

Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны,  
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий



**В.А. Акимов, Р.А. Дурнев, Ю.И. Соколов**

# **ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Москва  
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)  
2016

УДК 614.873.2  
ББК 68.9  
А39

**Акимов В.А., Дурнев Р.А., Соколов Ю.И.**  
А39      **Защита населения и территорий Российской Федерации в условиях изменения климата: Науч.-поп. изд. / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. 388 с.: ил.**

ISBN 978-5-93970-148-8

В книге рассматриваются вопросы по защите населения, территории и экономики страны с учетом глобального изменения климата, которое становится одной из доминирующих проблем XXI века.

В книге приведены общие сведения об изменении климата на Земле и подробно рассмотрено влияние этих изменений на климатозависимые секторы экономики, территории и жизнедеятельность населения регионов Российской Федерации.

Отдельная глава посвящена рискам чрезвычайных ситуаций, обусловленных изменениями климата.

Большое внимание уделено мерам адаптации населения, территории и экономики к наблюдаемым и грядущим изменениям климата.

Книга может представлять интерес для работников администраций субъектов РФ и муниципальных образований, работников органов управления РСЧС, слушателей учебных заведений МЧС России, а также широкого круга читателей, интересующихся последствиями изменения климата.

**УДК 614.873.2  
ББК 68.9**

ISBN 978-5-93970-148-8

© В.А. Акимов, Р.А. Дурнев, Ю.И. Соколов, 2016  
© МЧС России, 2016  
© ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016

# Содержание

<b>Введение</b> .....	6
<b>ГЛАВА 1. Характер изменения климата</b> .....	9
1.1. Климат и климатическая система .....	11
1.2. Что понимается под изменением климата .....	15
1.3. Парниковый эффект и основные парниковые газы .....	20
1.4. Последствия глобального изменения климата .....	29
Литература .....	48
<b>ГЛАВА 2. Международное сотрудничество по проблемам изменения климата</b> .....	49
2.1. Всемирная программа исследования климата .....	51
2.2. Доклады Межправительственной группы экспертов по изменению климата .....	59
2.3. Рамочная конвенция по изменению климата .....	74
2.4. Киотский протокол .....	77
2.5. Рамочная коалиция «Климат и чистый воздух» .....	83
2.6. Климатическая конференция в Париже 2015 года .....	88
Литература .....	90
<b>ГЛАВА 3. Климат России</b> .....	91
3.1. Общая характеристика климата России .....	93
3.2. Климат в разных регионах России .....	101
3.3. Ожидаемые изменения климата на территории регионов Российской Федерации до 2030 года .....	116
Литература .....	118

<b>ГЛАВА 4. Государственная политика в отношении изменений климата</b> .....	119
4.1. Основы государственной политики в области изменений климата .....	121
4.2. Климатическая доктрина Российской Федерации .....	124
4.3. Меры по реализации Климатической доктрины Российской Федерации .....	128
4.4. Российский кадастр парниковых газов .....	141
Литература .....	152
<b>ГЛАВА 5. Влияние изменения климата на здоровье человека</b> .....	153
5.1. Здоровье человека и климат .....	155
5.2. Влияние потепления климата на городское население .....	165
5.3. Влияние изменения климата на состояние здоровья населения России .....	167
Литература .....	186
<b>ГЛАВА 6. Воздействие изменений климата на отрасли экономики и регионы страны</b> .....	187
6.1. Влияние изменений климата на динамику экономического развития .....	189
6.2. Влияние изменений климата на развитие отдельных секторов экономики России .....	192
6.3. Уязвимость объектов и процессов к изменению климата Российской Федерации в территориальном аспекте .....	224
Литература .....	230
<b>ГЛАВА 7. Адаптация к изменению климата</b> .....	231
7.1. Что понимается под адаптацией? .....	233
7.2. Управление рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации .....	237
7.3. Планирование мероприятий по адаптации к изменению климата .....	242
7.4. Примеры адаптационных мер на территории отдельных государств .....	249
7.5. Адаптационные меры на территории Российской Федерации .....	256
7.6. Общие адаптационные меры на территории федеральных округов Российской Федерации .....	264
Литература .....	270
<b>ГЛАВА 8. Риски чрезвычайных ситуаций, обусловленных изменением климата</b> .....	271
8.1. Увеличение количества экстремальных метеорологических явлений .....	273
8.2. Риски чрезвычайных ситуаций, связанные с повышением температуры воздуха .....	277
8.3. Риски чрезвычайных ситуаций при деградации вечной мерзлоты .....	297
Литература .....	304



---

<b>ГЛАВА 9. Защита территорий в условиях изменения климата</b> .....	305
9.1. Территориальный аспект в условиях изменения климата .....	307
9.2. Меры по адаптации природных климатозависимых сфер экономики России .....	308
9.3. Адаптация технических систем к изменению климата .....	319
9.4. Строительство и ЖКХ .....	336
9.5. Региональный план адаптации к изменениям климата .....	339
Литература .....	346
<b>ГЛАВА 10. Защита населения в условиях изменения климата</b> .....	347
10.1. Проблемы адаптации человека к изменениям атмосферных процессов .....	349
10.2. Экстремальность климатических условий, влияющих на проблемы адаптации населения .....	351
10.3. Природные условия жизни населения .....	353
10.4. Факторы риска смертности при повышении температуры .....	359
10.5. Разработка плана действий по защите здоровья населения от воздействия аномальной жары .....	362
10.6. План действий по защите здоровья населения от воздействия жары .....	368
10.7. Городское планирование и проектирование зданий .....	374
10.8. Аномальные отрицательные температуры как фактор риска здоровью населения .....	376
10.9. Региональный план адаптации населения к изменению климата .....	379
Литература .....	383
<b>Заключение</b> .....	384

# Введение

Наблюдаемое изменение климата является одним из наиболее значимых глобальных вызовов XXI века и представляет собой комплексную междисциплинарную проблему, охватывающую научные, экологические, экономические и социальные аспекты устойчивого развития человечества.

Глобальное изменение климата проявляется в росте погодных экстремумов, повторяемости (частоты) опасных природных явлений и климатических аномалий, а также в возрастании неустойчивости (изменчивости) климата и погоды. Видный российский ученый академик Николай Добрецов назвал это явление «нарастающей конфликтностью природы».

Наиболее чувствительны к изменениям климата сектора экономики и объекты, непосредственно зависящие от природно-климатических условий: сельское и лесное хозяйство, системы водоснабжения, здания и инженерные сооружения, а также транспортная инфраструктура и сооружения на территории с вечной мерзлотой.

Если учесть, что значительная часть территории России (особенно ее арктическая зона) находится в области максимальных (как наблюдаемых, так и прогнозируемых) изменений климата, то происходящие и ожидаемые изменения климата способны оказывать существенное воздействие на социально-экономическое развитие страны в целом, на жизнь и здоровье ее граждан, безопасность жизнедеятельности населения.

Факт изменения климата Земли уже не вызывает сомнений. По данным метеорологических наблюдений за последние 100 лет средняя температура на планете выросла на 0,74 °С. Согласно различным сценарным прогнозам Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) к концу XXI века температура Земли может повыситься от 1,8 до 4,6 °С. При этом потепление в России происходит быстрее, чем в среднем на планете. По данным Росгидромета, среднегодовая температура воздуха в нашей стране с 1907 по 2006 годы увеличилась на 1,29 °С. При сохранении подобных темпов роста тем-

пературы на нынешнем уровне уже к середине этого столетия в России станет теплее почти на 2 °С, по сравнению с началом прошлого века. Скорость роста (линейный тренд за период 1976–2013 годов) среднегодовой температуры России, +0,43 °С/10 лет. Это намного выше значений для земного шара и Северного полушария (+0,16 и +0,32 °С/10 лет).

Наблюдаемые глобальные изменения климата ученые связывают с аномальным ростом концентрации в атмосфере парниковых газов: углекислого газа, метана, закиси азота и др. По мнению МГЭИК, рост концентрации парниковых газов связан с хозяйственной деятельностью человека — в первую очередь, со сжиганием углеродного ископаемого топлива, интенсивной промышленной деятельностью, а также со сведением лесов — естественных поглотителей углекислого газа из атмосферы.

В связи с этим, перед международным сообществом встала задача совместными усилиями обеспечить сокращение выбросов парниковых газов, чтобы смягчить прогнозируемые климатические изменения, сдержать темпы роста температуры в безопасных рамках, избежав опасных и необратимых последствий в будущем. С этой целью предпринимаются меры, направленные на повышение эффективности использования энергии, снижение потребления ископаемого топлива, развитие возобновляемых источников энергии и переход на «зеленые технологии».

Разработка и реализация комплексных стратегий по смягчению последствий изменения климата — одно из важнейших условий устойчивого развития России. Такие комплексные климатические стратегии должны стать неотъемлемым элементом региональных программ социально-экономического развития, программ развития отдельных секторов экономики, а также защиты населения и территорий в условиях изменения климата.

**«Власть климата — сильнее всех властей».**

*французский философ-просветитель,  
политический мыслитель Шарль Луи де Монтескье  
«О духе законов» (1748), 1689–1755*



**ГЛАВА 1**

**ХАРАКТЕР  
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**



## 1.1. Климат и климатическая система

*Климат* в узком смысле этого слова обычно определяется как «средний режим погоды» или, в более строгом смысле, как статистическое описание средней величины и изменчивости соответствующих переменных в течение периода времени, который может изменяться от нескольких месяцев до тысяч или миллионов лет. По определению Всемирной метеорологической организации (ВМО), классическим периодом считается 30 лет.

Само понятие климата в последнее время сильно видоизменилось. Если традиционно под климатом понимали статистические данные за определенный период времени, описывающие температуру, осадки и ветер (то есть — погоду), то сейчас чаще используется более широкое понятие «климатическая система»,





которая описывается обобщенным состоянием атмосферы, гидросферы, криосферы (например, ледников) и биосферы.

Климатическая система представляет собой сложную систему, состоящую из пяти важнейших компонентов: *атмосферы, гидросферы, криосферы, поверхности суши и биосферы*, и взаимодействия между ними. Климатическая система изменяется во времени под влиянием собственной внутренней динамики и в результате *внешних воздействий*, например, извержения вулканов, вариаций потока солнечной радиации и воздействий, обусловленных хозяйственной деятельностью человека, таких как, например, изменение состава атмосферы и характера землепользования [1].

Эта комплексная система описывается рядом «простых» параметров: температура, атмосферные осадки, влажность воздуха и почв, состояние снежного и ледового покрова, уровень моря. Но климатическая система описывается и более сложными характеристиками: динамикой крупномасштабной циркуляции атмосферы и океана, частотой и силой экстремальных метеорологических явлений, границами среды обитания растений и животных. Выяснилось, что часто при малой изменчивости «простых» параметров происходят значительные изменения «сложных», что в основном и означает изменение климата.

Между компонентами климатической системы часто имеется обратная связь — усиление вторичного эффекта вызывает и усиление первичного и т. д. В этом случае изменения климата нарастают с всё большей скоростью. Например, со-

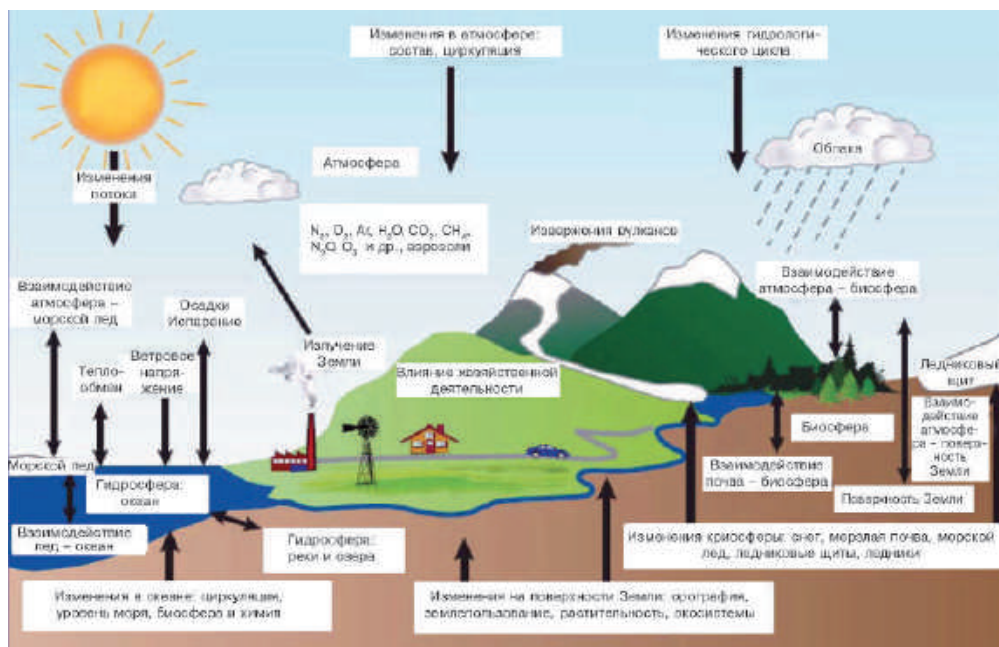


Рис. 1.1. Составляющие климатической системы и их взаимодействия. Источник: IPCC 4AR, vol. 1, Climate Change 2007. The Physical Science Basis, p. 104, www.ipcc.ch





крашение снежного покрова из-за повышения температуры уменьшает альбедо — отражение солнечной радиации обратно в атмосферу — и повышает количество энергии, поглощенной Землей, а это, в свою очередь, повышает температуру и ведет к еще более активному таянию снега и льдов. Это пример положительной обратной связи. В климатической системе имеются и отрицательные обратные связи. Например, усиление облачности, вызванное более интенсивным испарением при больших температурах, уменьшает интенсивность солнечной радиации, и, в конечном счете, снижает температуру у поверхности Земли.

Приведенная на рис. 1.1 схема климатической системы Земли показывает, что климат планеты формируется как Солнцем, так и всеми средами нашей планеты: атмосферой, гидросферой, биосферой, вулканами, ледовым покровом и т. д., которые находятся в постоянном взаимодействии. При этом на них все сильнее воздействует хозяйственная деятельность человека, которая изменяет саму поверхность Земли и загрязняет все окружающие нас среды.

Археологические и палеонтологические исследования говорят о том, что климат на Земле циклично менялся задолго до появления человеческой цивилизации. Сменялись аридные эпохи (сухие и жаркие, наблюдаются в межледниковье) и плувиальные, влажные, совпадавшие с оледенениями. Менялся уровень моря, сдвигались климатические пояса. В начале XX века была разработана астрономическая теория Миланковича, объясняющая цикличность климатических изменений периодичностями в изменениях движения Земли относительно Солнца. Но на климатические изменения действует не один фактор, а суперпозиция различных событий — астрономических, геологических, биологических. Глобальные же изменения климата произойдут при изменении среднегодовой температуры Земли всего на 2–4 градуса.



## 1.2. Что понимается под изменением климата

*Изменчивость климата* означает колебания среднего состояния и других статистических параметров (таких как стандартные отклонения, наступление экстремальных явлений и т. п.), описывающих климат, для всех временных и пространственных масштабов, помимо масштабов отдельных явлений погоды. Изменчивость может быть обусловлена естественными внутренними процессами в самой климатической системе (внутренняя изменчивость) или колебаниями внутреннего или *антропогенного внешнего воздействия* (внешняя изменчивость) [2].

*Изменение климата* — колебания климата Земли в целом или отдельных ее регионов с течением времени, выражающиеся в статистически достоверных отклонениях параметров погоды от многолетних значений за период времени от десятилетий до миллионов лет. Учитываются изменения как средних значений погодных параметров, так и изменения частоты экстремальных погодных явлений [1].

Следует отметить, что в статье 1 Рамочной конвенции об изменении климата (далее — РКИК) Организации Объединенных Наций изменение климата определяется следующим образом: *«изменение климата, которое прямо или косвенно обусловлено хозяйственной деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы, и накладывается на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени»*. Таким образом, РКИК ООН проводит различие между «изменением климата», обусловленным деятельностью человека, и «изменчивостью климата», обусловленной естественными причинами.

Одной из важнейших характеристик изменения климата является приземная температура. Согласно оценкам МГЭИК, полученным на основе анализа данных наблюдений, за последние 100 лет (с 1907 по 2006 год) увеличение среднегодовой температуры для земного шара составило 0,74 °С. При этом в России наблюдался более высокий рост температуры: по всей территории страны —



1,29 °С, в Западной Сибири — 1,5 °С, в Забайкалье — 1,65 °С. Таким образом, увеличение температуры в среднем по территории России за последние 100 лет в полтора-два раза превысило потепление в мире. При этом, по сравнению со столетним трендом, в последние десятилетия скорость потепления на территории России увеличилась в несколько раз.

Одновременно с увеличением приземной температуры наблюдаются изменения и других климатических параметров: атмосферных осадков, облачности, речного стока, а также состояния снежного покрова, многолетней мерзлоты, сезонного промерзания и ледового покрова Арктики.

Причиной изменения климата являются динамические процессы на Земле, внешние воздействия, такие как колебания интенсивности солнечного излучения, деятельность человека [1].

Анализ показывает, что климат меняется вследствие изменения:

- размеров, рельефа и взаимного расположения материков и океанов;
- светимости солнца;
- параметров орбиты и оси Земли;
- прозрачности атмосферы и ее состава в результате вулканической активности Земли;
- концентрации парниковых газов ( $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ ) в атмосфере;
- отражательной способности поверхности Земли (альбедо);
- количества тепла, имеющегося в глубинах океана.

В масштабе десятилетий климатические изменения могут быть результатом взаимодействия атмосферы и мирового океана. Многие флуктуации климата, включая наиболее известную южную осцилляцию Эль-Ниньо, а также североатлантическую и арктическую осцилляцию, происходят отчасти благодаря возможности мирового океана аккумулировать тепловую энергию и перемещения этой энергии в различные части океана.

Настоящее состояние климата является не только следствием влияния определенных факторов, но также и всей историей его состояния. Например, за десять лет засухи озёра частично высыхают, растения погибают и площадь пустынь увеличивается. Эти условия вызывают, в свою очередь, менее обильные дожди в последующие за засухой годы. Таким образом, изменение климата является саморегулирующимся процессом, поскольку окружающая среда реагирует определенным образом на внешние воздействия, и, изменяясь, сама способна воздействовать на климат.

Влияние на климат всех факторов, как естественных, так и антропогенных, выражается единой величиной — радиационным прогревом атмосферы в Вт/м<sup>2</sup>.

Источником тепловой и световой энергии для Земли является солнечная радиация. Ее величина зависит от широты места, так как от экватора к полюсам угол падения солнечных лучей уменьшается [3].

Солнечные лучи проходят через прозрачную атмосферу, достигают земной поверхности, нагревают ее, а от нее за счет длинноволнового излучения нагревается воздух. Степень нагрева поверхности, а значит и воздуха, зависит, прежде

всего, от широты местности, а также от других факторов. Это, во-первых, высота над уровнем моря (с подъемом температура воздуха уменьшается в среднем на  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  на 100 м). Во-вторых, — это особенности подстилающей поверхности, которая может быть разной по цвету и иметь различное альbedo — отражающую способность горных пород. Следует отметить, что разные поверхности имеют разную теплоемкость и теплоотдачу. Вода из-за высокой теплоёмкости медленно нагревается и медленно остывает, а суша наоборот. В третьих, — от побережий в глубь материков количество водяного пара в воздухе уменьшается. А чем прозрачнее атмосфера, тем меньше рассеивается в ней солнечных лучей каплями воды и больше солнечных лучей достигает поверхности Земли.

Вся совокупность солнечной материи и энергии, поступающей на землю, называется солнечной радиацией, которая делится на прямую и рассеянную. *Прямая радиация (П)* — это совокупность прямых солнечных лучей, пронизывающих атмосферу при безоблачном небе. *Рассеянная радиация (Р)* — часть радиации, рассеивающаяся в атмосфере, лучи при этом идут во всех направлениях. Часть суммарной радиации (сумма прямой и рассеянной), отраженная от поверхности Земли, называется отраженной радиацией. Часть суммарной радиации, поглощенная поверхностью Земли — поглощенная радиация. Тепловая энергия, движущаяся от нагретой атмосферы к поверхности Земли навстречу потоку тепла от Земли, называется встречным излучением атмосферы.

*Эффективное излучение* — величина, выражающая фактический переход тепла от поверхности Земли к атмосфере. Разница между излучением Земли и встречным излучением атмосферы определяет прогрев поверхности. От эффективного излучения напрямую зависит радиационный баланс — результат взаимодействия двух процессов прихода и расхода солнечной радиации. На величину баланса во многом влияет облачность. Там, где облачность значительная в ночное время, она перехватывает длинноволновое излучение Земли, не давая ему уйти в космос.

От поступления солнечной радиации напрямую зависят температура подстилающей поверхности и приземных слоёв воздуха и тепловой баланс.

Тепловой баланс (табл. 1.1) определяет температуру и изменение на той поверхности, которая непосредственно нагревается солнечными лучами. Нагреваясь, эта поверхность передает тепло (в длинноволновом диапазоне) как нижележащим слоям, так и атмосфере. Саму поверхность называют деятельной поверхностью.

Климат формируется под влиянием многих факторов, как неизменных (географическая широта), так и меняющихся, либо спонтанно (солнечная активность), либо под влиянием деятельности человеческой цивилизации (выбросы различных газов, в том числе,  $\text{CO}_2$ ).

По мнению ученых-климатологов очень вероятно, что наблюдаемое увеличение среднегодовых температур на планете  $\frac{3}{4}$  результат антропогенного фактора.

