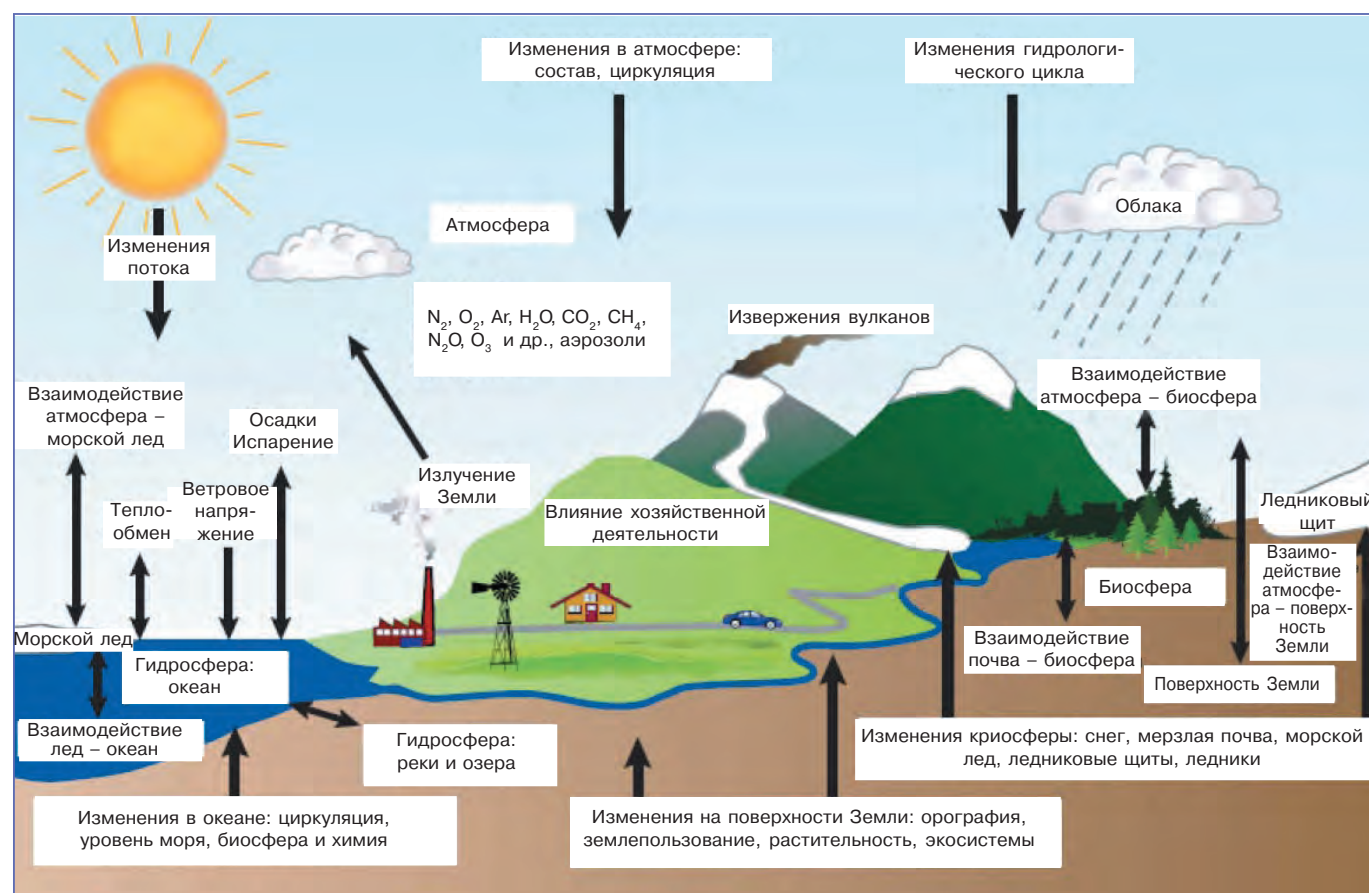


Рис. 1.1. Схематическое представление составляющих климатической системы, основных климатообразующих процессов и их взаимодействия (Solomon et al., 2007).

1. ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА РОССИИ

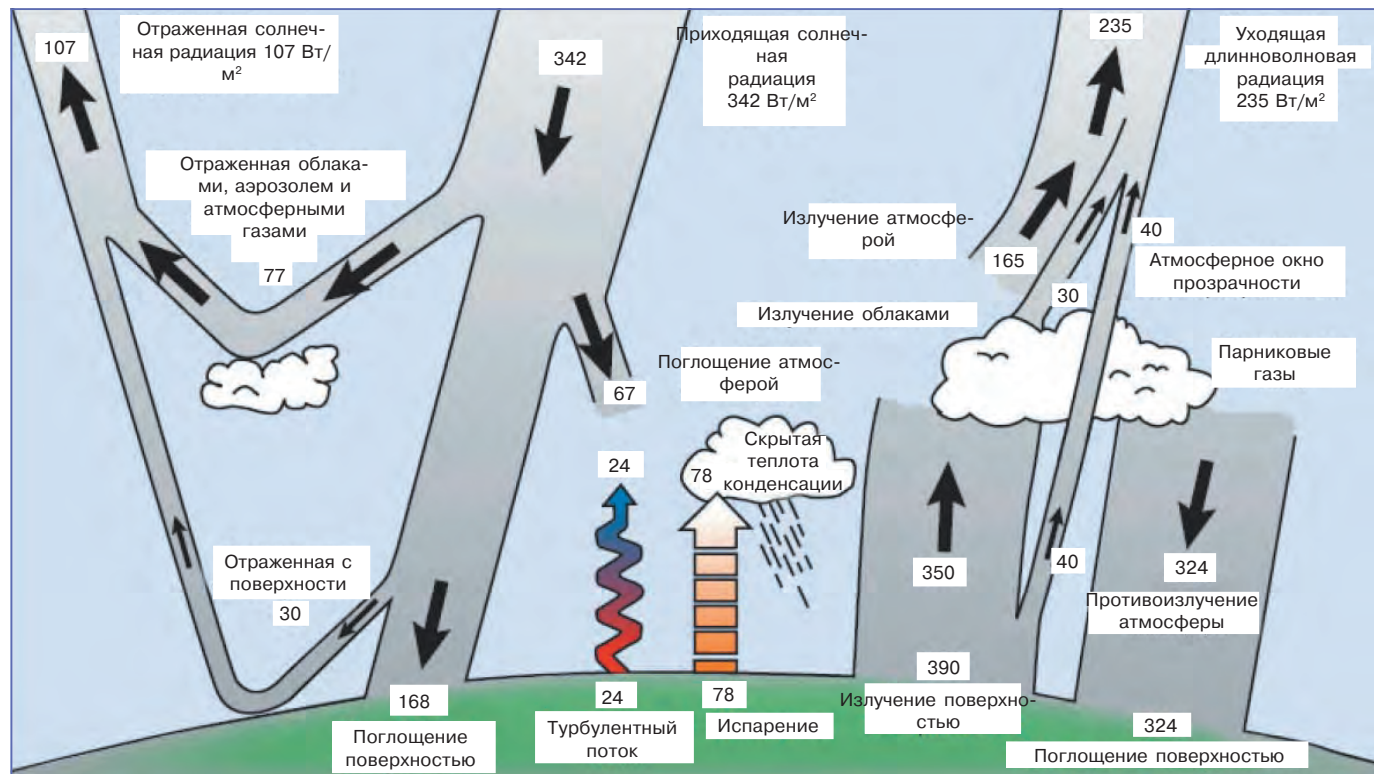


Рис. 1.2. Средний за год глобальный баланс энергии в климатической системе Земли (Solomon et al., 2007).

ний погоды и представляется набором условий погоды в заданной области пространства в заданный интервал времени (Груза, Ранькова, 2003). Для характеристики климата используется статистическое описание в терминах средних, экстремумов, показателей изменчивости соответствующих величин и частот явлений за выбранный период времени. Все эти дескриптивные статистические характеристики называются климатическими переменными. В этом определении подчеркивается как географический (область пространства), так и исторический (период времени) характер климата. В качестве стандартного периода для оценивания климатических переменных, характеризующих текущий или современный климат, по рекомендации ВМО используется период в 3 десятилетия. В настоящее время — это период с 1961 по 1990 г. Для различных целей выбираются и другие периоды, например, в 4-м отчете Межправительственной группы экспертов по изменению климата используются 20-летние периоды.

Формирование климата в принятом авторами смысле происходит в результате особенностей энергетического взаимодействия в климатической системе и циркуляции в атмосфере и океане.

За достаточно длительные временные периоды количество солнечной радиации, поглощенной атмосферой и поверхностью Земли, компенсируется таким же количеством длинноволновой радиации,

излучаемой в мировое пространство (рис. 1.2). Примерно половина солнечной радиации поглощается поверхностью Земли. Эта часть тепловой энергии передается в атмосферу путем турбулентного обмена, испарения с поверхности и длинноволнового излучения, которое поглощается облаками и парниковыми газами. В свою очередь атмосфера излучает длинноволновую радиацию обратно к поверхности Земли и в мировое пространство.

1.2. Особенности климата России

Цель настоящего раздела — дать краткую и достаточно общую характеристику современного климата России. Более полное его описание можно найти в ряде специальных монографий, опубликованных в последние годы (Покровская (ред.), 1958; Кобышева (ред.), 2001; Бородко (ред.), 2007). Данное ниже описание климата рассматривается как введение к обсуждению основной темы доклада — возможных его изменений на территории России в XXI веке.

Основная территория России располагается на севере Евразийского континента. Огромные размеры страны, неоднородность подстилающей поверхности и возникающее в этих условиях разнообразие циркуляционных процессов формируют

климатический режим, отличающийся большим разнообразием. Согласно широко известной классификации (Алисов, Полтараус, 1974), на территории России расположены зоны с арктическим, субарктическим, умеренным и даже субтропическим (на небольшом пространстве юга страны) климатом (рис. 1.3). Наряду с преобладанием континентального типа климата, в каждой из зон есть морской и переходный от континентального к морскому типы климата. С одной стороны, почти на 67% территории страны сохраняется сплошная или островная вечная мерзлота, половину года на большей части территории удерживается отрицательная температура воздуха, с другой, в южной части страны в летнее время часто возникают засухи, суховеи, пыльные бури и лесные пожары.

1.2.1. Температурный режим

По климатическим условиям Россия является самой холодной страной в мире, ее средняя годовая

температура приземного воздуха составляет $-4,1^{\circ}\text{C}$. Зимой, когда приток солнечной радиации мал или отсутствует совсем (севернее Полярного круга), основным климатообразующим фактором являются циркуляционные процессы. В Восточной Сибири зимний антициклон, являющийся чрезвычайно устойчивым барическим образованием, способствует формированию на северо-востоке России полюса холода в районе Верхоянска и Оймякона (средняя месячная температура зимы -42°C) (рис. 1.4a).