Для предсказания изменений климата и погоды климатологи строят сложные модели, учитывающие массу разных данных, например, глобальные модели об-

Таблица 1.1

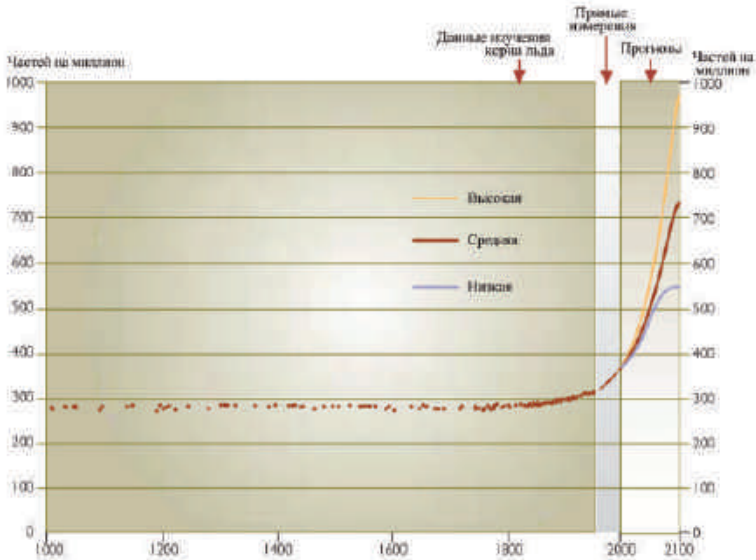
**Основные составляющие теплового баланса атмосферы и поверхности Земли как целого**

Показатель	Величина в %
Энергия, поступающая к поверхности Земли от Солнца	100
Радиация, отражаемая атмосферой в межпланетное пространство, в том числе:	31
1) отражаемая облаками	24
2) рассеиваемая	7
Радиация, поглощаемая атмосферой, в том числе:	17
1) поглощаемая облаками	1
2) поглощаемая озоном	3
3) поглощаемая водяным паром	13
Радиация, достигающая подстилающей поверхности (прямая + рассеянная), в том числе:	52
отражается подстилающей поверхностью за пределы атмосферы	4
поглощается подстилающей поверхностью, в том числе:	48
1) эффективное излучение	18
2) турбулентный теплообмен с атмосферой	8
3) затраты тепла на испарение	22

щей циркуляции атмосферы и океана. Существует Международная программа по сравнению прогнозов, полученных с помощью более чем двух десятков моделей. Такие модели, будучи запущены в автономном режиме, верифицируются реально происходящими изменениями, и они показывают большую вероятность того, что вклад человека в потепление велик.

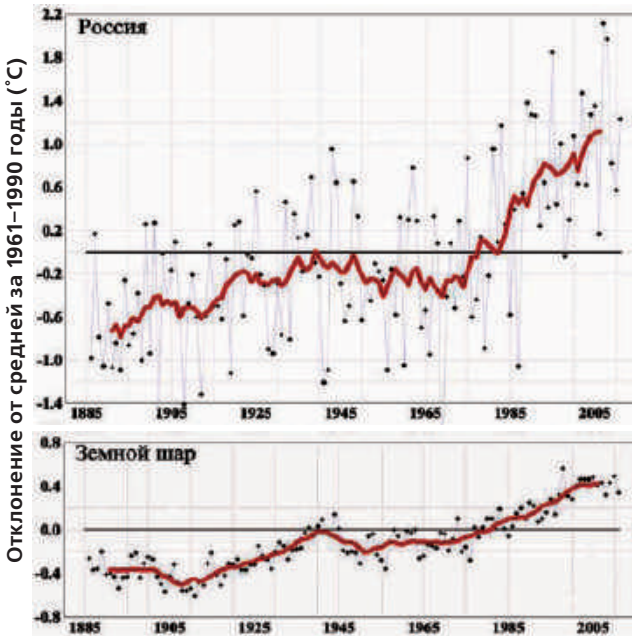
*Глобальное потепление* — процесс постепенного увеличения среднегодовой температуры атмосферы Земли. Позиция Межгосударственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) ООН заключается в том, что средняя температура по Земле поднялась на 0,74 °С со времени начала промышленной революции (со второй половины XVIII века), и что «большая доля потепления, наблюдавшегося в последние 50 лет, вызвана деятельностью человека», в первую очередь выбросом газов, вызывающих парниковый эффект: углекислого газа и метана (рис. 1.2).

Существует научный консенсус, что *текущее* глобальное потепление с высокой вероятностью объясняется деятельностью человека и вызвано антропогенным ростом концентрации углекислого газа в атмосфере Земли (рис. 1.3), и, как следствие, увеличением парникового эффекта [5].



Источник: Watson et al., 2001.3. (Данные взяты из исследований керна полярного льда и из прямых измерений атмосферы за последние несколько десятилетий. Прогнозы концентраций CO<sub>2</sub> на период с 2000 по 2100 год основаны на шести иллюстративных сценариях SRES и IS92 МГЭИК.)

Рис. 1.2. Концентрация CO<sub>2</sub> в атмосфере в период с 1000 до 2000 года



Временные ряды пространственно осредненных аномалий средней годовой температуры у поверхности Земли для территории России\* и Земного шара\*\* за 1886–2011 годы.

Красным показан ход 11-летних средних.

В среднем по территории России самым теплым был 2007 год, за ним следуют 1995 и 2008 годы.

Для Земного шара в целом самыми теплыми были годы: 1998, 2005 и 2010.

\*Данные ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН».

\*\*Данные Метеослужбы Великобритании. <http://cru.uba.ak.uk>

Источник: Изменения климата за 2011 год (декабрь 2010—ноябрь 2011). Обзор состояния и тенденций изменения климата России. Москва, Росгидромет. РАН. 2012, стр. 6.

Рис. 1.3. Средняя годовая температура у поверхности Земли для территории России и Земного шара за 1886–2011 годы

## 1.3. Парниковый эффект и основные парниковые газы

Наша планета, как всякое нагретое тело, излучает инфракрасную радиацию. Только около 10% этой радиации уходит в космос, остальные 90% поглощают газы, составляющие атмосферу Земли. Данный эффект был описан учеными еще в начале XIX века, при этом была подмечена аналогия с парником, пленка которого пропускает солнечный свет, но не выпускает тепло (инфракрасное излучение, испускаемое грядками) (рис. 1.4). Поэтому сам эффект был назван парниковым, а соответствующие газы — парниковыми [5].

К парниковым газам относятся такие составляющие атмосферы естественного и антропогенного происхождения, которые поглощают и излучают радиацию в том же инфракрасном диапазоне, что и поверхность Земли, атмосфера и облака. Основными парниковыми газами являются: углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), тропосферный озон ( $\text{O}_3$ ) и водяной пар ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Существует также ряд других парниковых газов чисто антропогенного происхождения такие, как галогенуглероды, попадающие под действие Монреальского протокола.

Список парниковых газов, подлежащих ограничению в рамках Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (1992), определен в Приложении «А» к Киотскому протоколу в декабре 1997 года 159 государствами) и включает двуокись углерода ( $\text{CO}_2$ ) и метан ( $\text{CH}_4$ ), закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), перфторуглероды (ПФУ), гидрофторуглероды (ГФУ) и гексафторид серы ( $\text{SF}_6$ ). Водяной пар — самый распространенный парниковый газ — исключен из данного рассмотрения, так как нет данных о росте его концентрации в атмосфере (то есть связанная с ним опасность не просматривается).





Источник: IPCC 4AR, vol. 1, Climate Change 2007. The Physical Science Basis. p. 115, www.ipcc.ch

Рис. 1.4. Радиационный баланс Земли и парниковый эффект

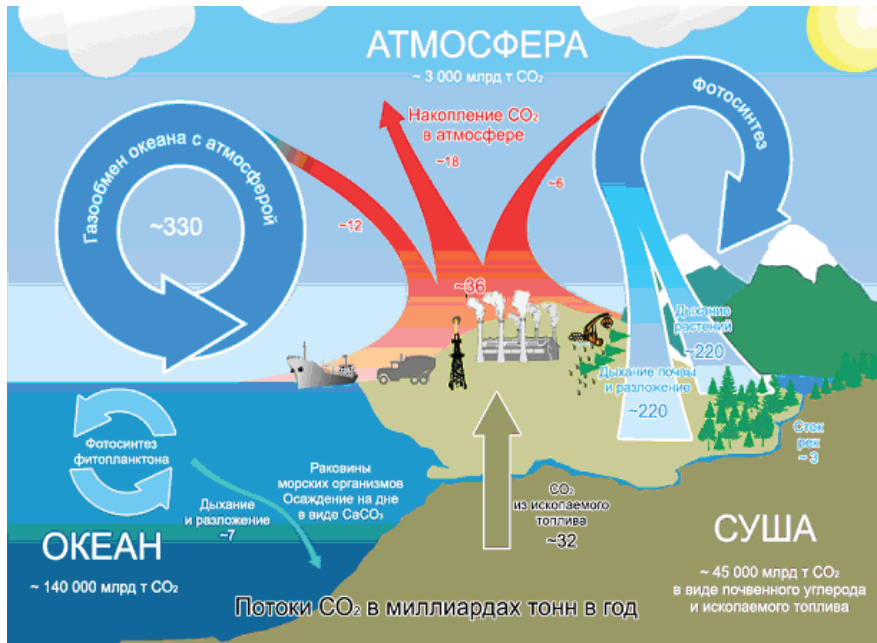
Углекислый газ ( $CO_2$ ) является наиболее важным по влиянию на климат парниковым газом. До начала индустриализации (примерно 1750 год) его средняя глобальная концентрация в атмосфере составляла  $280 \pm 10$  ppm<sup>1</sup> и в течение последних 10 000 лет изменялась в пределах от 260 ppm до 280 ppm. Эти изменения были обусловлены естественными причинами. В докладе МГЭИК отмечается беспрецедентный по скорости рост концентрации  $CO_2$  в атмосфере за последние 250 лет. После 1750 года концентрация  $CO_2$  увеличилась на 35% и в 2005 году составила 379 млн. В климатической литературе принято использовать английскую аббревиатуру: ppm — parts per million. ppm — единицы мольного состава газовой смеси или отношение числа молей  $CO_2$  на миллион молей всех составляющих воздуха, что то же самое, что и число молекул газа на миллион молекул всех газов воздуха.

Парниковый эффект очень важен для нашей планеты, без него средняя температура воздуха у поверхности Земли была бы не примерно +14 (как сейчас), а -19 °С, и жизнь была бы очень затруднительна.

Человек повысил содержание в атмосфере  $CO_2$  и метана (а также пыли, сажи и других веществ). По мнению ученых, даже усиление парникового эффекта на 2–3 °С приведет к большим проблемам. Это не плавное и приятное потепление, а рост неустойчивости — «экстремальности» — климата\*.

\* Более детально см.: Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2008. <http://climate2008.igce.ru>; IPCC 4AR, vol. 1, Climate Change 2007. The Physical Science Basis. www.ipcc.ch

Рост концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере из-за деятельности человека (рис. 1.5), доказано изотопным и корреляционным анализом.



По данным: Land Use, Land-Use Change and Forestry, IPCC, 2000 — Robert T. Watson, Ian R. Noble, Bert Bolin, N. H. Ravindranath, David J. Verardo and David J. Dokken (Eds.), Cambridge University Press, UK, pp 375. [http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/land\\_use/index.php?idp=19](http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/land_use/index.php?idp=19); P. Falkowskiet. al. The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth as a System. Science 13 October 2000: Vol. 290 no. 5490 pp. 291–296 DOI: 10.1126/science.290.5490.291 <http://www.sciencemag.org/content/290/5490/291>; NASA Earth Observatory. The Carbon Cycle, 2011. <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/>; данные о выбросах энергетики и промышленности за 2011 г. Trends in global  $\text{CO}_2$  emissions, 2012 report, EC Joint Research Center, PBL Netherlands. <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/CO2REPORT2012.pdf>

Рис. 1.5. Круговорот  $\text{CO}_2$  в природе

Концентрация углекислого газа в атмосфере с 1750 года по настоящее время возросла на 31% в результате сжигания органического топлива в процессе деятельности человека. Столь высокого уровня она не достигала ни разу в последние 420 тыс. лет, а возможно, и в последние 20 млн лет.

Текущая скорость возрастания концентрации углекислого газа была беспрецедентной в течение, по крайней мере, последних 20 тыс. лет.

Куда девается  $\text{CO}_2$ ? Сейчас более половины  $\text{CO}_2$  накапливается в атмосфере, около 1/6 поглощается наземными экосистемами, а примерно 1/3 поглощается океаном и, в конечном счете, в виде известняка (карбоната кальция,  $\text{CaCO}_3$ ), преимущественно раковин морских организмов фораминифер, осаждается на дне.

Сможет ли океан и дальше поглощать  $\text{CO}_2$  в той же пропорции в будущем и превращать углерод, накопленный в угле, нефти, природном газе и торфе, в осадочные породы на океанском дне? Оказалось, что и сам океан, как бы огромен он ни был, уже реагирует и на рост концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере, и на общее усиление парникового эффекта.

Во-первых, поверхностный слой океана становится более кислой средой — растворение в воде большего количества  $\text{CO}_2$  приводит к эффекту, аналогичному добавлению кислоты. Увеличивается водородный показатель (рН) — величина, характеризующая концентрацию ионов водорода. Процесс поглощения  $\text{CO}_2$  сложен и нелинеен, кислотность океана уже сместилась в сторону увеличения, и дальнейшую реакцию фитопланктона — основы жизни в океане — предсказать пока невозможно. Однако в большем числе научных работ говорится не о росте, а о снижении поглощения  $\text{CO}_2$ , а значит о неблагоприятном развитии событий.

Во-вторых, океанские воды становятся теплее. Например, течение, которое идет из Атлантики в Арктику к западу от Шпицбергена, потеплело примерно на 1 градус. Это совсем не мало, ведь теплеют огромные массы воды. Важнейший индикатор здесь не температура поверхности океанских вод или воздуха над океаном, а температура толщи воды. Поэтому такой рост наглядно свидетельствует о небольшом, но существенном прогреве планеты.

Океан содержит в 50 раз больше углекислого газа, чем атмосфера, и играет решающую роль в изменении климата. При этом значительная роль в поглотительной способности океана отводится водам, окружающим Антарктиду. Здесь берут начало глубинные течения, которые текут к экватору на глубине около 2000 метров. Они играют важнейшую роль в жизни планеты, ведь они отвечают за глобальное распределение тепла, углерода, кислорода и множества питательных веществ, необходимых для поддержания жизни в океане.

Новое исследование привело ученых к выводу о том, что изменение климата ведет к замедлению скорости глубинных океанских течений. Это может самым неблагоприятным образом сказаться на будущем Земли. Ученые сопоставили спутниковые наблюдения периода 1974–1976 годов с современными спутниковыми снимками, которые показали, что энергия этих течений, формирующихся у берегов Антарктиды, все меньше. Если это так, то океан в дальнейшем будет поглощать все меньше парниковых газов, выбрасываемых в атмосферу в результате человеческой деятельности.

*Метан ( $\text{CH}_4$ )* — 2-й по значимости после  $\text{CO}_2$  парниковый газ. Его концентрация увеличилась с доиндустриального периода до 2005 года в 2.5 раза. В конце 1970 и начале 1980 годов скорость роста метана в атмосфере была максимальной и составляла около 1% в год. Однако сначала 1990 годов она значительно уменьшилась, и за период 1999–2005 годов рост метана фактически прекратился. Несмотря на замедление роста метана за последние 15 лет, наблюдается его значительная межгодовая изменчивость, причины которой недостаточно ясны.

Концентрация закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) в 2005 г увеличилась на 18% по сравнению с доиндустриальным периодом. Этот рост был примерно линейным. Данные ледниковых кернов показывают, что за последние 10 тыс. лет концентрация  $\text{N}_2\text{O}$  от естественных источников изменилась менее чем на 3%. В настоящее время примерно 40%  $\text{N}_2\text{O}$ , поступающего в атмосферу, обусловлено хозяйственной деятельностью (удобрения, животноводство, химическая промышленность), однако существует большая неопределенность в оценках эмиссии, как от ан-

тропических, так и природных источников.  $N_2O$  принадлежит важная роль в химии атмосферы, ибо этот газ является источником  $NO_2$ , разрушающего стратосферный озон. В тропосфере  $NO_2$  способствует образованию озона и в значительной степени определяет химический баланс. Оценки показывают, что большая часть эмиссии закиси азота связана с тропиками, которым принадлежит 52–68% ее выброса по сравнению с 32–48% в средних и высоких широтах обоих полушарий.

Являясь парниковым газом, *тропосферный озон* (*троп.  $O_3$* ) оказывает как прямое влияние на климат через поглощение длинноволновой радиации Земли и коротковолновой радиации Солнца, так и через химические реакции, которые изменяют концентрации других парниковых газов, например, метана (троп.  $O_3$  необходим для образования важного окислителя парниковых газов — радикала —  $OH$ ).

Увеличение концентрации троп.  $O_3$  с середины XVIII века является третьим по величине положительным радиационным воздействием на атмосферу Земли после  $CO_2$  и  $CH_4$ . Основной причиной увеличения концентрации троп.  $O_3$  является рост антропогенной эмиссии предшественников озона — химических соединений, необходимых для его формирования — главным образом углеводородов и окислов азота. В целом содержание троп.  $O_3$  в тропосфере определяется процессами его образования и разрушения в ходе химических реакций с участием предшественников озона, имеющих как естественное, так и антропогенное происхождение, а также процессами переноса озона из стратосферы (где его содержание значительно больше) и поглощением озона поверхностью земли. Время жизни троп.  $O_3$  — до нескольких месяцев, что значительно меньше, чем у других парниковых газов ( $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ). Концентрация троп.  $O_3$  значительно изменяется во времени, по пространству и высоте, и ее мониторинг является значительно более сложной задачей, чем мониторинг хорошо перемешанных в атмосфере парниковых газов. В течение XXI века из-за увеличения антропогенной эмиссии предшественников озона в результате развития мировой экономики и роста населения (особенно в Юго-Восточной Азии, Центральной и Южной Америке, Африке) влияние троп.  $O_3$  на климатическую систему будет более значительным.

*Перфторуглероды — ПФУ* (Perfluorocarbons — PFCs). Это углеводородные соединения, в которых фтор частично замещает углерод. Основными источниками эмиссии этих газов являются производство алюминия, электроники и растворителей. При алюминиевой плавке выбросы ПФУ возникают в электрической дуге или при так называемых “анодных эффектах”.

*Гидрофторуглероды (ГФУ)* — углеводородные соединения, в которых галогены частично замещают водород.

*Гексафторид серы ( $SF_6$ )* — парниковый газ, использующийся в качестве электроизоляционного материала в электроэнергетике. Выбросы происходят при его производстве и использовании. Этот газ чрезвычайно долго сохраняется в атмосфере и является активным поглотителем инфракрасного излучения. По-

этому это соединение, даже при относительно небольших выбросах, обладает потенциальной возможностью влиять на климат в течение продолжительного времени в будущем.

Парниковые газы характеризуются большим сроком нахождения в атмосфере. Половина всех выбросов  $\text{CO}_2$  остается в атмосфере 50–200 лет, в то время как вторая половина поглощается океаном, сушей и растительностью. При этом примерно 80% поглощения  $\text{CO}_2$  в океане приходится на фитопланктон.

Оценки показывают, что именно с  $\text{CO}_2$  связано примерно 80% антропогенного парникового эффекта, в то время как метан дает 18–19%, а все остальные газы 1–2%. Поэтому во многих случаях, говоря об антропогенном парниковом эффекте, подразумевают именно  $\text{CO}_2$ .

Начавшиеся в 1950 годах регулярные измерения показывают, что концентрация углекислого газа увеличивается с гораздо большей скоростью чем за последние 800 тысяч лет. Для выведения из атмосферы большей части дополнительно поступившего диоксида углерода за счет естественных механизмов потребуется тысяча лет, а некоторое его количество будет сохраняться в ней еще несколько тысячелетий.

В ежегодном Бюллетене Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) по парниковым газам (№ 980, ноябрь 2013 года) указывается, что за период с 1990 по 2012 год наблюдалось увеличение на 32% в радиационном воздействии (влиянии на потепление нашего климата) из-за двуокиси углерода и других удерживающих тепло долгоживущих газов, таких как метан и закись азота.

На двуокись углерода, выбросы которой связаны преимущественно с использованием ископаемых видов топлива, приходится 80% этого увеличения. Прирост содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере с 2011 по 2012 год был выше, чем его средний темп роста за последние 10 лет.

Еще один механизм влияния человеческой деятельности на климат состоит в изменении количества и физических свойств крошечных твердых частиц и капелек жидкости, содержащихся в атмосфере и имеющих общее название «*атмосферные аэрозоли*» [14].

Аэрозоли включают в себя пыль, морские соли, а также сульфаты, выбрасываемые в атмосферу промышленными предприятиями и автотранспортом. Аэрозоли участвуют в разнообразных физических процессах в атмосфере. Они поглощают и рассеивают солнечную энергию, а также длинноволновое излучение Земли, сами являются излучателями энергии, а также изменяют отражательные свойства облаков и влияют на образование в них частиц осадков. Аэрозоли в зависимости от их характеристик способны как ослаблять, так и усиливать парниковый эффект. Большинство аэрозолей антропогенной природы оказывают на планету охлаждающее действие, частично компенсируя парниковое нагревание атмосферы. Аэрозоли, выбрасываемые в стратосферу при сильных извержениях вулканов, высвобождающих большое количество сульфатов, способны вызвать понижение глобальной температуры на несколько последующих лет. С другой стороны, сажа, образующаяся при неполном

Таблица 1.2

**Примеры парниковых газов, на которые воздействует деятельность человека [5]**

	CO <sub>2</sub> (углекислый газ)	CH <sub>4</sub> (метан)	N <sub>2</sub> O (закись азота)	ХФУ-11 (хлорфторуглерод-11)	ГФУ-23 (гидрофторуглерод-23)	CF <sub>4</sub> (перфторметан)
Концентрация в доиндустриальную эпоху	~280 частей на миллион	~700 частей на миллиард	~270 частей на миллиард	Ноль	Ноль	40 частей на тысячу
Концентрация в 1998 году	365 частей на миллион	1745 частей на миллиард	314 частей на миллиард	268 частей на тысячу	14 частей на тысячу	80 частей на тысячу
Скорость изменения концентрации	1,5 частей на миллион в год	7,0 частей на миллиард в год	0,8 частей на миллиард в год	~1,4 частей на тысячу в год	0,55 частей на тысячу в год	1 часть на тысячу в год
Продолжительность пребывания в атмосфере	5–200 лет	12 лет	114 лет	45 лет	260 лет	>50000 лет

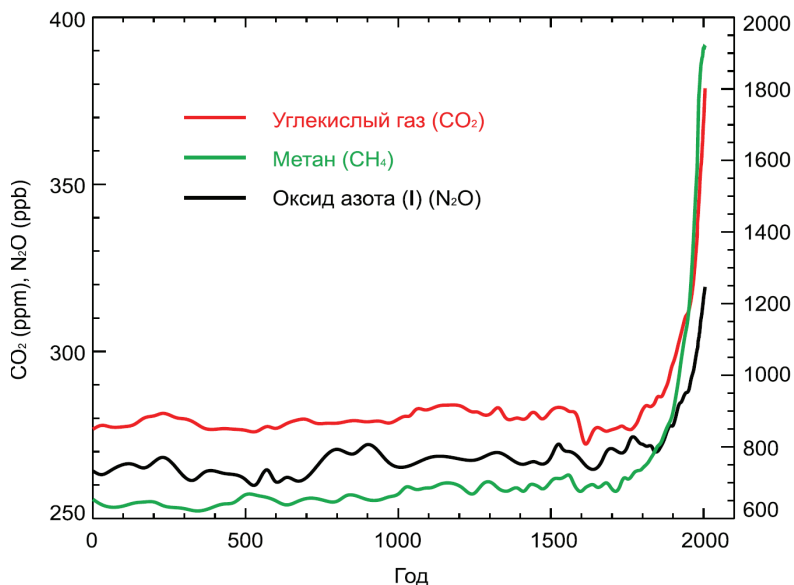
сгорании ископаемого топлива, способствует нагреванию планеты, таким образом, снижение выбросов сажи позволит сдержать потепление. Жизненный цикл тропосферных аэрозолей составляет около недели, что значительно меньше, чем у большинства парниковых газов, а их распространенность и свойства сильно изменяются в пространстве.