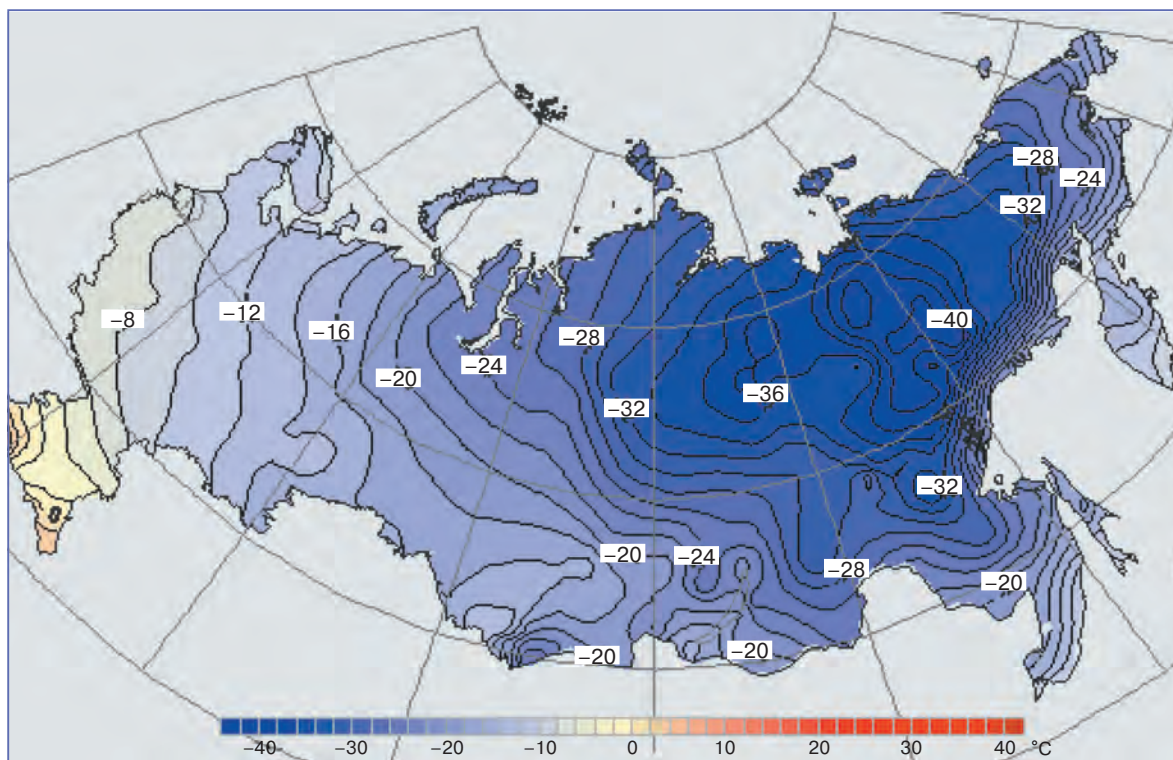
Средний минимум температуры зимой составляет в Восточной Сибири -55°C , а абсолютная минимальная температура достигала -68°C . В долинах рек Яны и Индигирки суммарная продолжительность температуры ниже -30°C превышает в год 125 суток, а в отдельные годы такая температура не прерывается в течение более двух месяцев. В этом районе наблюдается более 280 морозных дней в году (рис. 1.5).



Рис. 1.3. Климатические пояса и области (Алисов, Полтараус, 1974). *Области арктического пояса:* 1) внутриарктическая (холодная), 2) атлантическая (умеренно холодная), 3) сибирская (холодная), 4) тихоокеанская (умеренно холодная). *Области субарктического пояса:* 5) атлантическая (влажная, умеренно холодная), 6) сибирская (умеренно влажная, умеренно холодная), 7) тихоокеанская (избыточно влажная, умеренно холодная). *Области умеренного пояса:* 8) атлантико-арктическая (избыточно влажная, умеренно теплая), 9) атлантико-континентальная европейская (умеренно влажная, умеренно теплая), 10) континентальная западно-сибирская (влажная, умеренно теплая), 11) континентальная восточно-сибирская (умеренно влажная, умеренно теплая), 12) муссонная дальневосточная (влажная, умеренно теплая), 13) тихоокеанская (избыточно влажная, умеренно холодная), 14) атлантико-континентальная европейская (недостаточно влажная, очень теплая), 15) континентальная западно-сибирская (недостаточно влажная, теплая), 16) континентальная восточноевропейская (умеренно сухая, очень теплая), 17) горная Большого Кавказа, 18) Горный Алтай и Саяны.

1. ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА РОССИИ

a)



b)

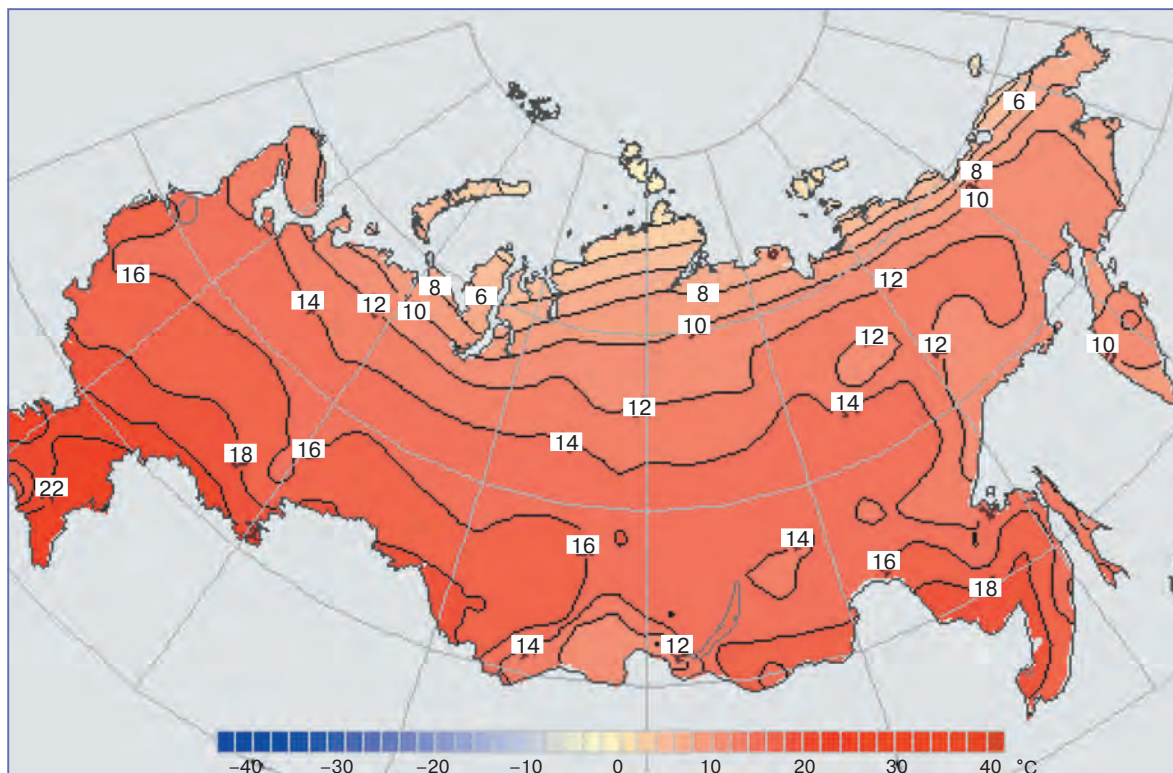


Рис. 1.4. Средняя температура приземного воздуха (°C) зимой (a) и летом (б) за период 1961–1990 гг.

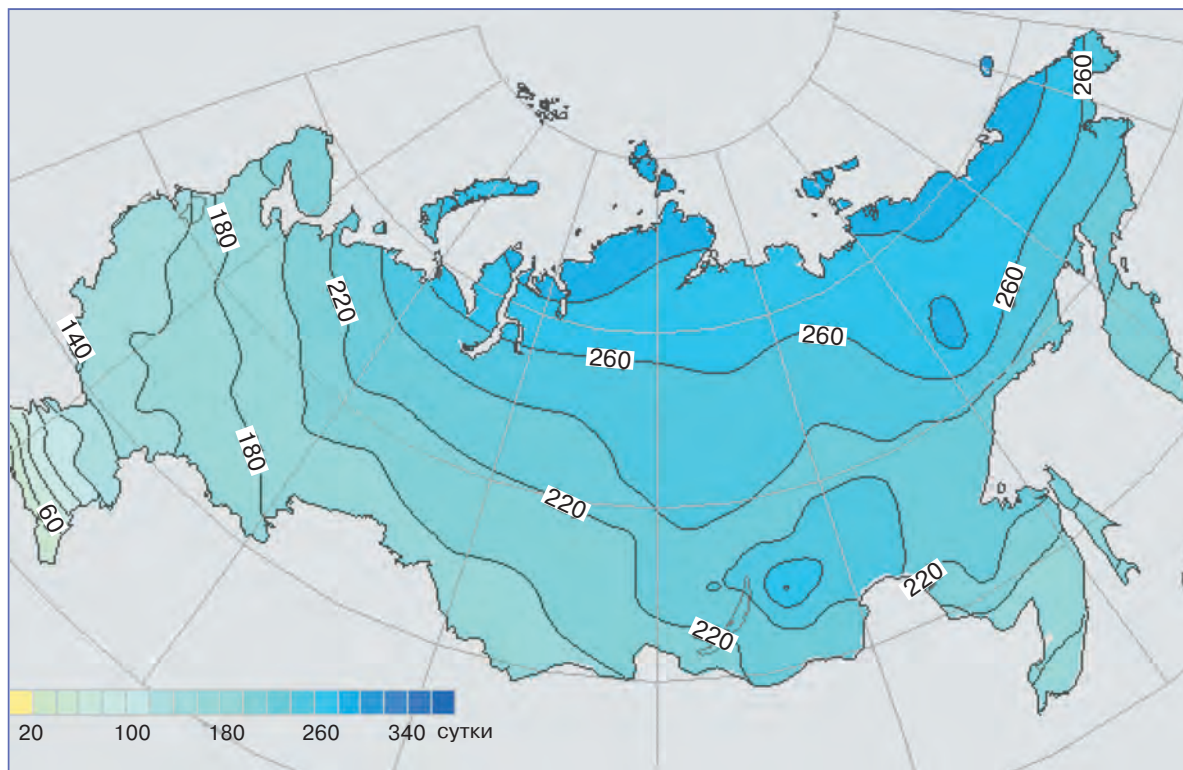


Рис. 1.5. Среднее за год число дней с морозом за период 1961–1990 гг.

На Европейской территории России (ЕТР) под влиянием выноса теплого атлантического воздуха средняя зимняя температура изменяется от $-2...-4^{\circ}\text{C}$ на юго-западе до $-10...-12^{\circ}\text{C}$ в центральной части ЕТР, достигая на Черноморском побережье Краснодарского края положительных значений.

Летом контрасты не так велики, но и средняя летняя температура изменяется от $4-5^{\circ}\text{C}$ на северных побережьях до $20-22^{\circ}\text{C}$ в Калмыкии и Астраханской области (рис. 1.4б), где средний максимум составляет $36-38^{\circ}\text{C}$, а абсолютный максимум достигает 45°C . Максимальная непрерывная продолжительность температуры выше 25°C составляет здесь до 4 суток.