Следует отметить, что проблема антропогенного изменения климата кроется и в изменении химического и физического состава атмосферы, а не в росте температуры. Непосредственно человек почти не воздействует на климатическую систему, но загрязняет атмосферу пылью, сажой, увеличивает концентрацию CO<sub>2</sub> и метана, выбрасывает новые синтезированные парниковые газы, вырубает леса и изменяет альбедо, летает на самолетах и увеличивает количество перистых облаков и т. п. (рис. 1.6).

Эти воздействия могут нагревать планету (как выбросы CO<sub>2</sub>, метана, N<sub>2</sub>O и других парниковых газов, сажи), так и охлаждать (как загрязнение атмосферы аэрозолями). Ученые детально рассматривают все виды воздействий и сводят их к общему знаменателю — прогреву или охлаждению атмосферы в виде потока энергии в Вт/м<sup>2</sup> в секунду (рис. 1.7).

В мае 2013 года впервые в истории наблюдений из-за безудержного сжигания ископаемого органического топлива уровень CO<sub>2</sub> в атмосфере составил 400 частей на миллион.





Единицы измерения: для CO<sub>2</sub> частей на миллион (ppm), для метана и оксида азота (I) частей на миллиард (ppb) – число

Источник: IPCC 4AR, vol. 1, Climate Change 2007. The Physical Science Basis. На русском языке см. Изменение климата, 2007 год. Физическая научная основа, с. 111, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

Рис. 1.6. Концентрации парниковых газов за последние 2000 лет

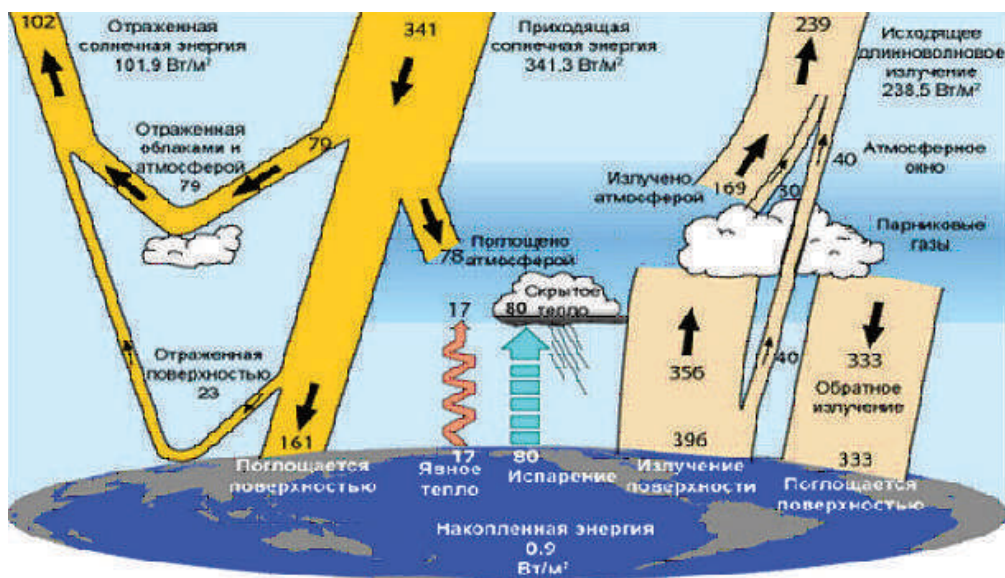


Рис. 1.7. Глобальные потоки энергии Вт/м<sup>2</sup> [1]

По данным ВМО, тенденция для мира в целом — потепление. Об этом говорят данные трех самых крупных метеорологических центров: США, Великобритании и Японии.

Для России в целом общая, но неуклонная тенденция — это медленное потепление, проявляющееся на всей территории страны, в целом заметнее, чем в отдельных регионах.

Как правило, если где-то холоднее нормы (тенденция не проявляется), как зимой 2010–2011 годов в европейской части России, то где-то теплее обычного, и тенденция потепления выражена особенно сильно, как весной 2011 года в Арктике и наибольшей части территории Сибири.

И все же основной угрозой для природы и человека стало не потепление (оно пока невелико), а изменение, точнее, разбалансировка климата, его экстремальность.

За последние 15 лет наблюдается рост явлений, которые нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения на территории России  $\frac{3}{4}$  с 150–200 до 300–450 явлений в год, а в 2012 году был поставлен рекорд — 469 явлений. Число опасных гидрологических явлений по прогнозу Росгидромета вырастет еще вдвое, но уже за 10 лет.

Рост ущерба связан с двумя факторами: ростом метеорологических опасных явлений и ростом уязвимости всей инфраструктуры — мостов, дорог, линий электропередачи, плотин, домов и других строений, которые часто возводятся без учета возможных чрезвычайных ситуаций.

**Опасно не нынешнее, еще относительно слабое, изменение климата, а то, что будет через 20–50 лет.** Происходит лавинообразное нарастание «необычной» погоды, штормовых ветров, сильных осадков, наводнений и засух.

Изменение климата не означает простое повышение температуры. Под устоявшимся термином «глобальное изменение климата» понимают перестройку всех геосистем. А потепление рассматривают лишь как один из аспектов изменений. Данные наблюдений свидетельствуют о повышении уровня Мирового океана, таянии ледников и вечной мерзлоты, усилении неравномерности выпадения осадков, изменении режима стока рек и других глобальных изменениях, связанных с неустойчивостью климата.

Последствия климатических изменений проявляются уже сейчас, в том числе в виде увеличения частоты и интенсивности опасных погодных явлений, и даже распространении инфекционных заболеваний. Они наносят значительный экономический ущерб, угрожают стабильному существованию экосистем, а также здоровью и жизни людей. Выводы ученых говорят о том, что продолжающиеся климатические изменения могут в будущем привести к еще более опасным последствиям, если человечество не предпримет соответствующих предупредительных мер.



## **1.4. Последствия глобального изменения климата**

Климатические прогнозы на несколько десятилетий вперед рассчитываются с использованием сложных численных моделей климатической системы. Климатические модели описывают главные механизмы формирования климата и его изменения, основываясь на фундаментальных физических законах термо- и гидродинамики и радиационного обмена. Эти модели показывают, какой будет реакция климатической системы при различных характерных сценариях изменения концентрации парниковых газов в будущем.

Изменения средних и экстремальных значений температуры и осадков, вызванные увеличением концентрации парниковых газов в атмосфере, могут быть рассчитаны на несколько десятилетий и даже столетий вперед.

Возможности моделей ограничены неадекватным представлением некоторых важных процессов и особенностей. Например, типичная модель климата все еще не описывает с нужной полнотой сложные динамические, радиационные и микрофизические процессы, связанные с развитием облаков, пространственную изменчивость почвенной влаги, или взаимодействия атмосферы и биосферы. Тем не менее, несмотря на эти ограничения, климатические модели демонстрируют хорошие показатели в воспроизведении климатов прошлого и однозначно указывают главное направление изменения климатической системы в будущем [6].

Надежность климатических прогнозов оказывается выше для температуры и ниже для других параметров, например, для осадков. Кроме того, она выше для масштаба всей планеты и материков, чем для регионального и местного масштабов. Согласно модельным расчетам, более сильное потепление будет отмечаться в высоких широтах Северного полушария, над сушей и в зимний период, что согласуется с наблюдаемыми тенденциями.

В соответствии с повышением температуры воздуха, повсеместно увеличится его влагосодержание, следовательно, глобальный круговорот влаги продолжит ускоряться.

Модельные расчеты дают для многих областей возрастание интенсивности отдельных случаев осадков и увеличение продолжительности периодов без осадков. Однако изменения в распределении осадков будут сильно зависеть от территории и сезона года. В некоторых регионах ускорение гидрологического цикла приведет к более выраженному проявлению существующего распределения осадков с более сильными засухами и наводнениями. Более значимое потепление в высоких широтах и над сушей, вероятно, приведет к изменению общей циркуляции атмосферы и существенным изменениям в региональном распределении осадков.

Согласно современным климатическим моделям, в XXI веке ожидается рост средней температуры на 1,4–5,8 °С. Потепление даже на 1,4 °С окажется более сильным, чем изменения температуры, как минимум, за последние 10 000 лет. К такому «минимальному» изменению не готово не только человечество, но и вся глобальная экосистема. В случае же роста температуры на 5,8 °С последствия для всего живого на планете представляются чрезвычайно опасными (рис. 1.8) [7].

Ученым еще многое предстоит исследовать и доказать, дать более детальные и точные прогнозы опасного воздействия глобального потепления. Однако уже сейчас очевидно, что человечество оказалось в конфликте с природой, с климатической системой планеты, и, возможно, уже переступает ту черту, на которой находится точка «невозврата». По мнению экологических организаций и многих ученых, «чертой» являются 2 °С глобального потепления по сравнению с доиндустриальной эпохой, причем человечество уже прошло треть этой дистанции (рис. 1.9) [7].

### ***Изменение климата и продовольственная безопасность***

Ныне существующая продовольственная система является чрезвычайно уязвимой перед лицом климатических изменений. Для большого числа развивающихся стран сельское хозяйство остается самым важным сектором. Изменение климата способно причинить необратимый ущерб базе природных ресурсов, от которой зависит сельское хозяйство, со всеми вытекающими из этого тяжелейшими последствиями для продовольственной безопасности в развивающихся странах. В большинстве развивающихся стран сельское хозяйство обеспечивает от 20 до 60% ВВП, занятость до 65% экономически активного населения и средства к существованию приблизительно для 2,6 млрд чел. во всем мире.

Понятие продовольственной безопасности трактуется Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО, 2006) следующим образом: *«Продовольственная безопасность заключается в том, что все люди в любое время имеют физический и экономический доступ к достаточному количеству безопасных и питательных продуктов питания, способных удовлетворить их диетические потребности и гастрономические предпочтения, необходимые для поддержания активного и здорового образа жизни».*

В 2008 году Международной комиссией по будущему продовольствия и сельского хозяйства был подготовлен Манифест об изменении климата и будущего продовольственной безопасности, как ответ агроэкологического сообщества

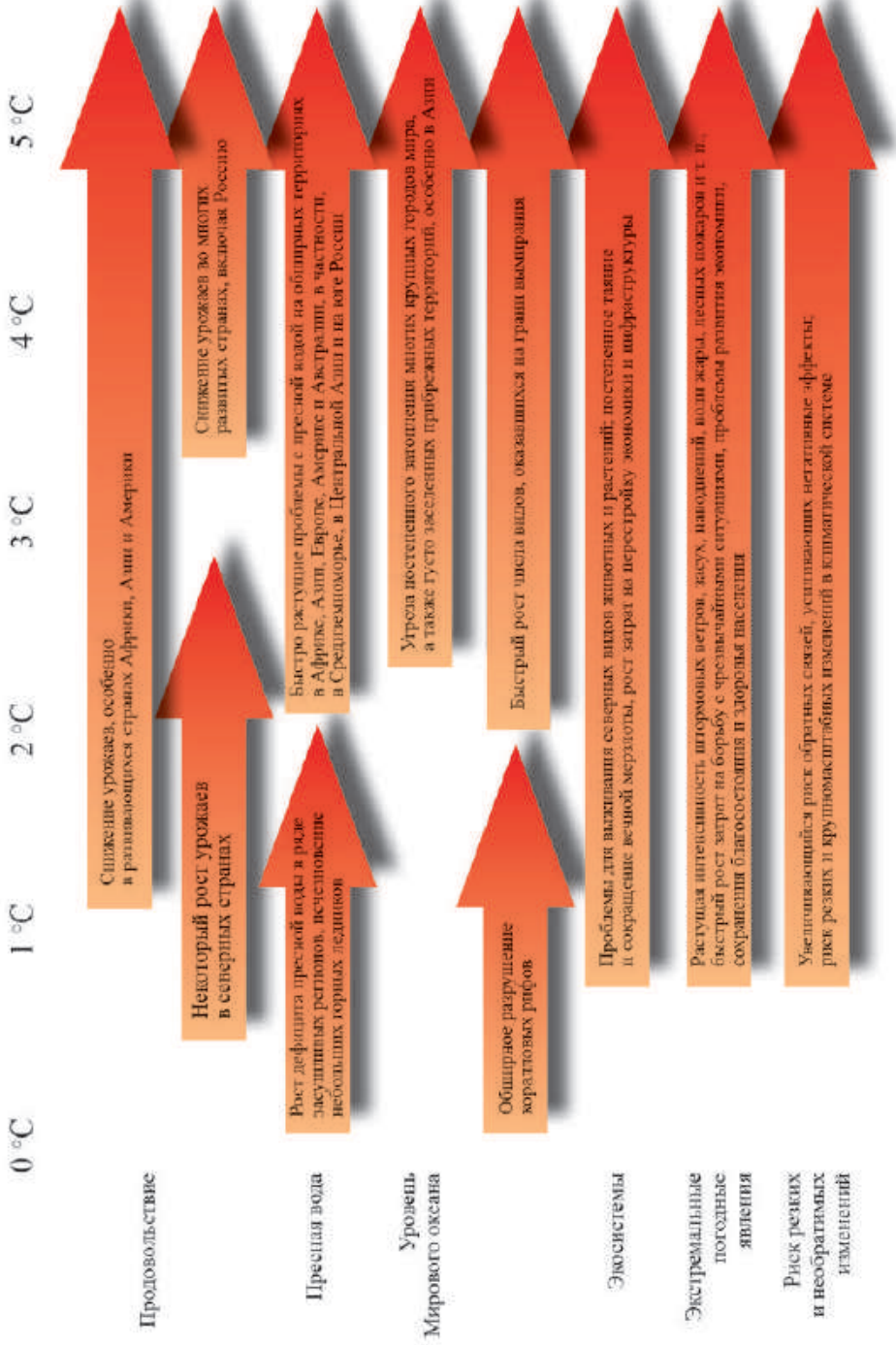
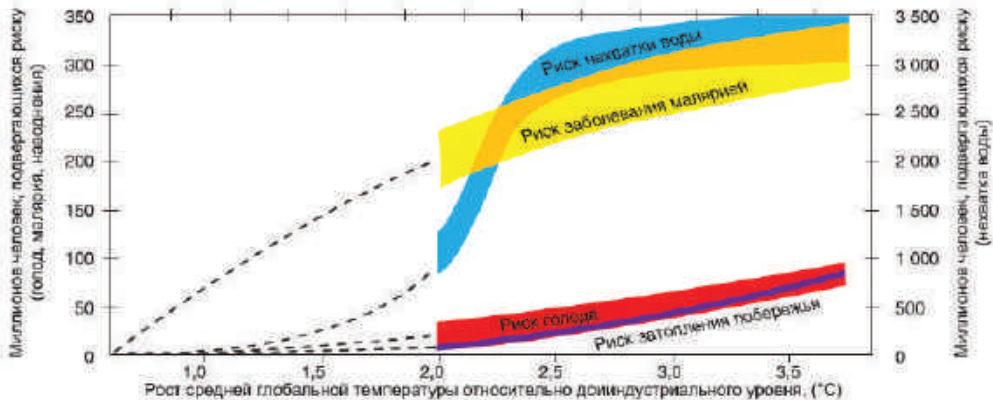


Рис. 1.8. Возможные риски, связанные с ростом глобальной температуры



Parry M. L., Arnell N. W., McMichael T., Nicolls R., Martens W. J. M., Kovats S., Livermore M., Rosenzweig C., Iglesias A., and Fischer G. 2001. Millions at risk: defending critical climate change threats and targets. *Global Environmental Change* v. 11, Pp. 181–183.

Рис. 1.9. Оценка числа людей, подвергающихся различным видам риска из-за изменения климата, в 2080 году

тем угрозам, которые вызвали изменения климата, для обеспечения будущей продовольственной безопасности. В Манифесте были изложены принципы продовольственной безопасности в эпоху изменения климата:

1. Глобализованное промышленное сельское хозяйство вносит свой вклад в изменение климата, и само подвержено воздействиям этого изменения.
2. Экологическое и органическое сельское хозяйство помогает уменьшать последствия изменения климата и адаптироваться к ним.
3. Переход к локальным и устойчивым системам производства и снабжения продовольствием выгоден для сохранения окружающей среды и здоровья населения.
4. Биоразнообразие снижает уязвимость и увеличивает сопротивляемость.
5. Генетически модифицированные семена и породы животных являются ложным решением и опасным направлением.
6. Промышленное биотопливо: также ложное решение и новая угроза продовольственной безопасности.
7. Сохранение водных ресурсов является центральной проблемой для устойчивого сельского хозяйства.
8. Передача знаний необходима для адаптации к изменениям климата.
9. Важен экономический переход к устойчивому и справедливому распределению продовольствия в будущем.

«Изменение климата может иметь потенциально катастрофические последствия для производства продовольствия, особенно в развивающихся странах, и уже сейчас необходимо принимать срочные меры по подготовке к этим последствиям», предупредило в апреле 2011 года и Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) в обращении к Рамочной конвенции ООН по изменению климата.



ФАО рекомендует, чтобы уровень продовольственной безопасности использовался в качестве индикатора уязвимости к изменению климата. Системы производства продовольствия и зависящие от них экосистемы очень чувствительны к изменению климата. Изменение температур, выпадение осадков и связанные с ними эпидемии заболеваний могут привести к снижению аграрного производства [8].

Преодоление последствий изменения климата занимает центральное место в достижении устойчивого будущего для растущего населения планеты, и продовольственная безопасность должна лежать в основе этих усилий. Генеральный директор ФАО Жозе Грациану да Силва в своем выступлении на Саммите ООН по климату 24 сентября 2014 сказал, что «мы не можем называть развитие устойчивым, когда голод по-прежнему лишает более 800 миллионов человек возможности вести достойную жизнь».

В докладе отмечается, что, несмотря на то, что число людей, которые испытывают хронический голод, снизилось на 100 миллионов в течение последнего десятилетия, сегодня более 800 миллионов человек по-прежнему не имеют доступа к достаточному количеству продовольствия на регулярной основе.

Даже сейчас по оценкам ООН, каждый год из-за природных катаклизмов мировое сельское хозяйство теряет около 40 млрд долларов.

Воздействие на сельское хозяйство будет очень значительным. Более теплые дни и ночи, все более частые волны жары и расширение засушливых регионов приведут к уменьшению урожаев в более теплых регионах, нарастанию нашествия насекомых, уменьшению количества доступной воды и деградации земель, при этом будут возрастать потери поголовья скота. Такие последствия уже испытали многие сообщества южных стран. Будут также учащаться стихийные бедствия, которые дополнительно нанесут урон урожаям, приведут к



эрозии почв и затоплениям. Усиление интенсивности тропических циклонов будет способствовать возрастанию потерь урожаев в прибрежных экосистемах, в то время как подъем уровня моря будет приводить к засаливанию почв этих территорий. Тихоокеанские острова и дельты больших рек уже подвержены таким воздействиям.

Некоторые регионы испытают особенно негативное воздействие. В некоторых африканских странах, урожаи в которых зависят от дождей, — а таковыми являются большинство стран Африки, — плодородные почвы могут сократиться на 50% к 2020 году. Кроме того, во многих африканских странах ожидается значительное сокращение производства сельскохозяйственной продукции. В Латинской Америке также прогнозируется сокращение урожаев некоторых важных культур, что нанесет ущерб продовольственной безопасности. К 2030 году во многих частях южной и восточной Австралии и отдельных регионах восточной Новой Зеландии из-за засухи также сократится сельскохозяйственное производство. В Южной Европе более высокие температуры и возрастающая засуха приведут к сокращению урожаев. Даже в Северной Америке ожидаются значительные изменения в урожайности культур из-за потепления и сильной зависимости производства от истощающихся водных ресурсов.

Такие обстоятельства будут иметь драматические последствия для производства продуктов питания, и эксперты прогнозируют увеличение числа недоедающих и голодающих людей на миллионы, с последующим ростом смертности и сокращения мирового населения к середине 21 века.

Глава ВМО Мишель Жарро считает, что изменение климата приведет к увеличению частоты, интенсивности и продолжительности засух, и это неминуемо отразится на продовольственном, водном и энергетическом секторах. В связи с этим, эксперты рекомендуют приступить к разработке комплексной политики по противодействию засухам.

В 2012 году мир охватила беспрецедентно жестокая засуха. Фермеры бились за урожай повсюду — от Африки до Индии — и проигрывали сражение из-за рекордно низких осадков. Соединенные Штаты также переживали худшую за последние десятилетия засуху, и это сказалось на состоянии мировых продовольственных рынков. По мнению экспертов, миру необходимо срочно разработать меры по сбережению водных ресурсов и сокращению потребления воды.

### ***Истощение запасов пресной воды***

Планета Земля очень богата водой, но большую ее часть, 96,5%, составляет вода морей и океанов, занимающих более 70% поверхности земного шара. Для человека и всей жизни на суше особенно важны запасы пресной воды, то есть воды с низким, менее 1 г/л, содержанием солей. Количество всей пресной воды на Земле составляет порядка 48 млн куб. км. Примерно половина этой воды содержится в ледниках, преимущественно в ледяном щите Антарктиды. Чуть меньше половины — подземные воды.



В активном круговороте воды участвует всего 200 тыс. куб. км, или 0,4% всей пресной воды планеты. Это вода рек и озер, вода в атмосфере и вода, содержащаяся в живых организмах, главным образом в растениях.

Основным источником обеспечения человечества пресной водой являются в целом активно возобновляемые поверхностные воды, которые составляют около 39 000 куб.км/год. Если в 1970 годы на одного жителя земного шара приходилось в среднем около 11 тыс. м<sup>3</sup>/год этого богатства, то в 1980 годы — уже 8,7 тыс., а к концу XX века — 6,5 тыс. м<sup>3</sup>/год. Не может не настораживать такое резкое (почти в два раза) падение обеспеченности пресной водой. Прогнозируется, что к 2050 году с учетом роста численности населения Земли до 9 млрд человек обеспеченность водой составит всего 4,3 тыс. м<sup>3</sup>/год.

Каждый градус повышения средней глобальной температуры приповерхностного слоя воздуха на 20% снижает объем возобновляемых водных ресурсов в вододефицитных регионах, а также увеличивает процент мирового населения, страдающего от нехватки воды, на 7% [13].

Наиболее велика потребность в воде в средних широтах, где сосредоточена основная масса людей и максимально развиты промышленность и сельское хозяйство. Многие из таких районов испытывают острый дефицит пресной воды, особенно питьевой, к качеству которой предъявляются достаточно высокие требования. И именно в этих районах промышленные и сельскохозяйственные загрязнения делают значительную часть запасов пресной воды непригодной для использования человеком не только в качестве питьевой, но и для полива в сельском хозяйстве.