Особенностью температурного режима России являются большие суточные и годовые амплитуды, особенно в сугубо континентальном климате азиатской части страны. Весной, в марте – апреле, суточные амплитуды могут достигать $15-17^{\circ}\text{C}$ в Восточной Сибири и Забайкалье (в Верхоянске средняя суточная амплитуда равна 19°C , в Оймяконе — 22°C). Годовые амплитуды изменяются от $8-10^{\circ}\text{C}$ на западном побережье Баренцева моря до 63°C в Восточной Сибири в районе Верхоянского хребта. Здесь размах экстремальных значений температуры достигает 90°C .

1.2.2. Осадки

Основная особенность режима осадков на территории РФ — это большое количество твердых осадков, что вызвано преобладанием районов с холодным климатом. Обращает на себя внимание и чрезвычайная неравномерность распределения сумм осадков по территории страны, связанная с ее огромными размерами. Годовые суммы осадков в России изменяются от 3200 мм на Черноморском побережье Кавказа до 150 мм на арктических островах и в засушливых долинах Юго-Восточного Алтая.

Средние месячные суммы осадков за зиму сравнительно мало меняются по территории, составляя $20-40$ мм. Лишь на Черноморском побережье Кавказа и на Камчатке зимой выпадает $60-100$ мм в месяц (рис. 1.6а).

Летние месячные суммы осадков, напротив, характеризуются большими различиями по территории. На северном побережье Азиатской территории России (АТР) и побережье Каспийского моря месячные суммы осадков не превышают 30 мм. В Приморье и горных системах Кавказа, Алтая и Саян летом выпадает $100-140$ мм в месяц (рис. 1.6б).

1. ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА РОССИИ

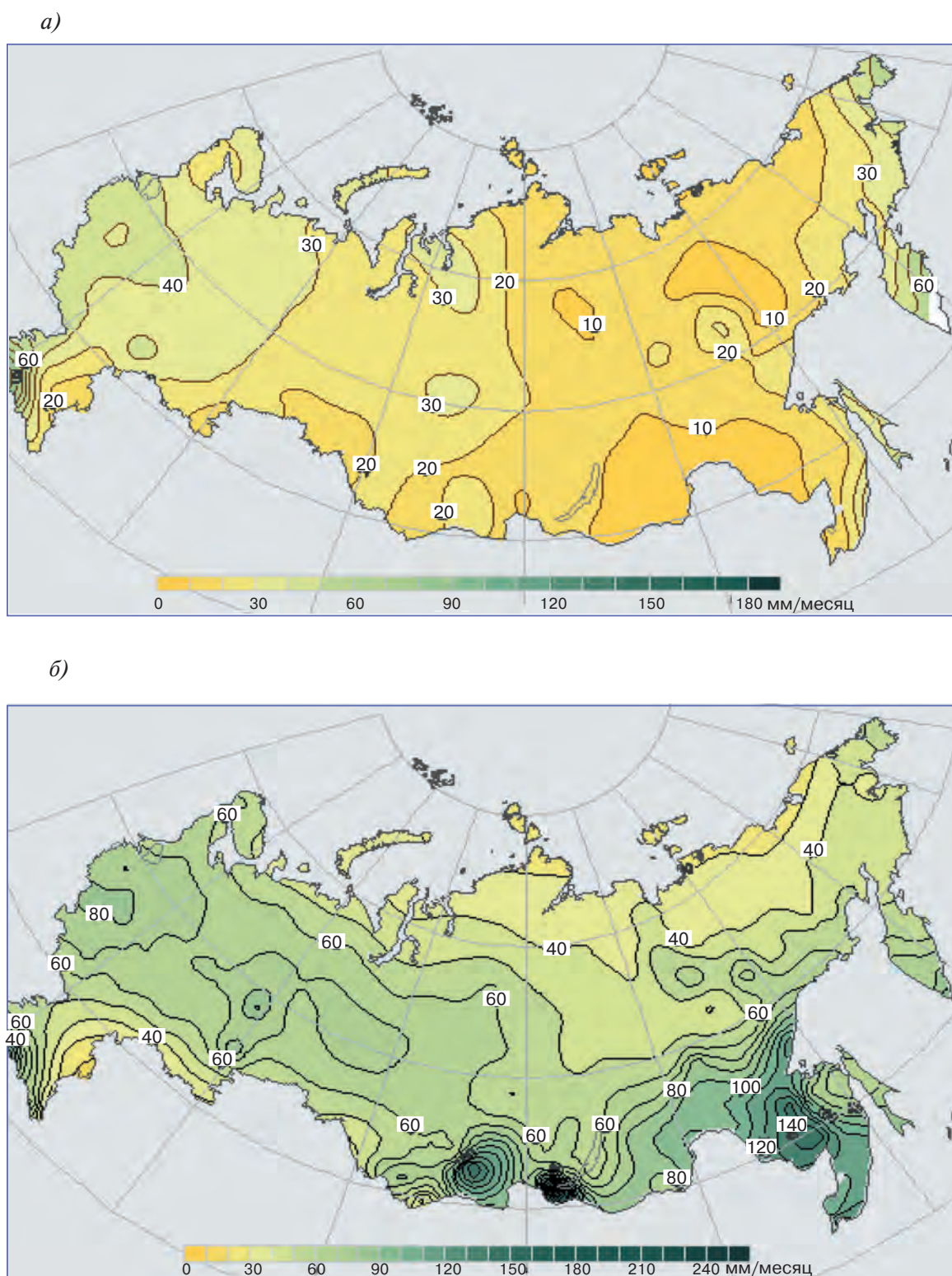


Рис. 1.6. Средние месячные суммы осадков зимой (а) и летом (б) за период 1961–1990 гг.

Показателем внутригодового распределения осадков служит соотношение между количеством осадков в холодный (с ноября по март) и теплый (с апреля по октябрь) периоды. Практически на

всей территории РФ суммы осадков в теплый период года превышают их суммы в холодный период. Это связано с тем, что интенсивность жидких осадков гораздо больше, чем твердых. Преоблада-

ние годовых сумм жидких осадков особенно заметно в областях с муссонным климатом. Обратная картина наблюдается только на Черноморском побережье Кавказа, где жидкие осадки выпадают и в холодный период года.