Уровень воды в ряде крупнейших в мире рек значительно сократился за последние 50 лет. Единственной территорией, где воды стало гораздо больше, является Арктика. Американские исследователи проанализировали течение более 900 рек в период с 1948 по 2004 год и выяснили, что число рек, сток которых уменьшился в 2,5 раза, превышает число рек, уровень воды в которых повысился. Причем потоки воды сокращаются в таких реках, как Хуанхэ, Ганг, Нигер и Колорадо, играющих большую роль в густонаселенных районах. Было установлено, что за 56 лет объемы попадающей в Атлантический океан пресной воды снизились на 6%, что эквивалентно 526 куб. километрам в год — всему годовому стоку реки Миссисипи.

При этом, несмотря на то, что в некоторых крупных реках, таких как Брахмапутра и Янцзы, поток воды увеличился, есть обеспокоенность, что здесь имеется связь с таянием ледников в Гималаях. Это может означать, что в будущем данные реки могут серьезно обмелеть, когда ледники исчезнут. Количество ледников во всем мире сокращается. Объем гималайских ледников, питающих реку Ганг, которая обеспечивает питьевой водой около 500 миллионов человек, ежегодно сокращается на 37 метров.

Растущий спрос на продовольствие, быстрая урбанизация и изменение климата приводят к серьезной нагрузке на систему водоснабжения в мире. Об этом говорится в докладе ООН о состоянии водных ресурсов мира, озаглавленном «Управление водными ресурсами в условиях неопределенности и риска». Он был приурочен к шестому Всемирному форуму по водным ресурсам во французском Марселе в марте 2012 года.

К 2050 году ожидается рост на 70% мировых потребностей в продовольствии, причем особенно возрастет спрос на продукты животноводства. Рост производства продуктов питания приведет к тому, что глобальное потребление воды в сельском хозяйстве (на которое уже сегодня приходится 70% ресурсов пресной воды) увеличится, по меньшей мере, на 19%.

Чтобы справиться с растущим спросом на водные ресурсы, все чаще стали прибегать к использованию подземных источников воды. За последние 50 лет извлечение подземных вод утроилось. В то же время в некоторых подземных резервуарах запасы подземных вод фактически невозобновляемы и потому достигли критически низкого уровня.

Изменение климата будет иметь большое влияние на водные ресурсы в ближайшие годы. Оно отражается как на характере распределения осадков, влагосодержании почвы, таянии ледников, речном стоке, так и на состоянии подземных вод. Уже сейчас наблюдается увеличение частоты и повышение суровости таких опасных природных явлений, связанных с водой, как наводнения и засухи.

К 2030 году изменение климата может оказать существенное влияние на производство продовольствия в Южной Азии и в Южной Африке. К 2070 году дефицит водных ресурсов будет ощущаться также в Центральной и Южной Европе и затронет только в этом регионе 44 миллиона человек.



Прирост населения, изменение климата и увеличение использования глобальных водных ресурсов приведут к тому, что к 2050 году 52% мирового населения будет жить в областях с ограниченными запасами питьевой воды.

За период с 1900 по 1995 год потребление пресной воды в мире увеличилось в шесть раз, что более чем в два раза опережает темпы прироста населения. Почти треть землян проживает в странах, которые потребляют воду в объеме, на 10% превышающем имеющиеся у них запасы. Если нынешние тенденции сохранятся, то к 2025 году каждые два из трех жителей Земли будут проживать в условиях водного дефицита.

Распределение населения и водных ресурсов по земному шару неравномерно. Если в странах Южной Африки ежегодная обеспеченность населения пресной водой снижается до 1000–2000 м<sup>3</sup>/год, то в Новой Зеландии она повышается до 100 тыс. м<sup>3</sup>/год, а в таких обильных водой и малонаселенных районах, как Аляска, Гвиана, даже превышает 2 млн м<sup>3</sup> на душу населения. Сказываются также колебания речного стока во времени. В некоторых странах ресурсы пресных вод в маловодные годы уменьшаются в 3–4 раза. В отдельных районах Северной и Восточной Африки дождей не бывает в течение нескольких лет, и реки пересыхают.

По мнению Жан-Франсуа Донзиер, Постоянного Технического Секретаря *Международной сети водохозяйственных организаций*, если вину за изменение климата несут парниковые газы, то их первой жертвой является пресная вода [15].

В ближайшие годы изменения климата непосредственно затронут пресноводные ресурсы со следующими последствиями:

- изменения интенсивности и частоты наводнений и засух, увеличение экстремальных гидрологических и гидрогеологических явлений с риском человеческих потерь, разрушений и катастрофического экономического ущерба;

- трансформация стока рек, текущих с гор, в результате таяния ледников и уменьшения снежного покрова и соответствующее воздействие на связанные водоносные горизонты в частности;

- повышенная эрозия, вызванная трансформацией растительного и почвенного покрова;

- более высокая эвапотранспирация растений, ведущая к изменениям в подземных и поверхностных водах, снижение сельскохозяйственного производства, в особенности в орошаемом земледелии;

- изменения стока в устье рек, а также интрузия соленой морской воды на суше и в прибрежные месторождения подземных вод вследствие повышения уровня моря и океана и снижения пьезометрических уровней во время засушливого периода;

- изменения во взаимосвязях между поверхностным стоком и подземными водами подстилающих горизонтов (подпитка горизонтов или приток со стороны подземных вод в реку);

- сильное региональное воздействие на спрос и производство энергии, в частности энергии, вырабатываемой на ГЭС;

измененные и непредсказуемые условия водообеспеченности обширных водно-болотистых угодий местного и международного значения; риск повышенного преобладания заболеваний, передающихся через воду.

### ***Повышение уровня океана***

Одним из ярких проявлений глобального потепления стал рост уровня Мирового океана. За последние 100 лет он повысился на 10–20 см. Столь быстрые темпы роста (1–2 мм в год) на порядок превышают изменения, наблюдавшиеся в течение последних 3000 лет. Главными причинами этого явления стали повышение температуры поверхности моря, таяние морских и прибрежных ледников.

В XXI веке также продолжится повышение уровня океана, хотя оно не будет одинаковым для разных регионов. Океан с его огромной массой и большой теплоемкостью будет медленно нагреваться, а его объем увеличиваться за счет теплового расширения на протяжении нескольких столетий. Модельные расчеты дают подъем уровня океана на величину от 27 до 71 см к концу XXI века за счет теплого расширения и таяния льда, что в 2–4 раза превосходит прирост уровня в XX столетии. Подъем уровня Мирового океана стал фактором почти неотвратимого затопления многих малых островов и низменных территорий.

Рост уровня моря приведет к увеличению числа и интенсивности экстремальных явлений, таких как высокие приливы, штормовой нагон воды и сейсмические морские волны (цунами). Весь мир потрясли чудовищные разрушительные последствия цунами, которое пронеслось в Юго-Восточной Азии в 2005 году и унесло сотни тысяч жизней, а также цунами в Японии (2011).

Экономический ущерб от повышения уровня моря будет измеряться огромными величинами. Наиболее угрожающие последствия могут ожидать отрасли производства морепродуктов, сельское хозяйство, туризм, страховые компании, а также прибрежные населенные пункты. Затопление большинства низин во всем мире нанесет ущерб пахотным землям и вытеснит миллионы людей из прибрежных регионов [9].

Большинство прогнозов говорит, что потепление на нашей планете будет продолжаться и вероятно ускорится. При повышении уровня океана на 1 м будет затоплено до 15% пахотных земель Египта и 14% посевных площадей в Бангладеш, что вызовет переселение миллионов людей. Кроме того, произойдет осолонение прибрежных грунтовых вод, которые во многих районах земного шара представляют собой основной источник пресной воды. В Китае даже повышение уровня моря на 0,5 м приведет к затоплению около 40 тыс. км<sup>2</sup> плодородных равнин. Наиболее уязвимыми окажутся обширные низкие равнины, низовья крупных рек Хуанхэ, Янцзы и др., где средняя плотность населения иногда достигает 800 чел/км<sup>2</sup>.

Эта проблема коснется также прибрежных территорий России. Так, при подъеме уровня океана на 1 м за столетие произойдет сильное преобразование морских берегов, в частности около 40% берегов европейской части России от-



ступят на 100 м и более. Будут разрушены жилые и промышленные сооружения в таких городах, как Находка, Санкт-Петербург, Архангельск и др.

### ***Изменение климата и экосистемы***

Экосистема, или экологическая система (одно из основных понятий экологии) — биологическая система, состоящая из сообщества живых организмов (биоценоз), среды их обитания (биотоп), системы связей, осуществляющей обмен веществом и энергией между ними.

Основной характеристикой экосистемы является наличие относительно замкнутых, стабильных в пространстве и времени потоков вещества и энергии между биотической и абиотической частями экосистемы. В некоторых пределах экосистема способна при внешних воздействиях поддерживать свою структуру и функции относительно неизменными.

Важным условием существования биосферы является ее разнообразие, которое обеспечивает непрерывный биохимический круговорот вещества и потоки энергии, поддерживая связи атмосферы, литосферы, гидросферы, создавая целостность природной среды. Именно биологическое разнообразие обеспечивает системе устойчивость через множество внутренних и внешних взаимосвязей и взаимодействий.

Благополучие и процветание человечества, как и само человеческое существование, зависит от здоровья экосистем и обеспечиваемых ими услуг — от чистой воды и пригодного для жизни климата до продовольствия, топлива, волокон и плодородных почв [10, 11].

Общество и экономика зависят от здоровья планеты. На практике продолжается наращивание экономической составляющей за счет значительного ущерба, наносимого экологической. Не учитывая нашу принципиальную зависимость от экологических систем, ставятся под угрозу и достижения в социальной и экономической сферах.

Экосистемы поддерживают жизнь обществ, которые, в свою очередь, создают экономику, а не наоборот. Однако, хотя человек является продуктом природного мира, мы стали ведущей глобальной силой, влияющей на экологические и биологические системы планеты. В этом качестве мы ставим под угрозу не только здоровье, процветание и благополучие людей, но и само наше будущее.

В настоящее время российские и зарубежные ученые выделяют два основных внешних фактора, влияющих на экосистему, — потепление климата и антропогенная деятельность.

Наибольшей потенциальной угрозой для биоразнообразия в ближайшие десятилетия является изменение климата. Его ранние воздействия ощущаются в приполярных, горных, прибрежных и морских экосистемах, в частности, экосистемах коралловых рифов. Будущие воздействия на местном уровне труднопредсказуемы, однако любая экосистема может оказаться уязвимой при изменении температуры или погодных условий. Ожидается, что изменение климата будет происходить быстрее, чем скорость, с которой экосистемы смогут адаптироваться и самовосстанавливаться.

Некоторые участки планеты могут потерпеть катастрофические последствия. Приход весны, таяние льда, цветение и вегетация растений, гнездование птиц, нерест рыб и миграция животных сместятся. Трудно предсказать все последствия таких процессов. Уже сейчас некоторым видам животных и растений угрожает исчезновение при дальнейшем повышении температуры.

Сталкиваясь с изменением климата, растения часто должны «мигрировать» в течение нескольких поколений, так как они могут выживать, конкурировать и размножаться в климате, к которому они эволюционно и физиологически адаптированы. Хотя растения и животные Земли приспособлены для миграции в ответ на сезонные изменения окружающей среды, а также для больших переходных периодов, таких как последний ледниковый период, они часто не способны «идти в ногу» со скоростью современных изменений климата.

На протяжении тысячелетий льды и суровые условия выступали в качестве естественного барьера между обитателями Атлантического и Тихого океанов в Северном полушарии. Холодный барьер обусловил разное направление развития видов в двух океанах. Океаны, что касается жизни, развивались изолированно друг от друга, и по этой причине образовавшиеся виды очень сильно отличаются. Ученые считают, что встречное проникновение видов Атлантического и Тихого океанов отразится на коммерческом рыбном промысле — как положительно, так и отрицательно.

Один из центральных выводов Доклада WWF «Живая планета 2014» состоит в том, что индекс живой планеты (ИЖП), отражающий численность более



чем 10 тысяч репрезентативных популяций млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, земноводных и рыб, снизился на 52% с 1970 года. Иными словами, за период, соответствующий менее чем двум человеческим поколениям, численность популяций позвоночных видов животных сократилась более чем вдвое. Эти формы жизни образуют ткань экосистем, поддерживающих жизнь на земле, и динамика их численности — барометр, отражающий то, что мы делаем с планетой. Изымая больше ресурсов, чем способны воспроизвести наши экосистемы и природные процессы, мы ставим под угрозу будущее цивилизации.

Лесные экосистемы являются источником средств к существованию: воды, топлива, продовольствия и строительных материалов для более чем 2 млрд человек. Так как структура и функционирование лесных экосистем контролируются климатическими факторами через функции метаболизма, то в последующем могут измениться динамика восстановления лесов, прирост, ход роста и отпада деревьев, а также взаимоотношения пород. Следует ожидать значительных смещений границ распространения растительности. Считается, что скорость миграции различных видов деревьев в прошлом составляла порядка 4–200 км в столетие. В том, что касается регионов в средних широтах, то среднее потепление на 1–3,5 °C в следующие 100 лет будет означать перемещение существующих географических зон с одинаковыми температурами в направлении к полюсам примерно на 150–550 км или перемещение по высоте примерно на 150–550 м.

В некоторых регионах могут полностью исчезнуть целые типы лесов, и одновременно с этим могут возникнуть новые совокупности видов и соответственно новые экосистемы.

Общий ущерб экосистемам в мировом масштабе в 2008 году оценивается в 6,6 трлн долларов США или 11% мирового ВВП.



### **Экстремальные погодные явления**

*Экстремальное погодное явления*  $\frac{3}{4}$  достижение метеорологической или климатической переменной значения, которое выше (или ниже) некоторого порога, близкого к верхнему (или нижнему) пределу диапазона наблюдаемых значений данной переменной.

Изменение климата ведет к изменениям в частоте, интенсивности, пространственных масштабах, продолжительности и сроках экстремальных метеорологических и климатических явлений [12, 13].

Некоторые из климатических экстремальных явлений (например, засухи) могут являться результатом соединения метеорологических или климатических явлений, которые не являются экстремальными, если рассматривать их отдельно друг от друга.

Глобальное потепление опасно не столько сдвигом среднегодовых температур, сколько учащением и усилением экстремальных погодных явлений. По мнению многих специалистов, наибольшая опасность исходит даже не от самого температурного сдвига, а от его беспрецедентной скорости. Земная атмосфера и взаимодействующие с ней поверхности суши и верхние слои океана представляют собой сложнейшую комбинацию из множества разнородных и разномасштабных, но тесно связанных друг с другом процессов и механизмов, и резкий сдвиг какого-либо параметра увеличит нестабильность в его работе.

Изменение средней температуры на Земле оказывает влияние на количество осадков, скорость ветра, влажность почвы и состояние растительного покрова, что влияет на процесс возникновения бурь, ураганов, наводнений, засух и оползней. Например, размеры ущерба от штормовых нагонов могут быть напрямую связаны с колебаниями уровня моря.

Число экстремальных погодных явлений особенно увеличилось в начале нового века. Это время было самым теплым согласно всем имеющимся данным наблюдений. Оно было отмечено многочисленными экстремальными погодными и климатическими явлениями, уникальными по силе и последствиям.

С начала XXI века человечество подверглось воздействию, в том числе и таких беспрецедентных чрезвычайных ситуаций, как наводнение в Пакистане (2010), аномальная жара и лесные пожары в России (2010), наводнение в Таиланде (2011), цунами в Японии (2011), ураган Сэнди (2012) в США, наводнение на Амуре (2103 г.) и др.

При этом сами экстремальные погодные явления становятся источниками новых опасностей, часто приводя к нарушениям в функционировании опасных объектов, аварии на которых, в свою очередь, могут вызвать крупнейшие экологические катаклизмы. Ярким примером в данном случае может послужить ситуация в Японии, где цунами в марте 2011 года привело к одной из крупнейших аварий на АЭС Фукусима-1.

В пятом оценочном докладе МГЭИК показана более тесная связь антропогенного усиления парникового эффекта с ростом повторяемости и интенсивности аномально жарких периодов и аномальных осадков, в том числе и муссонных.



Взаимозависимость климатических изменений и природных бедствий является одним из факторов, увеличивающих нагрузку на мировую экономическую систему. В будущем прогнозируется увеличение ущерба от климатических бедствий: к 2040 году в среднем рост издержек от тропических штормов составит 30%, а от внетропических циклонов и наводнений — 15 и 65% соответственно по сравнению с уровнем 2000 года. Сокращается цикл крупных штормов: если ранее, по оценкам экспертов, шторм, приносящий ущерб в 100 млрд долларов, мог произойти раз в 100 лет, то в будущем временной интервал сократится до 56 лет [World bank, 2010]. Кроме того, существует опасность «территориального перераспределения» бедствий.

Из развитых стран Запада наибольшие потери от природных бедствий несут Соединенные Штаты Америки. При этом ежегодные потери характеризуются возрастающей тенденцией. Только в 2011 году ущерб от снежных бурь составил около 2 млрд долл., от ураганов и торнадо — 39 млрд долл., от наводнений — 4,6 млрд долл. [Munich Re, 2012]. Территория США за период с 1990 года неоднократно подвергалась воздействию разрушительных ураганов, таких как Эндрю (1992 год), Катрина (2005 год), Айк (2008 год) и Сэнди (2012 год).

Грядущее потепление может привести к дальнейшему росту потенциальной разрушительной способности тропических циклонов и существенному увеличению ущерба наносимого ураганами. По сведениям агентства Meteo-France, ежегодно в мире происходит около 80 тропических циклонов, и, хотя увеличения их числа незначительно, однако разрушительная сила возрастает. За послед-

ние 30 лет зарегистрировано двукратное увеличение количества циклонов (ураганов) категории 4 и 5 (высших по шкале Сафира-Симпсона). Это связано как с увеличением удлинения траектории ураганов (продолжительность больше на 2-3 суток), так и с их интенсификацией. Более 50% всего ущерба в США было нанесено пятью ураганами 4-5 категории. Для США отмечен общий рост числа ураганов с 1905 по 2005 год (рис. 1.10).

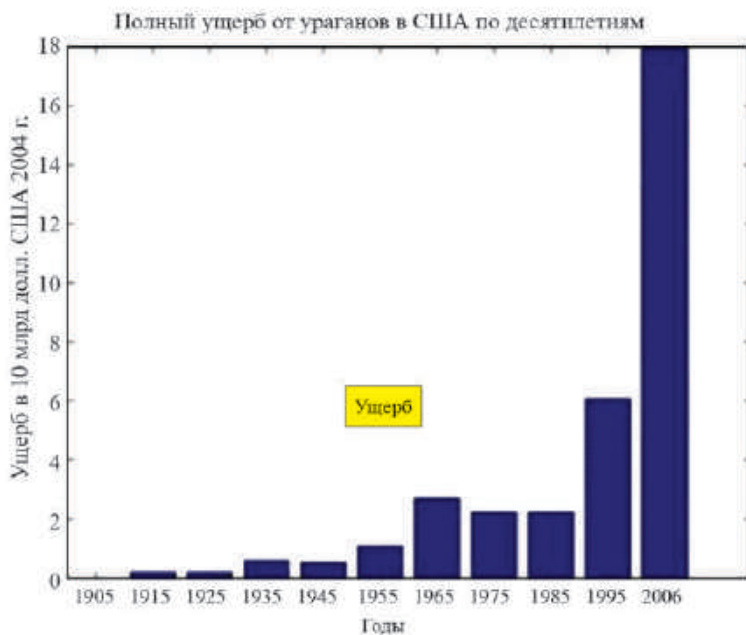


Рис. 1.10. Полный ущерб от ураганов в США по десятилетиям

В целом по всему миру потери от бедствий существенно возрастут. Кроме того, все новые территории будут оказываться под риском бедствий, что, в свою очередь, обусловит опасности для производимого на этих территориях ВВП. Уже в настоящее время риску природных бедствий подвергаются территории, на которых создается порядка 80% ВВП Японии, 60% ВВП Республики Корея и 20% ВВП США [World Bank, 2005]. В дальнейшем по мере усиления таких глобальных тенденций, как изменения климата, эти показатели будут расти.

Климат и вода могут оказывать воздействие практически на все аспекты жизни. Девять из 10 стихийных бедствий связаны с гидрометеорологическими явлениями.

Не является исключением в этом процессе и наша страна. Количество опасных и экстремальных погодных явлений на территории Российской Федерации возрастает на 6 процентов в год (рис. 1.11). «За последние 30 лет число происшествий увеличилось практически в два раза» (из выступления руководителя Росгидромета А. Фролова 7 июля 2014 года на VII Всероссийском метеорологическом съезде в Санкт-Петербурге).

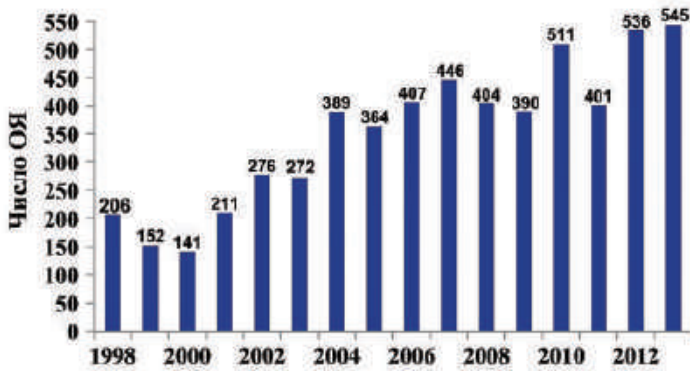


Рис. 1.11. Распределение опасных метеорологических явлений (ОЯ) в Российской Федерации по годам. Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2013 год. Росгидромет, 2014, 109 с. [www.meteorf.ru](http://www.meteorf.ru)

На территории России в ряде ее регионов погодные условия зимнего и летнего периодов складываются крайне неблагоприятно для роста и развития сельскохозяйственных культур. Последнее десятилетие было засушливым. Обычно в южных и юго-восточных районах засушливый период длился 2–3 года. Последняя засуха уже продолжается шесть лет. Опасные погодные явления отмечаются также в виде сильных и продолжительных морозов в зимний период, атмосферных и почвенных засух летом, сильных ветров зимой и суховеев летом. Часты также градобитие и ливни, отсутствие снежного покрова и т. д. Все вышеперечисленные факторы не способствуют получению стабильного и обильного урожая.