Суточный максимум осадков изменяется от 40–60 мм на островах и побережьях арктических морей до 300–360 мм на юге Приморского края, на Черноморском побережье Кавказа и на хребте Хамар-Дабан.

1.2.3. Облачность и солнечная радиация

Наиболее пасмурными являются северо-запад европейской части России, побережье Камчатки и тихоокеанских островов (до 7 баллов). Реже пасмурная погода наблюдается в Восточной Сибири в области действия сибирского антициклона. Годовой ход характеризуется почти повсеместно минимумом количества облаков летом и максимумом поздней осенью или зимой, за исключением муссонных областей с обратным годовым ходом. Суточный ход чрезвычайно разнообразен и зависит от района и месяца года.

При наличии облачности суммарная солнечная радиация определяется не только количеством и формой облаков, но и состоянием солнечного диска. При открытом Солнце появление облачности приводит к увеличению радиации вследствие увеличения рассеянной радиации. Во все сезоны года суммарная радиация увеличивается с севера на юг в соответствии с изменением высоты Солнца. Исключение составляет период с мая по июнь, когда сочетание большой продолжительности дня и высоты Солнца обеспечивает довольно высокие значения суммарной радиации на севере.

1.2.4. Ветровой режим

Ветровой режим на территории России (скорость, годовой ход, преобладающее направление ветра и т. д.) определяется сезонным режимом барических центров над Северной Америкой и Евразией, а также особенностями подстилающей поверхности. С мощным сибирским антициклоном связана зона слабых ветров над обширной территорией Северо-Восточной Азии (без побережий), где средняя скорость ветра в январе составляет 2–3 м/с. Годовой максимум скорости ветра здесь приходится на лето, а минимум на зиму. На большей части территории наблюдается обратный годовой ход с преобладанием зимнего максимума. С сибирским антициклоном в значительной степени связан и муссонный ветровой режим на Дальнем Востоке.

Важной особенностью географического распределения скорости ветра являются весьма зна-

чительные горизонтальные градиенты вблизи побережий северных и дальневосточных морей, где средняя скорость ветра изменяется от 3 м/с на континенте до 9 м/с и больше над водной акваторией. Максимальная скорость ветра на побережьях северных и дальневосточных морей, за исключением побережья Японского моря, достигает 34 м/с (на Таймыре — 38 м/с). Эти районы являются наиболее ветронасыщенными районами России, благоприятными для развития ветроэнергетики, но весьма неблагоприятными для здоровья человека и условий его проживания. Вследствие особенностей подстилающей поверхности очаги повышенных скоростей ветра наблюдаются также в южной части ЕТР, на границе с Казахстаном и в Новосибирской и Кемеровской областях, где отмечалась максимальная скорость ветра 34–36 м/с. В этих районах лесостепь сменяется степными районами и на их границе ветер усиливается. Следует подчеркнуть, что именно с ветром связана большая часть опасных атмосферных явлений.

1.2.5. Реки

Реки большей части территории России и, прежде всего подавляющее большинство равнинных рек, имеют преимущественно снеговое питание. Это значит, что более половины годового стока (от 50 до 75%) формируется в результате таяния снега.

Преобладает снеговое питание и у рек горных районов, но в связи с более поздним таянием снега в горах, участием в питании ряда рек талых ледниковых вод и летними дождями для гор Северо-Востока, Камчатки, среднегорий и высокогорий Прибайкалья, Алтая и Кавказа характерно летнее половодье.

В период снеготаяния начинается весеннее половодье, которое в отдельные годы приводит к крупным наводнениям. Наиболее опасные наводнения, наблюдавшиеся на реках Восточной Сибири, связаны с образованием на них заторов и зажоров.

На небольшой территории низкогорий западной части Кавказа, где и зимой осадки нередко выпадают в виде дождя, а реки не покрываются льдом, есть реки преимущественно дождевого питания. Кратковременные подъемы уровня этих рек могут происходить вследствие интенсивных дождей. В чем-то сходны с ними реки муссонного климата Дальнего Востока. Основной сток этих рек приходится на лето, когда идут муссонные дожди и тают горные снега. Поэтому паводки здесь бывают только в теплое время года. Зимой реки этого региона скованы льдом и имеют зимнюю межень. Ледостав — характерная черта почти всех рек России.

1. ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА РОССИИ

1.2.6. Снежный покров

Еще одной особенностью климата России является длительное залегание снежного покрова на большей части территории страны. Основными характеристиками снежного покрова является число дней со снегом, его высота, плотность и запас воды в снеге. Наиболее высокий снежный покров в пределах ЕТР характерен для Предуралья, где его средняя высота составляет 90 см, плотность снега — 240–260 кг/м³, запас воды — 150–250 мм. В центральных районах ЕТР высота снежного покрова около 50 мм. Запас воды меняется от 80 до 140 мм, а в многоснежные годы — до 200 мм. По направлению к югу высота снежного покрова уменьшается и в Краснодарском и Ставропольском краях становится менее 20 см, плотность снега здесь уменьшается до 160–200 кг/м³, а запас воды — до 30 мм. По мере приближения к горам Кавказа количество снега возрастает, соответственно увеличиваются значения всех его характеристик. Так, в Дагестане на высоте 2500 м плотность снежного покрова составляет около 300 кг/м³, его высота достигает 1,5 м.

Многоснежностью отличается Камчатка, особенно южная часть полуострова, где средняя высота снежного покрова превышает 2 м, запас воды

достигает 1000 мм и плотность снега — 360 кг/м³. В горных районах Алтая и Кузнецкого Алатау запасы воды в снеге достигают 400–500 мм.

1.2.7. Многолетняя мерзлота

К числу особенностей современного климата России следует отнести наличие огромных пространств, особенно в регионах Западной и Восточной Сибири, занятых многолетнемерзлыми и сезонно-мерзлыми грунтами (Kotlyakov and Khromova, 2002). Почвы или грунты считаются многолетнемерзлыми, если их температура остается ниже нуля в течение периода, не меньшего, чем два года. Помимо многолетнемерзлых грунтов в России вплоть до 40–45° с. ш. распространены сезонно-мерзлые грунты, промерзающие до разных глубин в зимнее время в зависимости от климата, ландшафта, состава и структуры почвы.

Многолетняя мерзлота в России занимает территорию более 10 млн. км² — почти 70% площади. Мощность вечной мерзлоты достигает 1370 м в верховье р. Виллой (Восточная Сибирь), 400 м на арктических островах и 210–230 м в Якутске.

Различают зону сплошной, островной и прерывистой мерзлоты (рис. 1.7). В зоне сплошной

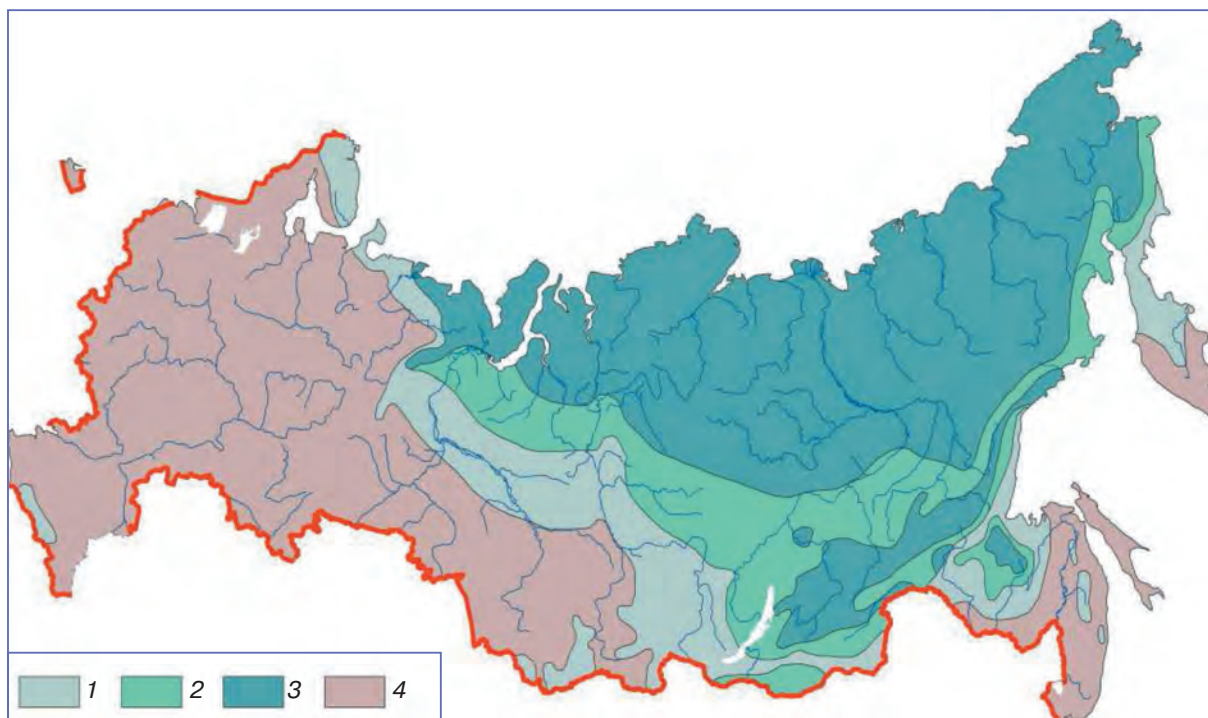


Рис. 1.7. Распространение многолетней мерзлоты на территории России. 1 — зона с островным (менее 50% площади) распределением многолетнемерзлых грунтов; 2 — зона с прерывистым (50–90%) распределением многолетнемерзлых грунтов; 3 — зона со сплошным (более 90%) распределением многолетнемерзлых грунтов; 4 — зона сезонного промерзания (Kotlyakov and Khromova, 2002).

мерзлоты наблюдается режим сезонного протаивания, т. е. образуется сезонно-талый слой, к которому относят верхний слой мерзлоты, оттаивающий каждый год в теплый сезон и смыкающийся с реликтовой мерзлотой зимой. В регионах, характеризующихся режимом сезонного промерзания, в зимние месяцы верхний слой почвы промерзает, а летом оттаивает, смыкаясь с теплыми слоями нижележащих грунтов. В зоне прерывистой и островной мерзлоты в зависимости от ландшафта, свойств грунта и других особенностей местности может наблюдаться как режим сезонного протаивания, так и режим сезонного промерзания.

Особое значение эволюция вечной мерзлоты имеет при хозяйственном освоении территории, связанном с возведением строительных и инженерных сооружений и, в первую очередь, прокладкой и эксплуатацией линейных объектов — магистральных трубопроводов. Это особенно важно для территории севера Западной Сибири, как в связи с низинным и равнинным характером местности с преобладанием грунтов органического происхождения, так и с расположением здесь Западно-Сибирской газоносной провинции, которая является основным источником газовых ресурсов РФ.