### ***Риск резких и необратимых изменений***

«Без дополнительных мер по уменьшению воздействия на окружающую среду, даже в условиях адаптации, потепление к концу XXI века приведет к серьезному повышению риска опасных, повсеместных и необратимых последствий в глобальном масштабе», — говорится в пятом докладе МГЭИК. «Многие аспекты климатических изменений и связанных с ними последствий сохранятся на века, даже если антропогенные выбросы парниковых газов прекратятся, — отмечают ученые в докладе. — Риск резких и необратимых изменений усиливается по мере роста масштабов потепления».

Еще недавно, в конце XX века, некоторые ученые выдвигали различные гипотезы и теории о постепенном изменении климата. Но на практике все оказалось несколько иначе. Тщательный анализ роста числа природных катаклизмов, экстремальных погодных явлений по всему миру за последние годы показал тревожную тенденцию к их значительному увеличению за короткий промежуток времени. Существует возможность, что вместо плавного и медленного изменения произойдет резкое и необратимое изменение климата.

Продолжение выбросов парниковых газов приведет к дальнейшему потеплению и долгосрочным изменениям во всех компонентах климатической системы,

что повышает вероятность серьезных, широко распространенных и необратимых последствий. В докладе говорится, что некоторые последствия изменения климата будут «продолжаться в течение многих столетий», даже если все выбросы от сжигания ископаемых видов топлива будут остановлены. «Концентрация задерживающего тепло газа на 40 процентов выше, чем в доиндустриальную эпоху, его уровень является беспрецедентным, по крайней мере, в последние 800 тысяч лет», — говорится в докладе.

Многие сложные системы изменяются постепенно под воздействием внешних факторов, однако существует немало систем, в течение долгого времени остающихся внешне относительно стабильными, а затем внезапно переходящих в новое состояние при достижении так называемой критической точки.

Признаки того, что система начинает «трещать по швам», приближаясь к критической точке, по словам ученых, можно обнаружить по скачкообразным вариациям тех или иных параметров. По мере того, как давление внешних факторов, раскачивающих систему, накапливается или усиливается, ее колебания становятся все сильнее, и эти закономерности справедливы для большинства сложных явлений, будь то природные феномены или рукотворные системы.

По мнению экспертов, выступавших на климатической конференции в Оксфордском Университете в сентябре 2009 года, подъем вод Мирового океана на два метра уже практически невозможно остановить. «Проблема подъема вод Мирового океана заключается в том, что вода начинает подниматься очень медленно, но если этот процесс запущен, то остановить его почти невозможно», — говорит Стефан Рамсторф из университета города Потсдам в Германии. [[www.cybersecurity.ru/news/79310.html](http://www.cybersecurity.ru/news/79310.html)]

«Даже если сейчас мы снизим все вредные выбросы до нуля, то процесс подъема все равно будет происходить», — говорит он. Ученый считает, что лучшим выходом из положения была бы стабилизация температур, но даже в этом случае рост объемов Мирового океана продолжится еще как минимум век. Ученый говорит, что задача человечества сейчас заключается в недопущении ускорения темпов этого роста. Сегодня около 40 млн человек живут в регионах ниже уровня моря.

Прошлые изменения климата говорят нам, что климат Земли очень чувствителен к изменениям воздействия. Климат всегда резко реагировал, если нарушался радиационный баланс Земли. Это повторяется и сейчас, когда люди изменяют радиационный баланс за счет увеличения концентрации парниковых газов.

Воздействие последствий изменения климата было тяжелым. Последний великий ледниковый период, когда температура была глобально на 4–7 °С ниже, чем сейчас, полностью преобразовал поверхность Земли и ее экосистемы, и уровень моря был на 120 метров ниже. Когда Земля в последний раз была на 2–3 °С теплее, чем сейчас, во время плейстоцена 3 млн лет назад, уровень моря был на 25–35 метров выше в связи с меньшими ледовыми шапками в теплом климате.





Несмотря на большие естественные изменения климата, недавнее глобальное потепление уже является аномальным. Реконструкции климата позволяют предположить, что на протяжении последних двух тысячелетий глобальная температура никогда не изменялась более чем на  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  в столетие.

Быстрое высвобождение углерода, подобное тому, которое происходит сегодня, также происходило, по крайней мере один раз в истории климата, как показывают данные из отложений возрастом 55 миллионов лет. Этот «Позднепалеоценовый температурный максимум» принес глобальное потепление  $\sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , с пагубным для жизни подкислением океана и массовым вымиранием. Он служит суровым предупреждением для нас сегодня.

Непрекращающиеся выбросы парниковых газов вызовут дальнейшее потепление и долгосрочные изменения во всех компонентах климатической системы, повышая вероятность опасных, всеобъемлющих и необратимых воздействий на людей и экосистемы.

Главное беспокойство ученых — переход экологических порогов, то есть предельных значений, в которых экосистемы могут нормально балансировать друг с другом. «Если экологический порог превышен, то в экосистеме происходят большие, продолжительные и потенциально необратимые изменения», — объясняют специалисты.

Адаптация может уменьшить риски воздействий, связанных с изменением климата, однако ее эффективность имеет пределы, особенно при росте величины и темпов изменения климата.

## Литература

1. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствия на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2009. [<http://climate2008.igce.ru>]
2. Изменение климата. [www.global-climate-change.ru](http://www.global-climate-change.ru)
3. Солнечная радиация и тепловой баланс. <http://www.geo-site.ru/index.php/2011-01-11-14-45-02/95-2011-01-11-15-56-02/397-2011-01-21-11-07.html>
4. Изменения климата 2011 год (декабрь 2010—ноябрь 2011). Обзор состояния и тенденций изменения климата России. М.: Росгидромет; РАН, 2012.
5. Изменения климата и здоровье человека: угрозы и ответные меры. ВОЗ, 2003. <http://www.who.int/globalchange/climate/en/russiansummary.pdf>
6. Сафонов Г.В. Опасные последствия глобального изменения климата. РРЭЦ, GOF, WWW России, 2006. 20 с.
7. Обзор доклада Николаса Стерна «Экономика изменения климата». Изд. 2-е, доп. и перераб. М.: WWF России, 2009.
8. Изменение климата и продовольственная безопасность. <http://agricultura.org/news/izmenenie-klimata-i-prodovolstvennaja-bezopasnost.html>
9. Мировой океан может затопить Землю. <http://www.dni.ru/society/2014/5/13/270355.html>
10. Доклад WWF «Живая планета-2014».
11. Биоразнообразие и изменение климата. Международный день биоразнообразия. Секретариат Конвенции о биологическом разнообразии, 2007. [http://www.biodiversity.ru/programs/climate\\_and\\_biodiversity/pub/biodiversity\\_and\\_climate.pdf](http://www.biodiversity.ru/programs/climate_and_biodiversity/pub/biodiversity_and_climate.pdf).
12. МГЭИК, 2012: Специальный доклад по управлению рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата. Резюме для политиков.
13. Кокорин А.О. Изменение климата: обзор Пятого оценочного доклада МГЭИК. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2014.
14. Информационный бюллетень Американского метеорологического общества. [http://meteocenter.net/meteolib/AMO\\_bull.pdf](http://meteocenter.net/meteolib/AMO_bull.pdf)
15. [http://www.cawater-info.net/int\\_org/inbo/adapt\\_climate.htm](http://www.cawater-info.net/int_org/inbo/adapt_climate.htm)



**ГЛАВА 2**

**МЕЖДУНАРОДНОЕ  
СОТРУДНИЧЕСТВО  
ПО ПРОБЛЕМАМ  
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**



## 2.1. Всемирная программа исследования климата

Основа для понимания планетарных процессов изменения климата и оценки влияния на них человеческой деятельности была заложена во второй половине XX века, когда в рамках проведения в 1957 году Международного Геофизического Года была создана широкая сеть станций по наблюдению за окружающей средой. Наблюдения показали непрерывное повышение концентрации двуокиси углерода в атмосфере Земли.

Отметим, что у истоков идеи о глобальном антропогенном влиянии на климат стояли советские ученые, прежде всего академик М.И. Будыко, который еще в 1971 году на международной конференции по климатологии в Ленинграде высказал убеждение, что в ближайшем будущем начнется глобальное потепление, вызванное антропогенными выбросами  $\text{CO}_2$  и других парниковых газов, которое в XXI веке достигнет нескольких градусов.

В 1970 году Генеральный секретарь ООН У Тан в достаточной степени был озабочен этой проблемой, чтобы упомянуть в своем отчете по экологии возможность *«катастроф, вызванных потеплением»*. Через 42 года Генеральный секретарь ООН Пан Ги Мун, выступая в Дохе в декабре 2012 года на открытии второго этапа 18-й конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата и 8-й конференции участников Киотского протокола на высоком уровне, охарактеризовал процесс изменения климата как *«угрозу для существования всего человеческого рода»*.

Первая Всемирная конференция по климату состоялась в феврале 1979 года, а в 1980 году началось осуществление Всемирной климатической программы (ВКП) под эгидой ВМО, Межправительственной океанографической комиссии (МОК) ЮНЕСКО, Международного научного совета (МСНС) и Организации ООН по окружающей среде (ЮНЕП).

Задачи ВКП были определены следующие:

- помогать народам в использовании имеющихся данных о климате при планировании и регулировании всех сторон человеческой деятельности;



- улучшить современные данные о климате и полнее понять относительное влияние на него различных факторов;
- разработать методы долгосрочного прогнозирования возможных изменений климата, которые могли бы оказаться неблагоприятными для человечества.

В соответствии с главными задачами ВКП представляет собой совокупность четырех программ:

- 1) Всемирной программы исследований климата (ВПИК);
- 2) Всемирной программы климатических данных;
- 3) Всемирной программы воздействий климата;
- 4) Всемирной программы прикладной климатологии.

Вторая всемирная климатическая конференция 1990 года привела к учреждению Глобальной системы наблюдений за климатом (ГСНК).

Важнейшим элементом ВКП является международная научная программа — (ВПИК) [1]. Результаты научных исследований в рамках этой программы используются Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК) для объективной оценки изменений климата и их последствий на природную среду и деятельность человека для последующего определения действий государств по реализации Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (РКИК).

В рамках ВПИК ведется глобальный мониторинг климата Земли, изучается естественная и антропогенная изменчивость климата, проблема предсказуемости климата, влияние Мирового океана на состояние климатических условий, воздействия различных климатических зон на человеческую деятельность, проводятся комплексные исследования возникновения климатических колебаний и изменений, моделируются процессы глобальных и региональных климатических катаклизмов с целью их наиболее эффективного прогнозирования в будущем, разрабатывается всеобъемлющая теория климата.

Основные научные цели ВПИК заключаются в определении предсказуемости климата и степени влияния человека на климатическую систему.

Для достижения этих целей необходимо:

- улучшить знания о глобальных и региональных климатических системах, их изменениях во времени, а также понимание механизмов, вызывающих эти изменения;
- оценить проявления существенных трендов в глобальной и региональных климатических системах;
- разработать и усовершенствовать физические математические модели, которые способны воспроизводить и оценивать предсказуемость климатической системы в различных временных и пространственных масштабах;
- изучить чувствительность климата на возможные природные и антропогенные воздействия и оценить климатические изменения, которые вероятно происходят под влиянием конкретных факторов воздействия.

Международный механизм управления ВПИК включает: Объединенный научный комитет ВМО-МОК-МСНС по ВПИК, Рабочую группу по моделированию

объединенных систем, Рабочую группу по численным экспериментам, Рабочую группу по потокам на поверхности и Объединенный отдел по планированию ВПИК, который располагается в штаб-квартире ВМО в Женеве, Швейцария.

Исследования ВПИК сосредоточены на следующих направлениях:

- наблюдения за изменениями в компонентах, слагающих систему «Земля» — атмосфере, океане, на суше и в криосфере, а также на границах этих компонентов;
- совершенствование знаний и понимания глобальной и региональной изменчивости и изменений климата, а также их механизмов;
- выявление и оценка значимых трендов в глобальных и региональных климатических показателях;
- разработка и усовершенствование численных моделей климатической системы, применяемых в оперативных прогнозах, в широком спектре пространственных и временных масштабов;
- изучение чувствительности климатической системы к естественным и антропогенным воздействиям и оценка изменений, происходящих в результате специфических факторов.

В 2005 году ВПИК разработала новую стратегическую концепцию своих исследований, названную «*Координированное Наблюдение и Прогнозирование Системы "Земля"*» (COPES). Концепция включает общий подход и направления основных разработок по широкому ряду климатических наук, необходимых обществу. В соответствии с этой Концепцией в настоящее время ВПИК обеспечивает развитие и внедрение в практику глобальных комплексных климатических наблюдений, методов обработки информации и моделей для следующих целей:

описания текущего и будущего состояния климата Земли и его изменчивости, в которых были бы учтены комплексные взаимосвязи и механизмы обратной связи между океанами, сушей, атмосферой Земли и человеческой деятельностью;

доведения этой научной информации до сведения руководящих органов, отвечающих за разработку стратегии и управление рисками и возможностями, связанными с колебаниями климата и его изменениями, во всех секторах мировой экономики.

Крупные задачи, поставленные в стратегической Концепции ВПИК, включают:

развитие непрерывного спектра климатических прогнозов — от сезонных до десятилетних и даже для столетнего масштаба времени;

оценку предсказуемости климатической системы Земли в свете ее крайней сложности;

предсказание климата как компонента всей системы «Земля», включая вклад в нее человеческой деятельности;

анализ прошлого и текущего состояния климатической системы для выявления, определения и объяснения конкретных причин имеющихся изменений, включая человеческую деятельность;

приложение полученных результатов в сфере социально-экономических последствий изменений климата, перед лицом которых сейчас поставлено все население планеты.

ВПИК определила ряд социально важных областей научного поиска за пределами традиционных научных дисциплин об окружающей среде. Эти области исследований включают:

- антропогенные (вызванные человеком) изменения климата;
- химию атмосферы и климат, то есть влияние изменения состава атмосферы на климат и обратное влияние колебаний климата и его изменений на состав атмосферы;
- подъем уровня Мирового океана — причины и последствия его колебаний и изменений, в особенности для населения береговой зоны морей и океанов;
- климатические аномалии (экстремальные явления, такие как жара, наводнения, засухи) — их размах, частота, суровость и вероятность их наступления;
- сезонные прогнозы — исследование сезонного хода процессов и их изменений;
- десятилетние прогнозы — процессы и явления, способствующие колебаниям климата в масштабе десятилетий и влияющие на их предсказуемость;
- муссоны — процессы, влияющие на ежегодный приход муссонов и определяющие их предсказуемость.

ВПИК осуществляет свою деятельность с помощью следующих основных проектов:

- Климат и Криосфера (CIC);
- Колебания и Предсказуемость Климата (CLIVAR);
- Эксперимент по Круговороту Энергии и Воды (GEWEX);
- а также с помощью Рабочей Группы по Совместному Моделированию (WGCM) и Рабочей Группы по Численному Экспериментированию (WGNE). Стратосферные процессы и их роль в Климате (SPARC).

Результаты исследований ВПИК составили научно-информационную базу для таких фундаментальных документов по окружающей среде, как Научная оценка сокращения и восстановления озонового слоя (WMO/UNEP), а также оценочных докладов по изменению климата МГЭИК. Работы ВПИК внесли существенный вклад недавно опубликованных обзоров по влиянию состояния криосферы на климат полярных районов.

Исследования климата в рамках ВПИК выполняются на переднем крае климатической науки с точки зрения понимания и прогнозирования изменчивости климата. В частности, ВПИК делает упор на развитие климатических предсказаний до уровня прогнозов (то есть решения математических уравнений климатических моделей с учетом реальных начальных условий). Потребность в прогнозах о состоянии окружающей среды становится все более и более актуальной и основывается на понимании того, что климатическая

система неразрывно связана с биогеохимией Земли и человеческой деятельностью.

Климатические наблюдения создают основу для исследований климата. Они также используются для задания начальных условий при его прогнозировании. В связи с этим, непрерывность и однородность климатических наблюдений на протяжении многих десятилетий чрезвычайно важны для оценки климатических колебаний. В то время, как сеть наблюдений за планетой Земля расширяется, организация и поддержка глобальных измерений основных климатических переменных по-прежнему оказывается непростым делом. Они требуют международной координации усилий различных организаций и программ, проводящих измерения, и согласования требований к наблюдениям с потребителями климатической информации. ВПИК неустанно работает над созданием надежной глобальной системы климатических наблюдений.

**Глобальная система наблюдений за климатом** построена на основе существующих оперативных и научных систем наблюдения, управления данными и распространения информации. Она базируется на касающихся климата компонентах Глобальной системы наблюдений ВМО, Глобальной системы наблюдений за океаном, Глобальной системы наблюдений за поверхностью суши и на различных программах, осуществляющих мониторинг дополнительных ключевых компонентов климатической системы, таких как атмосферные составляющие. Официально об ее основании впервые было объявлено на первом совещании Объединенного научно-технического комитета ГСНК в Женеве в апреле 1992 года [8].

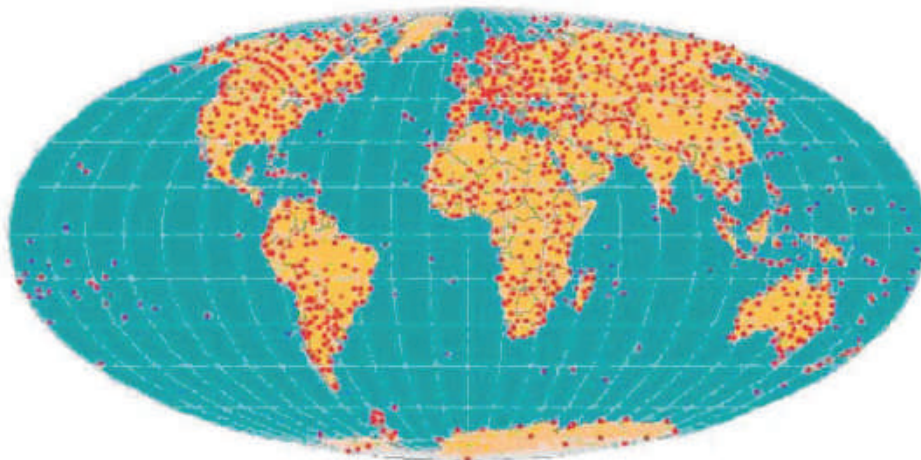
Основная задача ГСНК — организовать долговременную систему наблюдений за климатом, опираясь на уже существующие системы наблюдений за атмосферой, океаном и поверхностью суши. В соответствии с принятыми принципами климатического мониторинга, система наблюдений позволит создать базу данных о глобальных и региональных изменениях климата за длительный период времени с целью информирования правительств о происходящих изменениях климата.

В 2003 году был опубликован *«Второй доклад о достаточности глобальных систем наблюдений за климатом в поддержку Рамочной конвенции ООН по изменению климата»*, подготовленный секретариатом ГСНК, в котором сформулированы научные требования к систематическим наблюдениям. Согласно этому докладу, климатические наблюдения необходимы для того, чтобы:

- определить текущее состояние климата и его изменчивость;
- выполнить мониторинг воздействий естественного и антропогенного происхождения на климат;
- обеспечить исследования по идентификации причин климатических изменений;
- содействовать предсказанию глобальных изменений климата;

- дать характеристику экстремальных явлений, оказывающих важное влияние на хозяйственную деятельность и приводящих к необходимости разработки адаптационных мер;
- оценить риски и уязвимость.

Многие наблюдения в атмосфере, относящиеся к ГСНК, проводятся в рамках уже существующих и успешно функционирующих систем наблюдений (рис. 2.1).



**GCOS Secretariat, 1 January 2005**

Рис. 2.1. Базовая сеть наземных станций Глобальной системы наблюдения за климатом (Global Climate Observing System – GCOS), <http://www.wmo.ch/web/>

Стратегия реализации наблюдений за климатом опирается на пять типов сетей:

1) системы наблюдений, включая региональные и национальные, которые дают возможность получить достаточно полные сведения о состоянии окружающей среды и ее изменчивости;

2) опорные глобальные системы наблюдений, которые включают ограниченное число пунктов наблюдений, но которые имеют длинные ряды измерений высокого качества наиболее важных климатически значимых переменных;

3) реперные сети наблюдений, на которых проводятся высокоточные измерения большого числа переменных в нескольких пунктах для целей калибровки спутниковых приборов;

4) исследовательские сети, которые выполняют измерения локальной изменчивости ключевых параметров с целью изучения климатических процессов;

5) экосистемные сети, на которых проводятся измерения ограниченного числа переменных в нескольких пунктах для специальных целей.

В настоящее время представляется нереальным для целей ГСНК осуществлять мониторинг данных наблюдений со всех пяти типов сетей. Поэтому в ка-



честве приоритетных рассматриваются сети типа 1, включая спутниковые наблюдения, опорные глобальные сети наземных наблюдений типа 2, отдельные реперные сети типа 3 и отдельные исследовательские сети типа 4, имеющие длинные ряды наблюдений. В принципе, на территории России существуют все пять типов сетей, имеющих разную степень развития. В настоящее время наземная метеорологическая сеть ГСНК включает примерно 1000 станций, равномерно распределенных по земному шару (тип 2).

Глобальная система наблюдений за климатом поддерживает все аспекты Всемирной климатической программы, роль МГЭИК в оценке изменения климата и роль Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата в формировании международной политики в области климата.

В области наблюдений за атмосферой на основе широкой сети наблюдений Всемирной службы погоды были созданы Сеть приземных наблюдений ГСНК (СПНГ) и Аэрологическая сеть ГСНК (ГУАН). В состав СПНГ и ГУАН входят станции, осуществляющие высококачественные наблюдения в течение длительного периода времени, что особенно актуально для климатических целей.

Значимым примером прогресса, достигнутого в области наблюдений за океаном, является создание глобальной сети ныряющих буев «Арго». План системы Арго, предполагавший размещение 3000 ныряющих буев, был выполнен в 2007 году, а в настоящее время работают более 3500 буев, которые обеспечивают формирование одного из ключевых массивов данных, получаемых в результате мониторинга температуры и солености океана. Конечная цель проекта — создать сеть из буев «АРГО», равномерно размещенную по всему Мировому океану с пространственным разрешением около 300 км [<http://ocean.extech.ru/ioc/programs/argo.php>].

Буй «АРГО», выпущенный на поверхность, опускается до глубины 2000 метров и дрейфует с течением на этой глубине в течение 10 дней, затем поднимается на поверхность, измеряя распределение температуры и солености по глубине. На поверхности буй передает по радио данные измерений и свое положение на орбитальный спутник и затем вновь опускается на глубину для продолжения цикла измерений. Продолжительность работы буев оценивается от 4 до 5 лет. Орбитальные спутники, получив данные буев, передают их на наземные приемные станции и через них распространяются по всему миру в оперативные прогностические центры и научные центры в оперативном режиме через глобальную систему телесвязи. Данные наблюдений доступны для всех без ограничений. Эти данные буев «АРГО» вместе с другими данными наблюдений используются для подготовки «карт погоды» океана, инициализации климатических прогностических моделей системы океан-атмосфера и для улучшения нашего понимания самого океана.

В дополнение к широкому охвату, который обеспечивает эти сети, была возвращена глобальная система опорных станций, известная под названием Океан-СИТЕС, которая обеспечивает на 60 станциях измерение десятков переменных параметров по всей глубине океана.



В течение всей истории существования Глобальной системы наблюдений за климатом отмечается интенсивное взаимодействие между Программой ГСНК и Комитетом по спутниковым наблюдениям за Землей, который является главным международным органом по координации наблюдений за Землей из космоса.

Экспертный сегмент III Всемирной климатической конференции в 2009 году определил Глобальную систему наблюдений за климатом в качестве важнейшего элемента новой Глобальной рамочной основы для климатического обслуживания. В новом климатическом обслуживании испытывают потребность крупные пользовательские секторы, включая водное хозяйство, сельское хозяйство, здравоохранение и органы по обеспечению готовности к бедствиям и ликвидации их последствий. Глобальная система наблюдений за климатом должна быть способна удовлетворить потребности в этом новом обслуживании на глобальном, региональном и местном уровнях.

Помимо новой потребности в климатических наблюдениях для поддержки развития и использования климатического обслуживания, имеется также потребность в климатических наблюдениях для управления климатическими рисками и адаптации к изменению климата. Необходимым условием для эффективного управления климатическими рисками является наличие надежной информации о том, как региональный климат будет меняться в сезонном и межгодовом временных масштабах или как он изменится в десятилетнем и более длительных временных масштабах.

## 2.2. Доклады Межправительственной группы экспертов по изменению климата

### 2.2.1. Межправительственная группа экспертов по изменению климата

В 1988 году Программа ООН по окружающей среде и Всемирная метеорологическая организация создали Межправительственную группу экспертов по изменению климата (МГЭИК).

МГЭИК является открытой для всех стран-членов ООН и ВМО. Роль МГЭИК состоит в оценке на всесторонней, объективной, открытой и транспарентной основе имеющейся научно-технической и социально-экономической информации,



связанной с пониманием научной основы риска изменения климата, вызванного деятельностью человека, его потенциального воздействия и вариантов адаптации и смягчения последствий.

МГЭИК не ведет ни научных исследований, ни мониторинга данных, связанных с климатом, или других соответствующих параметров. Ее оценки основываются, главным образом, на прошедшей внешней рецензирование и опубликованной научно-технической литературе. Основная задача МГЭИК состоит в выпуске с регулярными интервалами оценок состояния знаний об изменении климата. МГЭИК также готовит специальные доклады и технические документы, посвященные вопросам, по которым требуется независимая научная информация и консультации, и поддерживает Рамочную конвенцию ООН об изменении климата (РКИК ООН) посредством своей работы над методологиями составления национальных кадастров парниковых газов.

При содействии со стороны Всемирной метеорологической организации и Программы ООН по охране окружающей среды (ЮНЕП) МГЭИК должна оценить величину и сроки климатических изменений, выявить вероятные экологические и социально-экономические эффекты, проанализировать возможные стратегии по предотвращению негативных последствий. Генеральная Ассамблея ООН приветствовала создание МГЭИК и призвала мировое сообщество рассматривать изменение климата как приоритетную проблему.

Поскольку климатические изменения охватывают много разных вопросов, в экспертную группу вошли не только климатологи, но и биологи, экономисты, социологи, медики и др. В то же время МГЭИК не должна заниматься собственными исследованиями, а только обрабатывать и суммировать все имеющиеся и тщательно отрецензированные научные данные. Она также не должна предлагать собственных рекомендаций, а лишь предоставлять правительствам информацию, нужную для принятия политических решений.

В своей структуре МГЭИК имеет три рабочие группы и одну целевую группу: рабочая группа I оценивает научные аспекты климатической системы и изменения климата;

рабочая группа II рассматривает вопросы уязвимости социально-экономических и природных систем к изменению климата, отрицательные и положительные последствия изменения климата и варианты адаптации к ним;

рабочая группа III оценивает варианты ограничения выбросов парниковых газов и тем самым смягчения последствий изменения климата;

целевая группа по национальным кадастрам парниковых газов отвечает за Программу МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов.

МГЭИК отводится особая роль в формировании глобальной климатической политики — подготовка максимально полных научных обзоров проблемы изменения климата, оценочных докладов, причем их текст консенсусом утверждается учеными, назначенными правительствами всех стран-членов ВМО и ЮНЕП.

Все страны едины во мнении, что влияние человека на климат  $\frac{3}{4}$  — сильное и потенциально опасное явление, что его важно ограничить в относительно

безопасных пределах. В качестве индикатора такого ограничения берется  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  антропогенного роста средней температуры приземного слоя воздуха. Данное значение согласовано всеми странами.

МГЭИК — научная организация, которая не делает никаких выводов о действиях стран. Эта роль, равно как и принятие решений, оставлена за РКИК ООН и другими форумами. МГЭИК лишь говорит о том, с какой вероятностью индикатор  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  будет соблюден при той или иной динамике глобальных выбросов парниковых газов. Далее МГЭИК дает лишь примерные варианты распределения желательного снижения выбросов между развитыми и развивающимися странами.

Отчеты МГЭИК обеспечили научную основу для дипломатических переговоров, увенчавшихся принятием *Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН)*.

### 2.2.2. Первый доклад МГЭИК

Первый доклад МГЭИК был опубликован в 1990 году, и самым важным в нем оказался вывод — рост концентрации двуокиси углерода и других парниковых газов в атмосфере вызван человеческой деятельностью и может привести к повышению температуры в масштабе всей планеты с соответствующими изменениями климата. Если эмиссии парниковых газов будут расти в соответствии с прогнозами, то средняя температура атмосферы Земли начнет возрастать на  $0,3 \pm 0,15\text{ }^{\circ}\text{C}$  за десятилетие. Подобное увеличение было бы беспрецедентным, на планете не наблюдалось ничего подобного, по крайней мере в течение десяти тысяч лет. МГЭИК призвала к подготовке специального глобального соглашения по решению этой проблемы [2].

Первый оценочный доклад МГЭИК 1990 года был посвящен некоторым самым неотложным вопросам. Многие другие вопросы остались нерешенными. Ученые всего мира согласились, что они имеют лишь ограниченное представление о некоторых ключевых факторах изменения климата, таких как источники выбросов и поглощения парниковых газов, природа взаимосвязей между облаками, океанами и полярными ледовыми шапками. Они пришли к выводу, что точные прогнозы изменения климата чрезвычайно трудно сделать. Особенно сложно дать прогноз сроков наступления явлений, их точной величины и региональных последствий. В этом докладе группа экспертов почти не дает информации о методах борьбы с климатическими изменениями.

В Докладе подчеркивалось, что проблема климатических изменений очень продолжительна по времени. Даже если выбросы не будут возрастать, а просто останутся на существующем уровне, концентрация парниковых газов будет расти еще в течение нескольких столетий. Чтобы остановить этот процесс, необходимо что-то более радикальное. Стабилизация концентрации долгоживущих парниковых газов на современном уровне потребует сокращения их выбросов более чем на 60%.



Правительства разных стран не могли проигнорировать столь сильное предупреждение и поняли, что они должны создать некий юридически обязательный инструмент для решения проблемы. Генеральная Ассамблея ООН призвала правительства сделать всю необходимую подготовительную работу и в декабре 1990 года сформировала Межправительственный переговорный комитет по разработке Рамочной конвенции об изменении климата.

### 2.2.3. Второй оценочный доклад МГЭИК

Второй оценочный доклад МГЭИК 1995 года был более подробным, чем первый. Группа подтвердила основные выводы первого доклада и заявила, что *«имеющиеся сведения говорят о значимом влиянии человека на глобальный климат»*. С конца XIX века средняя глобальная температура выросла на 0,5 °С. В докладе были оценены последствия климатических изменений для окружающей среды — нарушение хрупкого баланса между экосистемами и внутри них [2].

В докладе также рассматривались варианты реагирования на изменения климата. Они включают смягчение или сокращение выбросов, абсорбцию парниковых газов (в т. ч. лесами), их консервацию в виде органического углерода — секвестрацию. Кроме того, они предполагают адаптацию — изменение подходов к сельскохозяйственному производству, переселение людей на более безопасные территории и т. п. В докладе отстаивался гибкий подход: вместо того, чтобы выбрать определенную политику на будущие столетия, мировое сообщество должно выбрать стратегию, приемлемую для текущей ситуации, и далее адаптировать ее во времени с учетом новой информации.

Степень приемлемости той или иной стратегии будет определяться потенциальными экономическими издержками. Если страны должны будут снизить выбросы ниже уровня 1990 года, то это может отрицательно сказаться на их экономическом росте. Тем не менее, существует целый ряд мер, которые позволяют развитым странам минимизировать издержки. Развивающиеся страны также обладают широкими возможностями по снижению выбросов парниковых газов. В докладе говорится и о том, что большинство стран имеют большие возможности по реализации беспроигрышных мер, которые несут дополнительные выгоды. Такими мерами могут быть снижение энергетических затрат или предотвращение загрязнения окружающей среды. Они имеют немалую самостоятельную ценность, даже без учета положительного эффекта для климатической системы.

Учитывая неопределенности и потенциальный долгосрочный экономический ущерб от климатических изменений, все страны должны осуществлять предупредительные меры и другие действия, помимо беспроигрышных.

Во втором оценочном докладе был сделан вывод о необходимости срочного сотрудничества на международном уровне, которое должно быть широким и при этом позволяло бы решать проблему изменения климата без серьез-

ного воздействия на развитие экономики. Таким образом, доклад послужил научной основой для переговоров, которые привели к созданию Киотского протокола.

## 2.2.4. Третий оценочный доклад МГЭИК

Третий оценочный доклад МГЭИК был опубликован в 2001 году. Он позволил углубить понимание научных вопросов изменения климата. На основе исторических данных о климатических изменениях было установлено, что за последние 200 лет концентрация углекислого газа возросла с 280 до 368 частей на миллион, то есть до 368 молекул углекислого газа на каждый миллион молекул, находящихся в воздухе. Аналогичный рост произошел и у концентраций метана и закиси азота. Для 2100 года были получены результаты в пределах 540–970 частей на миллион. Была дана оценка соответствующего роста температуры: в период с 1990 до 2050 года рост составит от 0,8 до 2,6 °С, а к 2100 году — от 1,4 до 5,8 °С [2].

В докладе опять была предпринята попытка ответить на вопросы, связанные с определенными концентрациями газов в атмосфере. Например, какими будут эффекты глобального потепления при различных уровнях концентрации парниковых газов, к каким экономическим последствиям они приведут? Возможно ли стабилизировать концентрацию парниковых газов на каком-то определенном уровне, и сколько это будет стоить (рис. 2.2)?



Рис. 2.2. Прогноз воздействия выбросов на рост температуры и подъем уровня моря

Несмотря на то, что Третий оценочный доклад полностью не устранил научную неопределенность величины и масштабов климатических изменений, в определенной степени он ее снизил и, таким образом, создал твердый фундамент для дальнейших действий.

В докладе приводится анализ мер, которые необходимо предпринять для снижения ущерба от климатических изменений. В этом вопросе также сохраняются большие неопределенности.

Вместе с тем, в дополнение к издержкам, необходимо учитывать и потенциальные выгоды от предотвращения изменения климата — экологические, социальные и экономические.

В докладе сделан вывод о том, что «существует новое и более убедительное свидетельство того, что большая часть потепления, наблюдаемого в последние 50 лет, связана с человеческой деятельностью». В то же время в докладе подчеркивается необходимость дальнейших комплексных научных исследований для получения обоснованных данных, которые могут стать основой для принятия решений на национальном и международном уровнях.

### 2.2.5. Четвертый оценочный доклад МГЭИК

Четвертый оценочный доклад МГЭИК был представлен в ноябре 2007 года. В докладе были отражены самые последние научные выводы о наблюдаемых изменениях климата, их причинах и последствиях, в т. ч. и на региональном уровне, прогнозы предстоящих климатических изменений; содержатся рекомендации по возможным адаптационным мерам и смягчению негативных последствий [2].

Отмечено, что изменения атмосферных концентраций парниковых газов и аэрозолей, солнечной радиации и свойств подстилающей поверхности влияют на поглощение, рассеяние и излучение радиации в толще атмосферы и на поверхности Земли. В результате происходят изменения радиационного баланса, приводящие к потеплению или похолоданию.

Результаты анализа ледовых кернов показывали, что современная атмосферная концентрация основного парникового газа — двуокиси углерода — намного превышает соответствующие значения за последние 650 000 лет. Современные глобальные концентрации метана и закиси азота также существенно превысили доиндустриальные значения за многие десятки тысяч лет.

Возрастание концентрации всех трех основных парниковых газов с середины XVIII века в основном является результатом деятельности человека — сжигания углеродного топлива и развития сельского хозяйства (двуокись углерода), а также изменений землепользования (метан и закись азота).

По сравнению с 3 Докладом МГЭИК улучшилось понимание антропогенного фактора, приведшего к увеличению радиационного воздействия на климатическую систему с 1750 года на 1,6 Вт/м<sup>2</sup> и, соответственно, к потеплению. Антропогенный фактор, по крайней мере, в пять раз превышает эффект колебаний солнечной активности. Степень достоверности этих выводов, основанных на новейших результатах анализа данных наблюдений, оцениваются, соответственно, как очень высокая и высокая.

Благодаря улучшению и увеличению баз данных наблюдений, большому разнообразию наблюдений и совершенствованию методов анализа в последние несколько лет, достигнут значительный прогресс в понимании того, как климатическая система изменялась во времени и пространстве. Факт глобального потепления климата не вызывает сомнений: глобальный рост температуры воздуха и океана, таяние льда и снега, повышение уровня моря — очевидны. В частно-

сти, 11 из 12 лет (включая 2006 год) являются самыми теплыми за весь период инструментальных наблюдений за глобальной температурой (с 1850 года).

За последнее столетие (1907–2006 годы) изменение средней глобальной температуры воздуха составило 0,74 °С, причем линейный тренд температуры в последние 50 лет (0,13 °С за десятилетие), почти вдвое превышал соответствующее значение для столетия. Согласно наблюдениям с 1961 года, повышение средней температуры Мирового океана проникло до глубины 3 км. Поглощение более 80% дополнительного тепла из атмосферы приводит к термическому расширению воды в океане, которое, наряду с таянием ледников и ледяных щитов, приводит к повышению среднего уровня моря. В течение XX века подъем среднего уровня моря составил 0,17 м. За период спутниковых наблюдений (с 1978 года) произошло значительное сокращение ледяного покрова океана в Северном полушарии, в летние месяцы составившее, в среднем, 7,4% за десятилетие. Значимые изменения произошли не только в средних климатических характеристиках, но и в изменчивости и экстремальности климата. Палеоклиматические данные подтверждают необычность происходящих климатических изменений, по крайней мере для последних 1300 лет. Приблизительно 125 000 лет назад из-за изменений орбитальных параметров Земли полярные регионы в течение продолжительного времени были теплее на 3–5 °С чем в настоящее время, что привело к уменьшению массы полярного льда и повышению уровня моря на 4–6 м.

По сравнению с Третьим оценочным докладом, благодаря развитию физико-математического моделирования и совершенствованию методов анализа данных наблюдений и результатов моделирования, в Четвертом оценочном докладе выводы относительно причин наблюдаемого потепления были существенно усилены. Крайне маловероятно, что изменения климата, наблюдавшиеся за последние 50 лет, происходили без внешнего воздействия. С высокой степенью вероятности можно утверждать, что рост концентраций антропогенных парниковых газов (ПГ) ответственен за большую часть глобального потепления, начиная с середины XX века Антропогенное влияние выявлено теперь и в других характеристиках, включая средние континентальные температуры (за исключением Антарктиды), циркуляцию атмосферы и некоторые виды экстремальных явлений.

Для оценки будущих изменений климата был реализован беспрецедентный по своим масштабам и количеству участников модельный проект. В ходе подготовки доклада были проведены эксперименты с 23 сложными физико-математическими моделями атмосферы и океана, представляющими 16 ведущих исследовательских групп из 11 стран. Основу этого проекта составили расчеты климата XX века при заданных, в соответствии с наблюдениями, концентрациях парниковых газов и аэрозолей, а также три сценарных расчета климата XXI века (для сравнительно «жесткого», «умеренного» и «мягкого» сценариев антропогенных выбросов парниковых газов и аэрозолей).

Были проведены и другие расчеты, например, контрольный расчет при постоянной концентрации парниковых газов, отвечающей уровню доиндустриальной эпохи; расчет для сценария, при котором концентрации ПГ и аэрозолей фиксируются на уровне 2000 года, и др.

В ближайшие два десятилетия, независимо от сценария, глобальное потепление продолжится со скоростью около  $0,2$  °C за десятилетие. Согласно модельным расчетам, даже при фиксировании концентраций на уровне 2000 года, потепление продолжалось бы за счет уже накопленных в атмосфере парниковых газов со скоростью  $0,1$  °C за десятилетие.

Сохранение эмиссий парниковых газов на современном уровне, не говоря уж об увеличении эмиссий, с высокой степенью вероятности вызовут дальнейшее потепление и многочисленные и сопутствующие изменения глобальной климатической системы в течение XXI века, которые будут больше изменений, наблюдавшихся в XX веке.

По отношению к последнему двадцатилетию XX века, к концу XXI века, в зависимости от сценария, глобальное потепление составит (в среднем по ансамблю моделей) от  $1,8$  °C («очень мягкий» сценарий антропогенного воздействия B1 с вероятными пределами от  $1,1$  до  $2,9$  °C) до  $4,6$  °C («очень жесткий» сценарий A1FI с вероятными пределами от  $2,4$  до  $6,4$  °C), а повышение уровня моря, соответственно — в среднем, от  $0,19$  до  $0,58$  м. В отдельной группе расчетов было учтено уменьшение поглощения двуокси углерода океаном и суши при потеплении климата, что для сценария A2 привело к дополнительному увеличению глобального потепления к 2100 году на  $1$  °C.

Вероятность усиления экстремальности климата, включая волны тепла, сильные ливни и др. оценивается как очень высокая. Вероятно увеличение интенсивности тропических циклонов (тайфунов) в результате дальнейшего повышения температуры поверхности океана в низких широтах. Ослабление меридиональной циркуляции в Северной Атлантике составит, в среднем, 25%, при этом продолжится рост температуры воздуха в Северо-Атлантическом регионе. Однако до конца XXI века возможность резких изменений общей циркуляции океана оценивается как крайне маловероятная. Произойдет смещение к полюсам путей внетропических циклонов. Ожидается сокращение ледяного покрова Мирового океана, причем в некоторых сценариях к концу XXI века возможно полное освобождение Северного Ледовитого океана ото льда в конце лета. Будущие изменения осадков имеют противоположные тенденции в разных регионах (увеличение осадков в высоких широтах и уменьшение над большей частью суши в субтропиках), что приведет к возрастанию угрозы наводнений в одних регионах и учащению засух в других.

По результатам четвертого доклада, Совет Безопасности ООН провел свое первое заседание по проблеме глобального изменения климата. Включив этот вопрос в повестку дня, Совет Безопасности ООН тем самым откликнулся на растущую в мире озабоченность угрожающими последствиями климатических



изменений. Насколько обоснована эта озабоченность, показал четвертый по счету доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), действующей под эгидой ООН. Согласно заключению экспертов, глобальное потепление неоспоримо и уже необратимо. Опираясь на обобщенные данные научных исследований, проводившихся в течение последних шести лет по всему миру, авторы доклада делают вывод о существенной роли в изменении климата антропогенного фактора [4].

У конфликтов, создающих угрозу миру и безопасности, могут быть разные побудительные мотивы: борьба за власть и влияние; идеологические, религиозные, этнические, национальные и межгосударственные противоречия; экономическое, социальное и политическое неравенство. Глобальное изменение климата, казалось бы, не относится к их числу, однако его воздействие становится реальным фактором усиления упомянутых выше мотивов.

Правительство Великобритании представило в Совет Безопасности ООН «концептуальный документ», где было выделено несколько направлений возможного влияния климатических изменений на ситуацию в сфере безопасности.

1. *Пограничные споры.* Таяние ледников и повышение уровня моря, обусловленные глобальным потеплением, могут уже в нынешнем столетии привести к серьезным изменениям береговых линий и очертаний глобальной суши. Это породит споры по поводу межгосударственных границ, морских экономических зон и других территориальных прав (например, в отношении континентальных шельфов в Северном Ледовитом океане).

2. *Миграция населения.* Наводнения, нехватка пресной воды, снижение производительности сельского хозяйства вызовут увеличение миграционных потоков, в том числе трансграничных. К середине нынешнего столетия число вынужденных переселенцев может достичь 200 млн человек. Миграция такого масштаба, сопровождающаяся изменением этнического состава населения, усилит воздействие факторов, способствующих дестабилизации и возникновению конфликтов.

3. *Нехватка энергии и других ресурсов.* Изменение климата чревато нарастанием дефицита таких ресурсов, как пресная вода, пахотные земли, продовольствие и рыбные запасы. Обострение конкурентной борьбы за ресурсы в пределах отдельных общин и между государствами повысит угрозу вооруженных конфликтов.

4. *Социальная напряженность.* Глобальное потепление может серьезно затруднить решение проблем развития и борьбы с нищетой в развивающихся странах, что повлечет за собой усиление социальной напряженности, способное вылиться в острые конфликты как внутри отдельных государств, так и между ними.

5. *Гуманитарные кризисы.* Изменение климата повышает вероятность стихийных бедствий, ведущих к гуманитарным кризисам. Такие кризисы, как показывает опыт, сопровождаются обострением социальной напряженности и

этнических конфликтов в трансграничных районах, что может негативно сказаться на международной безопасности. Открывая заседание Совета Безопасности ООН, посвященное глобальным климатическим изменениям, представитель Великобритании М.Беккет (тогда — министр иностранных дел) особо подчеркнула правомерность обсуждения этой проблемы в рамках данного института. «Одной из важнейших задач Совета Безопасности, — заявила она, — является предотвращение конфликтов, и поскольку изменение климата может усилить действие конфликтогенных факторов, оно должно рассматриваться не только с точки зрения экономики, развития и окружающей среды, но и с точки зрения безопасности».

Обсуждение в Совете Безопасности последствий климатических изменений не предусматривало принятия какого-либо итогового документа. Но по ходу прений был высказан ряд предложений. Одно из главных, поддержанное многими, — о проведении встречи руководителей государств мира по вопросу об изменении климата. Подчеркивалась настоятельная необходимость разработки режима эффективной борьбы с последствиями глобального потепления после окончания действия Киотского протокола, то есть после 2012 года. Франция предложила создать Экологическую организацию на основе Программы ООН по окружающей среде.