1.2.8. Морской лед

Северный Ледовитый океан получает гораздо меньше солнечной энергии, чем другие океаны, расположенные в более низких широтах. Следствием этого является настолько низкая температура его поверхностных вод, что за исключением Мурманского побережья океан круглый год почти полностью скован льдом. Однако ледяной покров неоднороден и состоит из ледяных глыб разного размера. В проливах между его островами глыбы льда спаяны и образуют сплошной ледяной покров. В центральной части океана ледяные глыбы покрывают более 4/5 акватории, но они не спаяны. Между мощным многолетним льдом и неконсолидированным покровом имеется зона более или менее открытой воды, где лед занимает около 1/10 части поверхности. Зимой (в феврале) центральные районы Северного Ледовитого океана полностью забиты ледяными торосами, а в периферических областях формируется сплошной ледяной покров. В конце лета (сентябрь) ледовитость в Центральной Арктике все еще очень высока, однако прибрежные акватории России на значительных площадях почти свободны ото льда.

1.2.9. Опасные явления

Большая часть территории России меньше, чем многие другие районы земного шара, подвержена опасным метеорологическим явлениям и ка-

тастрофам. Наиболее разрушительные тропические циклоны затрагивают лишь прибрежные районы Дальнего Востока, Сахалин и Камчатку. Смерчи возникают лишь в отдельных, ограниченных по территории районах: в центральных областях ЕТР, на Урале, на Черном море вблизи Кавказского побережья, в Алтайском крае и у озера Байкал. Образуются смерчи в теплое время года (с мая по август), чаще днем. Размеры вихря и скорость ветра в вихре меньше, чем в США, а их интенсивность в основном составляет 1 балл по шкале Фуджита и очень редко достигает 2 баллов. Тем не менее на территории России наблюдаются разнообразные опасные метеорологические явления (очень сильный ветер, шквал, сильный ливень, очень сильный дождь и снег, продолжительный сильный дождь, опасная метель, пыльная буря и туман, град, гололедно-изморозевые отложения, чрезвычайная пожароопасность, сильная жара и мороз).

В целом по России число опасных (ОЯ) и неблагоприятных гидрометеорологических (НГЯ) явлений за последние 13 лет составило 4697. Больше всего ОЯ и НГЯ наблюдается в Дальневосточном и Северо-Кавказском районах (743 и 738 соответственно). Много ОЯ и НГЯ в Сибири (522–689), на Урале (474) и в Поволжье (484). Меньше всего ОЯ и НГЯ в Центрально-Черноземном и Северо-Западном районах (118–145).

Особенно часто возникают и вызывают большие потери ОЯ, связанные с усилением ветра, за ними следуют сильные ливни, затяжные дожди и вызываемые ими сели. Опасные ветры и метели характерны в основном для прибрежных северных районов ЕТР, а также восточных районов АТР, где к ним присоединяются сильные дожди и гололедно-изморозевые отложения. На Северном Кавказе чаще всего наблюдаются сильные ливни и гололедно-изморозевые отложения, а также пыльные бури. На Алтае зимой часты метели, а в Забайкалье летом — пожары. Наибольшая повторяемость ОЯ приходится на лето.

1.3. Выводы

Климат России характеризуется разнообразием, обусловленным большой протяженностью ее территории и значительными сезонными колебаниями температурного и гидрологического режимов. Вместе с тем на большей части территории климатические условия достаточно суровые для комфортного проживания населения и температуры воздуха поддерживаются ниже нуля более полугода. Другой особенностью климата России является наличие огромных пространств, занятых многолетнемерзлыми и сезонно-мерзлыми грунтами.

1. ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА РОССИИ

Эволюция многолетней мерзлоты имеет особое значение при хозяйственном освоении территории, связанном с возведением строительных и инженерных сооружений. Поэтому потепление климата может иметь как благоприятные, так и неблагоприятные последствия для разных регионов страны.

1.4. Литература

- Алисов Б. П., Полтараус Б. В., 1974.** Климатология, М., Изд-во МГУ, 299 с.
- Бородко А. В. (ред.), 2007.** Национальный атлас России, т. 2, М., Роскартография.
- Груза Г. В., Ранькова Э. Я., 2003.** Колебания и изменения климата на территории России, Известия РАН. Физика атмосферы и океана, т. 39, № 2, с. 66–185.
- Ершов Е. Д. (ред.), 1998.** Основы геокриологии, ч. 3, М., Изд-во МГУ, 575 с.
- Кобышева Н. В. (ред.), 2001.** Климат России, СПб, Гидрометеиздат, 655 с.
- Покровская Т. В. (ред.), 1958.** Климат СССР. Гидрометеиздат, 6 томов.
- Frauenfeld O. W., Zhang T., Barry R. G., and Gilichinsky D., 2004.** Interdecadal changes in seasonal

- freeze and thaw depths in Russia, *J. Geophys. Res.*, vol. 109, D05101, doi:10.1029/2003JD004245.
- Kotlyakov V. and Khromova T., 2002.** Maps of permafrost and ground ice, in: *Land Resources of Russia*, Stolbovoi V. and McCallum I. (eds.), Laxenburg, Austria, International Institute for Applied Systems Analysis and the Russian Academy of Science, CD-ROM, Distributed by the National Snow and Ice Data Center/World Data Center for Glaciology, Boulder.
- Solomon S., Qin D., Manning M., Alley R. B., Berntsen T., Bindoff N. L., Chen Z., Chidthaisong A., Gregory J. M., Hegerl G. C., Heimann M., Hewitson B., Hoskins B. J., Joos F., Jouzel J., Kattsov V., Lohmann U., Matsuno T., Molina M., Nicholls N., Overpeck J., Raga G., Ramaswamy V., Ren J., Rusticucci M., Somerville R., Stocker T. F., Whetton P., Wood R. A., and Wratt D., 2007.** Technical Summary, in: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K. B., Tignor M., and Miller H. L. (eds.), Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press.