Осознание серьезности проблемы и необходимости принятия неотложных мер постепенно проникает в мировую политику. Пример подал Европейский Союз который на саммите в Брюсселе в марте 2007 года одобрил предложение Германии в одностороннем порядке сократить к 2020 году выбросы парниковых газов на 20%. Более того, ЕС готов пойти на 30-процентное (по сравнению с 1990 годом) снижение вредных выбросов — при условии, что его примеру последуют другие развитые страны (при посильном вкладе продвинутых в экономическом отношении развивающихся стран).

## 2.2.6. Пятый оценочный доклад МГЭИК

Пятый доклад МГЭИК (2013 год) подтвердил: человеческая деятельность — несомненная причина глобального потепления [2, 3].

В четвертом докладе МГЭИК говорилось буквально следующее: «Большая часть наблюдавшихся изменений среднемировой температуры с середины XX века, весьма вероятно (*very likely*), связана с наблюдавшимся ростом концентрации антропогенных парниковых газов».

Доклад 2007 года уделял основное внимание выбросам парниковых газов, а в новом докладе охвачены все виды антропогенного воздействия на климат, в том числе охлаждающий эффект аэрозолей (веществ, которые не только загрязняют воздух, но и рассеивают солнечный свет). Последний компенсирует около трети потепления, причиненного выбросами парниковых газов. Но даже с учетом этого охлаждающего эффекта человеческая деятельность по-прежнему



остается главным источником глобального потепления, наблюдаемого вот уже шесть десятилетий.

Доклад сфокусирован, преимущественно, на анализе изменений климата за последние 50 лет и прогнозах состояния климатической системы Земли в XXI веке в условиях усиливающейся антропогенной нагрузки.

Обзор научных исследований по вопросу изменения климата подтвердил, что изменения климата происходят, последствия становятся все более разрушающими и что нужны срочные меры по удержанию глобального потепления в пределах  $2^{\circ}\text{C}$ . Без серьезной стратегии по борьбе с изменением климата, которая предусматривала бы стабилизацию в этом веке выбросов парниковых газов, существует высокая вероятность того, что к 2100 году глобальная температура значительно превысит лимит в  $2^{\circ}\text{C}$  от доиндустриального уровня — что повлечет за собой катастрофическое потепление с разрушительными глобальными последствиями.

В чем же основная причина глобального потепления? В докладе говорится, что выбросы «потепление, наблюдавшееся с 1951 года, можно отнести на счет различных естественных и антропогенных факторов, и их вклад поддается вычислению. Вклад парниковых газов в среднемировое приповерхностное потепление, скорее всего, находится в районе  $0,5\text{--}1,3^{\circ}\text{C}$ , а других антропогенных климатообразующих факторов, в том числе аэрозольного эффекта, — в пределах от  $-0,6$  до  $0,1^{\circ}\text{C}$ ».

А что не является причиной глобального потепления? Естественные внешние факторы (например, солнечная активность) и естественные внутренние факторы (например, циклические процессы, протекающие в Мировом океане). Так, вклад естественных климатообразующих факторов, скорее всего, находится в пределах от  $-0,1$  до  $0,1^{\circ}\text{C}$ ; внутренней вариативности — от  $-0,1$  до  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

В целом, за последние 60 лет, среднемировое приповерхностное потепление составило около  $0,6^{\circ}\text{C}$ . Согласно наиболее вероятной оценке МГЭИК, парнико-

вые газы повысили температуру примерно на 0,9 °С, а произведенные аэрозоли охладили планету где-то на 0,3 °С. В этот период естественные внешние факторы не оказали практически никакого влияния на глобальную температуру.

Что до естественной внутренней изменчивости климатической системы Земли, то кратковременные «шумы» в долгосрочной перспективе сводятся к нулю. Теплые и холодные периоды в жизни океана компенсируют друг друга, так что долговременного влияния на среднемировую температуру они тоже не оказывают.

Итак, с 95-процентной определенностью МГЭИК утверждает, что на человеке лежит ответственность за большую часть наблюдавшегося с 1951 года приповерхностного потепления. Наиболее вероятная оценка гласит, что люди — причина 100% потепления.

Как уже говорилось ранее, МГЭИК не проводит собственных исследований. Ее доклад — сумма научных работ, увидевших свет за последние годы. В научной климатологической литературе существует 97-процентный консенсус относительно того, что именно человеческая деятельность вызвала глобальное потепление.

Вот некоторые выводы из доклада:

0,85 — на столько градусов Цельсия суша и океаны Земли нагрелись с 1880 по 2012 год;

3,7 — на столько градусов Цельсия повысится среднемировая приповерхностная температура в 2081–2100 годах, если выбросы парниковых газов будут увеличиваться нынешними темпами;

19 — на столько сантиметров вырос уровень моря с 1901 по 2010 год;

40 — на столько процентов выросла концентрация углекислого газа в атмосфере с 1750 по 2011 год;

63 — на столько сантиметров повысится уровень моря в 2081–2100 годах, если выбросы парниковых газов будут увеличиваться нынешними темпами.

Сценарии, использованные при подготовке предыдущего доклада МГЭИК, на этот раз были заменены упрощенным набором из четырех, которые называются «*Репрезентативными путями концентрации*» (Representative Concentration Pathways, RCPs). Их называют в зависимости от того, сколько дополнительной энергии (Вт/м<sup>2</sup>) уловят парниковые газы в 2100 году — 2,6, 4,5, 6,0 или 8,5.

RCP8.5 — сценарий типа «все по-старому» (выбросы продолжают расти с нынешней скоростью), остальные подразумевают снижение выбросов в различной степени. Два средних сценария различаются тем, что в одном концентрация парниковых газов стабилизируется до конца века, в другом — после. По самому благоприятному сценарию (RCP2.6), энергичное снижение выбросов приводит не только к стабилизации, но и к быстрому снижению уровня парниковых газов в атмосфере. Подразумевается создание и развертывание технологий выкачивания углекислого газа из воздуха. В прежних докладах ничего такого не было.

Согласно докладу, в период с 2016 по 2035 год среднемировая температура будет на 0,3–0,7 °С выше показателя 1986–2005 годов. Вплоть до 2035 года будет теплеть на 0,12–0,42 °С за десятилетие. В зависимости от сценария доклад

прогнозирует поверхностное потепление океана к 2100 году в 1–3 °С, а на километровой глубине — 0,5–1,5 °С.

В пятом докладе МГЭИК впервые уделяется пристальное внимание так называемой «паузе» в потеплении — в 1998–2012 годах глобальная средняя температура почти не выросла, несмотря на то, что концентрация CO<sub>2</sub> в атмосфере постоянно росла и к весне 2013 года «побила» рекордный уровень в 400 частей на миллион. Утверждается, что этот «перерыв», скорее всего, вызвали естественные колебания в климатической системе, и вряд ли он затянется надолго.

Новизна доклада заключается в почти сенсационных данных об океане, сложную систему которого сегодня фактически можно назвать ключом к пониманию проблемы и построению прогнозов. Именно с океаном связаны самые серьезные отрицательные последствия от изменения климата. В отличие от прошлых работ, доклад дает гораздо более определенное «расписание» повышения уровня мирового океана, причина которого — тепловое расширение воды и таяние льдов. Подъем на 1 м, по мнению экспертов, «дело времени», он может произойти уже к концу века. В XXII веке возможен рост на 1–3 м, а в последующие столетия не исключено повышение на 5–10 м от нынешнего уровня. Также очень настораживает как наблюдаемое, так и прогнозируемое повышение кислотности поверхностного слоя вод океана.

Как следует из доклада, уже к 2100 году средние температуры в мире могут вырасти на 4,5 градуса. В результате можно ожидать повышения уровня Мирового океана, роста разрушительных ураганов и наводнений. Американские ученые считают, что Земля входит в эпоху великих катаклизмов. Так, ураган «Сэнди», атаковавший Восточную часть побережья США в 2012 году, это только разминка в целой череде стихийных бедствий. Уже в ближайшие десятилетия, по мнению ученых, можно ожидать значительно более неприятных последствий глобального потепления.

В Арктике сейчас производятся наблюдения, которые во многом подтверждают предсказания климатологов. Планета сейчас действительно нагревается значительно сильнее, чем это предполагалось ранее. С 1998 по 2011 год на Северном полюсе средняя температура выросла на десятую долю градуса, а это на 0,04 более, чем можно было предположить. А с конца XIX века повышение температуры составило три четвертых градуса.

Кроме того, за последние тридцать лет более 2 миллионов квадратных километров морского льда в этой области, было утеряно из-за таяния. А к 2100 году, по прогнозам ученых, вся Арктика может остаться практически без ледяной шапки. Хотя у некоторых ученых на этот счет имеется свое собственное мнение, они считают, что все произойдет гораздо раньше. Чем меньше морского льда остается на поверхности северных морей, тем скорее идет повышение температуры воды, а у берегов Северо-Восточной части США сейчас фиксируются самые высокие температуры воды за всю историю изучения этого региона.

Только практические действия со стороны всех государств мира могут уменьшить негативные последствия деятельности человека на окружающую среду и,



возможно, снизить скорость катастрофических климатических изменений на планете.

Отличия данного доклада от предыдущих заключается в следующем:

- неопределенность выводов о прошлых и будущих изменениях климата за истекшие 6 лет стала гораздо меньшей;
- гораздо более детальные и определенные данные о потеплении верхних слоев океана. Именно это обстоятельство — повышение температуры океана как доминирующего фактора климатической системы (более 90% тепловой и кинетической энергии климатической системы сосредоточено в океане, с этой точки зрения атмосфера — лишь малая часть), — главное доказательство глобального потепления;
- более определенные оценки повышения уровня Мирового океана в XXI веке и в последующие столетия. Повышение вызвано как тепловым расширением вод океана, так и таянием и разрушением ледников;
- выявлена более тесная связь изменений климата конца XX века и начала XXI столетия с антропогенным воздействием на климатическую систему. Показано, что главный фактор здесь — антропогенное усиление парникового эффекта, в то время как воздействие загрязнения атмосферы аэрозольными частицами оценивается как более слабое;
- выявлена более тесная связь антропогенного усиления парникового эффекта с ростом повторяемости и интенсивности аномально жарких периодов и аномальных осадков;
- подчеркивается очень важная роль естественной изменчивости климатической системы в масштабах десятилетий, особенно для отдельных регионов. Они накладываются на общий тренд глобального потепления, замедляя или усиливая такие процессы как, например, повышение температуры воздуха и сокращение площади арктических льдов;
- в докладе рассмотрены возможности прямого влияния человека на климат в глобальном масштабе (геоинжиниринга). Затенение планеты от Солнца, например, с помощью «сульфатного экрана», признано таящим массу вторичных эффектов и больших глобальных рисков. Отмечено, что биохимическое удаление CO<sub>2</sub> из атмосферы имеет много ограничений для его глобального использования.

В целом, первая часть доклада, посвященная «физическим» основам изменения климата, вышла в сентябре 2013 года. В ней, в частности, отмечалось, что деятельность человека с почти стопроцентной вероятностью является причиной наблюдаемого изменения климата с середины XX века, а некоторые его проявления «беспрецедентны» в последние тысячелетия.

Вторая часть доклада (март 2014 года) подчеркивает, что последствия изменения климата уже затронули сельское хозяйство, здравоохранение, экосистемы на суше и в океанах, водные ресурсы, а также жизненный уклад в целом для жителей многих стран — «от тропиков до полюсов, от маленьких островов до континентов, от самых богатых стран до самых бедных». По мнению авторов

доклада, последствия недавних экстремальных погодных явлений показывают, что пока уровень адаптации человечества к климатическим изменениям остается очень низким.

В числе сегодняшних и будущих угроз, которые представляет изменение климата, МГЭИК отмечает, например, замедление экономического роста и разрушение сельского уклада жизни, рост экономических потерь от наводнений и других экстремальных погодных явлений, гибель лесов и разрушение связанных с ними экосистем, повышение цен и общей волатильности на сельскохозяйственных рынках.

Третья часть доклада (апрель 2014 года) показывает, что выбросы парниковых газов в атмосферу в последнее десятилетие выросли до беспрецедентных уровней. При подготовке доклада были использованы около 1200 сценариев из научной литературы от 31-й группы по моделированию со всего мира для изучения экономических, технологических и институциональных предпосылок и путей смягчения последствий изменения климата.

Рассмотренные сценарии показывают, что ограничение повышения глобальной средней температуры до двух градусов Цельсия с высокой вероятностью потребует уменьшения глобальных выбросов парниковых газов приблизительно на 40–70% к середине этого столетия по сравнению с 2010 годом и почти до нуля к концу XXI века.

Новый доклад МГЭИК подчеркивает угрозу, которую изменение климата представляет для мира и процветания человечества. Он показывает, что страны, сообщества и компании должны действовать быстро для адаптации к меняющемуся климату, но также и что у адаптации есть и пределы возможностей — и так подчеркивает важность глобальных усилий по снижению выбросов парниковых газов.



## **2.3. Рамочная конвенция по изменению климата**

Рамочная конвенция по изменению климата (РКИК) была принята на конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 году и вступила в силу 21 марта 1994 года. В настоящее время сторонами Конвенции являются более 190 стран, включая Россию [5].

Основной целью РКИК является сдерживание изменений в атмосфере и стабилизация их на безопасном уровне. За научную основу РКИК берет Оценочные доклады Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Верховный орган Конвенции — Конференция сторон (КС), а участники КС — представители всех стран, являющихся сторонами РКИК ООН.

КС собирается ежегодно для обзора хода реализации сторонами положений, закрепленных в Конвенции, с точки зрения достижения ее конечной цели, рассмотрения последних научных выводов по проблеме изменения климата и наилучших практик по разработке и внедрению политики и мер, направленных на смягчение последствий климатических изменений и адаптацию к ним. На основании этого обзора КС принимает соответствующие решения по усовершенствованию положений Конвенции для стимулирования реализации сторонами своих обязательств и о проведении переговоров по новым обязательствам.

Определения, принятые в настоящей Конвенции:

1. Неблагоприятные последствия изменения климата — означают изменения в физической среде или биоте, вызываемые изменением климата, которые оказывают значительное негативное влияние на состав, восстановительную способность или продуктивность естественных и регулируемых экосистем или на функционирование социально-экономических систем, или на здоровье и благополучие человека.

2. Изменение климата — означает изменение климата, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы, и накладывается на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени.

3. Климатическая система — означает совокупность атмосферы, гидросферы, биосферы и геосферы и их взаимодействие.

4. Выбросы — означают эмиссию парниковых газов и/или их прекурсоров (атмосферные соединения, которые не являются парниковыми газами или аэрозолями, но которые воздействуют на концентрации парниковых газов или аэрозолей, участвуя в физических или химических процессах, регулирующих их производство или скорость разложения) в атмосферу над конкретным районом и за конкретный период времени.

5. Парниковые газы — означают такие газообразные составляющие атмосферы — как природного, так и антропогенного происхождения, — которые поглощают и переизлучают инфракрасное излучение.

В Концепции говорится, что конечная цель заключается в том, чтобы добиться во исполнение соответствующих положений Конвенции стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему. Такой уровень должен быть достигнут в сроки, достаточные для естественной адаптации экосистем к изменению климата, позволяющие не ставить под угрозу производство продовольствия и обеспечивающие дальнейшее экономическое развитие на устойчивой основе.

Сторонам следует защищать климатическую систему на благо нынешнего и будущих поколений человечества на основе справедливости и в соответствии с их общей, но дифференцированной ответственностью и имеющимися у них возможностями. Соответственно, сторонам, являющимся развитыми странами, следует играть ведущую роль в борьбе с изменением климата и его отрицательными последствиями.

Необходимо в полной мере учесть конкретные потребности и особые обстоятельства сторон, являющихся развивающимися странами, особенно тех, которые особо уязвимы по отношению к отрицательным последствиям изменения климата, а также тех сторон, которым в соответствии с настоящей Конвенцией придется нести несоразмерное или непосильное бремя, особенно сторон, являющихся развивающимися странами.

Сторонам следует принимать предупредительные меры в целях прогнозирования, предотвращения или сведения к минимуму причин изменения климата и смягчения его отрицательных последствий. Там, где существует угроза серьезного или необратимого ущерба, недостаточная научная определенность не должна использоваться в качестве причины для отсрочки принятия таких мер, учитывая, что политика и меры, направленные на борьбу с изменением климата, должны быть экономически эффективными для обеспечения глобальных благ при наименьших возможных затратах. С этой целью такая политика и меры должны учитывать различные социально-экономические условия, быть всеобъемлющими, охватывать все соответствующие источники, поглотители и накопители парниковых газов и меры по адаптации и включать все экономические сектора. Усилия по реагированию на измене-

ние климата могут предприниматься заинтересованными сторонами на совместной основе.

Стороны имеют право на устойчивое развитие и должны ему содействовать. Политика и меры в области защиты климатической системы от антропогенных изменений должны соответствовать конкретным условиям каждой стороны и быть интегрированы с национальными программами развития, поскольку экономическое развитие имеет ключевое значение для принятия мер по реагированию на изменение климата.

На состоявшейся в 1995 году Первой сессии Конференции сторон РКИК было принято решение 1/СР1 («Берлинский мандат»), в соответствии с которым был начат международный переговорный процесс по разработке нового юридически обязательного документа, дополняющего РКИК в части конкретных обязательств Сторон по численному сокращению или ограничению выбросов.

Стороны настоящей Конвенции признают, что изменение климата Земли и его неблагоприятные последствия являются предметом общей озабоченности человечества.

Подписавшие РКИК страны делятся на три категории:

- страны Приложения I (члены Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и страны с переходной экономикой, принявшие на себя особые обязательства по ограничению выбросов (в это приложение входит Россия, как страна с экономикой переходного периода);
- страны Приложения II (исключительно члены ОЭСР), принявшие на себя особые обязательства финансового характера по помощи развивающимся странам и странам с переходной экономикой (включая помощь в разработке и внедрении экологически чистых технологий);
- развивающиеся страны.

Таким образом, рамочная конвенция ООН об изменении климата стала определяющим шагом в данном направлении. Её цель — уменьшение антропогенных выбросов парниковых газов, включая главный, — углекислый газ. Конвенция, будучи глобальной по своему масштабу, предусматривала различные обязательства для сторон в зависимости от их возможностей, экономических структур и ресурсной базы.



## 2.4. Киотский протокол

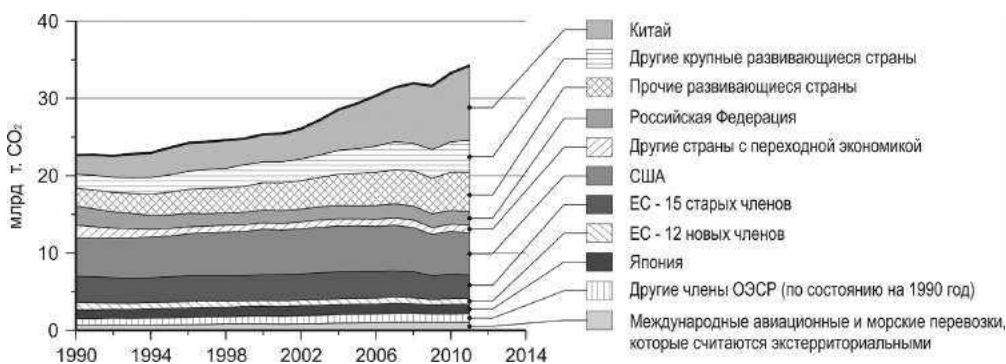
В декабре 1997 года после двух с половиной лет интенсивных переговоров произошло значительное расширение конвенции, определившее юридические обязательства по сокращению выбросов, что было принято на 3-й Конференции сторон (СОР-3) в Киото (Япония) — *Киотский протокол (КП)*, который определяет для каждой промышленно развитой страны допустимый объем выбросов парникового газа [6].

Киотский протокол вступил в силу лишь через 7 с лишним лет с момента его подписания. Это связано с тем, что согласно ст. 25, п.1 Протокол может вступить в силу при соблюдении двух условий. Во-первых, к нему должны присоединиться не менее 55-ти государств (под присоединением предусматривается ратификация Протокола парламентом страны). Этот рубеж был преодолен в мае 2002 года, когда соответствующее решение принял Парламент Исландии. Во-вторых, к Киотскому протоколу должны присоединиться государства, на долю которых в совокупности в 1990 году приходилось не менее 55% общих выбросов парниковых газов. К сентябрю 2004 года 124 государства ратифицировали соглашение, однако их суммарный объем эмиссий CO<sub>2</sub> не превышал 44%.

На рис. 2.3 показаны глобальные выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания ископаемого топлива и производства цемента.

После ратификации Киотского протокола Государственной Думой Российской Федерации (*Федеральный закон от 4 ноября 2004 года № 128 «О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата»*) «планка» в 55% была преодолена, и Протокол вступил в силу.

Допустимый объем выбросов парникового газа называется количеством, установленным для периода действия обязательств с 2008 по 2012 год. Обязательства относятся к промышленно развитым странам, перечисленным в Приложении I Конвенции, а количественные выражения обязательств указаны



Источник: по данным Trends in global CO<sub>2</sub> emissions, 2012 report, EC Joint Research Center, PBL Netherlands. <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/CO2REPORT2012.pdf>

Рис. 2.3. Выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания ископаемого топлива и производства цемента (крупнейшая, ~70%, но не единственная составляющая, глобальных антропогенных выбросов парниковых газов)

в приложении «В» Протокола. Обязательства, накладываемые Киотским протоколом, учитывают выбросы шести парниковых газов из четко определенных источников.

Приложение «А» к Киотскому протоколу дает перечень конкретных газов и источников выбросов, взятый непосредственно из Руководящих принципов МГЭИК по инвентаризации антропогенных выбросов. Чтобы свести к минимуму проблемы, связанные с фактором неопределенности, все страны должны предоставить правительственные доклады об инвентаризации выбросов для изучения экспертами, чтобы соответствующие органы Конвенции согласовали различные данные между собой.

Киотский протокол предусматривает принятие конкретных количественных обязательств по снижению или ограничению антропогенных выбросов парниковых газов или увеличению их стоков Сторонами Приложения I к РКИК (промышленно развитые страны и страны с переходной экономикой). Эти обязательства заключаются в суммарном сокращении выбросов, по крайней мере, на 5% за первый бюджетный период с 2008 по 2012 год по сравнению с уровнем базового года. В качестве базового года, относительно уровня которого устанавливается обязательство Сторон сократить выбросы парниковых газов, принят 1990 год.

В Приложении «А» к Киотскому протоколу дан список категорий источников выбросов, которые считаются антропогенными. Сами парниковые газы рассматриваются в их совокупности, которая сравнивается на основании потенциалов глобального потепления. Учетной единицей парниковых газов является тонна углеродного эквивалента, остальные парниковые газы пересчитываются к тонне CO<sub>2</sub> через соответствующие коэффициенты.

Список парниковых газов включает: диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ), гексафторид серы ( $\text{SF}_6$ ). Самый распространенный парниковый газ — водяной пар — исключен из списка регулируемых Протоколом газов, т.к. нет данных о росте его концентрации в атмосфере в результате хозяйственной деятельности человека.

Озоноразрушающие вещества (хлорфторуглероды, галогены, метилхлороформ, тетрахлорид углерода и др.), которые тоже вызывают парниковый эффект, здесь не рассматриваются, т.к. они подлежат учету и запрещены к использованию в связи с выполнением Сторонами обязательств по Монреальскому протоколу к Венской конвенции об охране озонового слоя.

РКИК ООН и Киотский протокол не диктуют странам-участницам обязательные схемы национальной системы регулирования выбросов парниковых газов и их поглощения. Конкретная страна разрабатывает и принимает такую систему, исходя из своих внутренних природных, социально-экономических условий и приоритетов.

В целом обязательства развитых стран на первый период выполнения Киотского протокола предполагал снижение выбросов шести парниковых газов, по крайней мере, на 5% по сравнению с 1990 годом. При этом обязательства для разных стран отличались, например: Венгрия, Япония и Польша должны снизить выбросы на 6%, США на 7%, Европейский Союз — на 8%. Новая Зеландия, Российская Федерация и Украина не должны превышать уровень выбросов 1990 года. Австралии, Исландии и Норвегии разрешалось превысить уровень 1990 года на 8, 10 и 1% соответственно.

Киотский протокол явился важным шагом в построении глобальной системы климатических действий, мощным экономическим инструментом будущего, оказывающим существенное влияние на продвижение новых технологий, способных помочь многим странам преобразовать свою экономику в соответствии с требованиями защиты окружающей среды и перейти к устойчивому развитию.

Достижение целей Киотского протокола в оговоренные сроки для многих стран была весьма непростая задача. Австралия и США объявили о том, что они не будут ратифицировать Протокол, поскольку выполнение предусмотренных для них обязательств может нанести ущерб их экономике.

Учитывая, что количественные цели по ограничению выбросов достаточно серьезны, в протоколе предусмотрены три механизма (механизмы гибкости), позволяющие действовать странам и вне национальных границ: механизм чистого развития (МЧР), проекты совместного осуществления (ПСО) и торговля квотами на выбросы.

*Механизм чистого развития* создавался как элемент стратегии устойчивого развития, позволяющий промышленно развитым странам инвестировать средства в «чистые» проекты в развивающихся странах и получать за это сертифицированные единицы сокращения выбросов (CERs). Эти единицы, как и другие «киотские» учетные единицы, выражаются в тоннах эквивалента углекислого газа. Страна, предоставившая финансирование таким проектам, может исполь-

зовать полученные единицы для выполнения своих обязательств по выбросам или продавать их другим странам. Поскольку эти проекты рассматриваются как сугубо положительное дело, их реализация улучшает имидж разработчиков проектов и инвесторов. В то же время страна-получатель инвестиций выигрывает от дополнительных вложений в устойчивое развитие как на частном, так и на государственном уровне.

Единственным исключением являются проекты атомной энергетики, по которым невозможно получить единицы сокращения выбросов CERs. Еще одна выгода от МЧР — предоставление наиболее уязвимым развивающимся странам помощи от Адаптационного фонда, создаваемого в рамках Протокола: 2% результатов CERs каждого проекта перечисляются в этот Фонд, исключение делается лишь для наименее развитых стран.

МЧР привлек огромное внимание и интерес у деловых кругов и разработчиков проектов. Правительства более 60 стран учредили уполномоченные национальные органы (DNAs) для реализации МЧР.

Второй механизм — *проекты совместного осуществления* — основан на реализации проектов и действует по аналогии с МЧР, за исключением того, что обе стороны, участвующие в нем, должны быть включены в Приложение I и иметь обязательства по ограничению выбросов в рамках Киотского протокола.

Предусмотрены два варианта реализации таких проектов. Вариант 1 (Track 1) для стран, имеющих эффективную систему учета, надежные данные инвентаризации выбросов и регистр. В этом случае, если национальные правила и процедуры реализации проектов прозрачны, единицы сокращения выбросов, достигнутые с 2008 года, могут передаваться другой стороне без международного контроля.

Вариант 2 (Track 2) предусмотрен для стран, которые не могут выполнить данные требования или просто предпочитают этот вариант. Реализация проекта здесь должна контролироваться международным органом, Наблюдательным комитетом, который действует по аналогии с Исполнительным органом МЧР, но с более легкими правилами. Этот комитет при поддержке со стороны секретариата Конвенции, может аккредитовать компании в качестве уполномоченной независимой организации, чтобы действовать от его имени и оценивать проектную деятельность и сокращения выбросов.

Принципы *торговли квотами на выбросы* были определены в Марракешских соглашениях (Марокко, 2001 год), где указано, кто может участвовать в торговле, какие единицы могут продаваться, какой резерв квот должен оставаться у стран.

Некоторые — Европейский союз, Япония, Канада — начали разработку своих собственных систем торговли, основанных на аналогичных принципах. Торговля квотами в ЕС началась с 1 января 2005 года.

Сертифицированные единицы сокращения выбросов по МЧР могли использоваться в этой системе с самого начала, а единицы ПСО — с 2008 года. Таким образом, система торговли выбросами, основанная на Киотском протоколе, с со-

ответствующей системой регистрации сделок начала действовать еще до вступления Протокола в силу.

В широком смысле слова целью КП было максимально развернуть деятельность по климатической проблематике. Усилий самой РКИК ООН не хватало, так как ее образовательные и информационные действия не были подкреплены практическими примерами по снижению выбросов. В узком смысле слова, согласно КП, 38 развитых стран, а также ЕС в целом должны были в 2008–2012 годах иметь выбросы не большие, чем определенный процент от их выбросов в 1990 году. Каждая страна определила для себя этот процент, а в сумме получалось снижение примерно на 5% (средний уровень за 2008–2012 годы на 5% ниже уровня 1990 года).

Теоретически получилась очень красивая схема. Но уже через 3 года возникли проблемы — США отказались участвовать в КП. Стало понятно, что в Киото США взяли на себя обязательства по выбросам, которые требовали от них существенно больших усилий, чем требовалось другим развитым странам для выполнения их обязательств. Динамика выбросов в США была иной, чем в Европе и Японии. Та же проблема возникла и у Канады, но эта страна долго решала, что ей делать, и вышла из КП только в 2012 году.

Обратная ситуация создалась для России (по стечению обстоятельств, Беларусь в КП участвовала без обязательств по выбросам). В 1990 годы в нашей стране выбросы упали на 40% и образовалось огромное количество «лишних» квот. Это породило иллюзию, что их можно продать и за «воздух» получить огромные деньги. Как показал реальный опыт КП 2008–2012 годов, межгосударственная торговля квотами свелась к разовым и очень скромным сделкам, Россия в них вообще не участвовала. Однако свое влияние данная иллюзия оказала, сформировав своего рода «киотский менталитет»: мнение, что другие страны должны платить России, так как мы — некий уникальный климатический донор, спасающий планету. Часто при этом упоминается роль лесов России, как поглотителей  $\text{CO}_2$  из атмосферы. Такое мнение встречается и сейчас, при этом обычно забывают, что леса страны — лишь относительно небольшой поглотитель  $\text{CO}_2$  из атмосферы, причем через 20–30 лет он станет совсем маленьким [[http://downloads.igce.ru/kadastr/CRF\\_2012.zip](http://downloads.igce.ru/kadastr/CRF_2012.zip)].

Тем не менее, в середине 2000-х годов сложилось мнение, что международное климатическое сотрудничество должно нам деньги только давать, иначе оно не нужно. Такой упрощенный прагматический подход, вероятно, имел право на существование, но сейчас он явно устарел. Теперь речь идет об оптимизации затрат всех стран, а Россия воспринимается уже не как получатель средств, а как донор для наиболее слабых государств.

В конце 2012 года климатическая политика мирового сообщества вступила в новый этап. На конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (КС РКИК ООН) в Дохе (Катар), были приняты решения, завершающие действия по старой концепции и открывающие зеленый свет работе по новой концепции.



Концепция «Киото-1» (1990–1997 годы): выбросы снижают развитые страны, а остальные через проекты МЧР и ПСО. Новая концепция «Киото-2» (Копенгаген—Дурбан): снижают выбросы все крупные страны, но при финансовой помощи наиболее развитых.

Россия не является участником «Киото-2», но в самом Киотском протоколе остается без обязательств по ограничению и сокращению выбросов, определяемых в КП-2. Отметим, что на страны с обязательствами по КП-2 приходится менее 15% глобальных выбросов и что не эти страны определяют сегодня рост глобальных выбросов. КП-2 — экономический инструмент поддержки проектов для более 100 развивающихся стран, включая все страны BRICS, кроме России на период до 2020 года.

Новый подход — единые действия всех стран, где важнейшая роль отводится странам BRICS, и организация обширной финансовой инфраструктуры глобальной климатической политики. К этому примыкают децентрализованные, но очень активные действия стран по развитию рыночных и нерыночных механизмов регулирования выбросов парниковых газов, а также дополнительные инициативы, выходящие за рамки РКИК ООН, в частности образованная в 2012 году. Рамочная коалиция «Климат и чистый воздух».



## 2.5. Рамочная коалиция «Климат и чистый воздух»

В 2011–2012 годах вышел ряд обзорных исследований по воздействию на климатическую систему короткоживущих «климатических факторов», которые находятся в атмосфере от нескольких дней до нескольких лет, а не десятки лет как, например,  $\text{CO}_2$ . Постепенно начала создаваться Рамочная коалиция стран, которые хотят изучить данную проблему и начать практические действия. Она получила название «Климат и чистый воздух» (Climate and Clean Air Coalition, CCAC) и охватывает три типа веществ:  $\text{CH}_4$  (метан), «черный углерод» (black carbon) и HFCs (гидрофторуглероды — ГФУ).

16 февраля 2012 года 6 стран подписали договоренность по совместным действиям — Рамочное соглашение о создании коалиции по совместным действиям: Бангладеш, Гана, Канада, Мексика, США и Швеция. Кроме того, есть седьмой участник — партнер, который во многом был ее инициатором и автором Программы ООН по окружающей среде — ЮНЕП.

В конце марта 2012 года идея снижения выбросов короткоживущих веществ была поддержана и рядом северных стран (Дания, Исландия, Норвегия, Финляндия), которые приняли на Шпицбергене Свальбадскую Декларацию. В ней подчеркивается, что данные страны продолжают соответствующую активную работу в Арктическом Совете, разработают региональные проекты по снижению выбросов, разработают возможные меры для Баренц-региона, а также поддержат ЮНЕП и рассмотрят возможность участия в указанной инициативе. Было особо отмечено, что данная деятельность никак не подменяет выработку нового соглашения в рамках РКИК.

В конце апреля 2012 года в Швеции состоялась первая встреча — ассамблея участников коалиции, на которой к соглашению присоединились Европейская Комиссия, Колумбия, Нигерия, Норвегия, Япония, а также Всемирный Банк. Еще 5 стран участвовали во встрече в качестве наблюдателей: Австрия, Великобритания, Дания, Финляндия и Ю. Корея, также в роли наблюдателей при-

существовали и представители бизнеса. Летом 2012 года эти, а также ряд других стран стали членами коалиции.

В мае 2012 года инициативу рассмотрели страны Восьмерки и в итоговом коммюнике саммита в США все восемь стран решили коллективно присоединиться к коалиции. 16 августа 2012 года МИД России официально уведомил ЮНЕП о решении российской стороны присоединиться к данной коалиции.

Задачей коалиции является привлечение внимания к проблеме, содействие максимально корректной оценке и учету выбросов, содействие распространению технологий с низкими выбросами, содействие широкому спектру мер по снижению выбросов, включая их финансирование в развивающихся странах [7, 9].

По форме соглашение не является юридически-обязательным документом (это специально прописано в тексте), в соответствии с которым страны должны предпринять те или иные действия или выделить определенные средства. Естественно, там нет и никаких санкций к нарушителям. Участие добровольное, причем каждая страна или организация может сама определять «природу» своего участия, то есть свой вклад в общее дело.

На первой ассамблее коалиции в Швеции было принято решение о начале пяти видов деятельности, своего рода общих проектов данной коалиции.

1) Действия по снижению выбросов от дизельных двигателей, которые должны включать не только замену наиболее устаревших двигателей, но и совершенствование схем перевозок и меры по повышению качества топлива — снижению количества серы.

2) Модернизация крайне архаичных печей для обжига кирпича, которые являются очень серьезным источником «черного углерода» в развивающихся странах.

3) Содействие мерам по снижению эмиссий метана на свалках твердых бытовых отходов.

4) Содействие снижению выбросов метана и других газов в нефтегазовом секторе.

5) Поиск возможностей для замены ГФУ другими газами, которые бы не вызвали парниковый эффект.

Данный набор показывает, что страны в основном пошли по пути содействия мерам, которые им нужны и без климатической аргументации. Модернизация дизельных двигателей (грузовики, генераторы, судовые двигатели и т. п.), равно как и повышение качества топлива, крайне актуально в задаче. Потери метана при транспортировке газа при росте цен на газ уже во многом соответствуют планам компаний. Архаичные кирпичные печи очень сильно загрязняют воздух, что бороться с ними совершенно необходимо.

За снижение выбросов от самых крупных источников (лесные пожары, травяные палы, архаичное сжигание биомассы в качестве топлива и т. п.) коалиция пока не берется. Вероятно, для соответствующих широкомасштабных мер нужен совсем другой порядок величины выделенных средств.

Данная коалиция — совершенно новый шаг мирового сообщества в деле снижения антропогенного воздействия на климатическую систему. Гибкость коалиции включает как отсутствие жестких рамок РКИК ООН, так и добровольный выбор каждой страной направлений и приоритетов работы.

Метан и ГФУ входят в число газов, подлежащих контролю в рамках РКИК ООН, и в развитых странах их выбросы хорошо известны. Появился новый и не входящий в сферу рассмотрения РКИК ООН загрязнитель — «черный углерод», который пока не является объектом мониторинга. Само понятие «черный углерод» гораздо сложнее, чем кажется на первый взгляд. Это не совсем сажа и лишь малая часть выбросов твердых взвешенных частиц.

*Сажа (soot)* — сложная смесь черного и органического углерода, которая является основным светоабсорбирующим загрязняющим веществом. Ее источником является неполное сгорание биомассы, топлива биологического происхождения и ископаемого топлива. Таким образом, сажа — несколько более широкое понятие, чем «черный углерод», хотя и близкое.

Лесные пожары — это огромный источник именно органического углерода. Россия занимает третье место в мире именно по этим выбросам, а не по выбросам «черного углерода». Поэтому очень важно дать его определение.

*Органический углерод* — смесь соединений, содержащих углерод, водород и кислород. Он может быть как результатом эмиссий из-за неполного сгорания, так и может образовываться в атмосфере при окислении летучих органических соединений. В обоих случаях органический углерод имеет широчайший спектр радиационных свойств — от абсорбции света до рассеяния света. Таким образом, органический углерод оказывает оба воздействия — охлаждающее и нагревающее. Какое из них преобладает, зависит от конкретного состава частиц. Таким образом, картина физически гораздо сложнее и неоднозначнее, чем в случае с парниковыми газами (рис. 2.4).

Действие парниковых газов практически не зависит от места выброса, а попав в атмосферу, они «автоматически» вызывают усиление ее радиационного прогрева через поглощение инфракрасной радиации — IR (обозначенный на рис. 2.4 цифрой 7), излучаемой поверхностью Земли (6). Действие «черного углерода» принципиально иное.

Для «черного углерода» важны три эффекта. Во-первых, прямое поглощение солнечной радиации (3). Во-вторых, загрязнение облаков, что приводит как к поглощению солнечной радиации, так и прогреву облаков (4). Этот эффект приводит и к уменьшению количества осадков в регионах, где облака загрязнены. Это прямые эффекты, которые наиболее сильны в южной и восточной части Азии, в тропической Африке, Латинской Америке. Указанные два процесса (3 и 4) «конкурируют» с загрязнением атмосферы взвешенными частицами, которые более отражают, чем поглощают солнечную радиацию, что дает затенение и охлаждение планеты (2).

Кроме этого, есть косвенный эффект снижения отражающей способности снега и льда (альbedo). Для Арктики и России он наиболее важен. В незагряз-

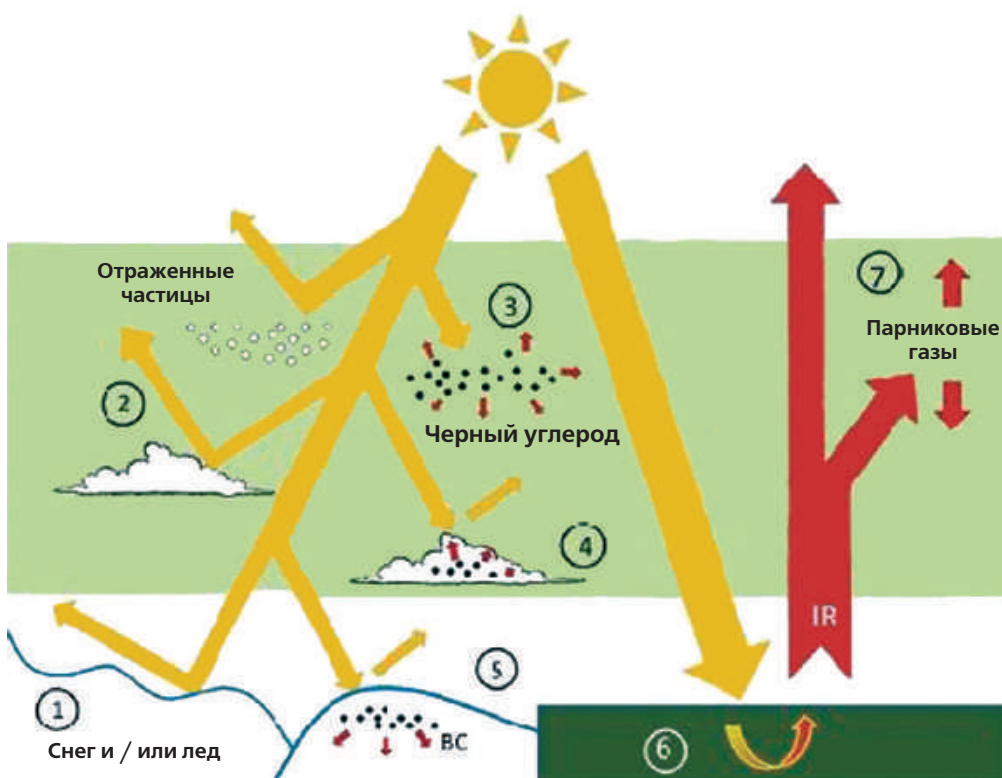


Рис. 2.4. Физика действия парниковых газов и «черного углерода» [9]

ненном состоянии белый снег и лед отражает примерно 98% солнечной радиации (1). Когда же он загрязнен «черным углеродом», то отражается от 97 до 90% (5). То есть поглощение увеличивается с 2 до 3–10% (в 1,5–5 раз). Это, конечно, немало, но можно заметить, что поверхность суши или воды без снега или льда отражает несоизмеримо меньше. Поэтому эффект сокращения снежного и ледового покрова (как по площади, так и по времени нахождения в том или ином месте, особенно весной) дает для Арктики, вероятно, гораздо больший эффект.

Таким образом, «черный углерод», безусловно, важный фактор. Однако неопределенность его эффекта очень значительна, и без массовых мониторинговых наблюдений невозможно дать четкие прогнозы — выводы о результатах снижения выбросов «черного углерода».

Расчеты, приведенные в докладе ЮНЕП и ВМО 2011 года показывают, что если наряду со снижением выбросов  $\text{CO}_2$  и метана кардинально снизить выбросы «черного углерода», то антропогенное повышение глобальной температуры можно снизить еще на несколько десятых градуса, может быть даже на  $0,5^\circ\text{C}$  к 2050 году. Это, безусловно, заслуживает детального исследования и принятия соответствующих мер. Но есть тонкость: выбросы «черного углерода» и части «органического углерода», рассеивающего солнечный свет, взаимосвязаны, а



действуют они в противоположные стороны. Снижая выбросы от лесных пожаров, от архаичных печей, от сельскохозяйственных палов, мы снижаем выбросы «черного углерода», но одновременно и выбросы взвешенных частиц, затеняющих Землю и изменяющих альбедо облаков в сторону охлаждения атмосферы.

В мире в целом крупнейшим источником «черного углерода» служит несовершенное сжигание топлива домашними хозяйствами и мелкими источниками уровня деревни, поселка, маленького городка. Второе-третье места делят промышленность и травяные палы. Затем идут транспорт и лесные пожары. Огромный вклад вносят африканские страны и крупнейшие развивающиеся страны. США и Россия занимают седьмое и восьмое места.

В России два главных источника: первый — лесные пожары, второй — сжигание дров, угля и жидкого топлива населением и мелкими котельными. Эти два источника дают 2/3 выбросов. Примерно по 10% добавляют травяные палы, промышленность и транспорт, в котором главный источник — несовершенные дизельные двигатели и генераторы. По эмиссии «черного углерода» от лесных пожаров Россия занимает 4 место.

Апробация мер и технических решений здесь уже фактически начинается. В рамках международной деятельности начат пилотный проект по снижению выбросов сажи в Мурманской области.

Последние исследования показывают, что меры, направленные исключительно на снижение эмиссии  $\text{CO}_2$ , не позволят достичь целевых значений температур, установленных на ближайшее будущее. Наибольшего воздействия на уровень температур в ближайшем будущем можно достичь за счет применения в совокупности мер по сокращению как углекислого газа, так и метана и технического углерода.

## **2.6. Климатическая конференция в Париже 2015 года**

Глобальное соглашение, которое должно прийти на смену Киотскому протоколу после 2020 года, было одобрено в Париже на Всемирной конференции ООН по климату, проходившей в период с 30 ноября по 12 декабря 2015 года.

Цель конференции — подписание международного соглашения по поддержанию увеличения температуры на планете на уровне ниже 2 °С, применимого ко всем странам. Важность документа состоит в том, что к глобальной сделке по сохранению климата приглашены богатые и бедные страны, которые добровольно будут стремиться к обузданию роста выбросов в атмосферу и предотвращению тем самым парникового эффекта.

По завершении указанной конференции, организаторами было объявлено, что итоговый документ согласован представителями более 190 стран планеты. Но судьба данного документа в первую очередь зависела от трех стран: России, США и Китая.

В своем выступлении на конференции Президент России В. Путин отметил, что Россия предпринимает активные шаги по решению проблемы глобального потепления: «Наша страна вышла на одно из первых мест в мире по темпам снижения энергоёмкости экономики — 33,4% за период с 2000 по 2012 годы, а по итогам реализации программы «Энергоэффективность и развитие энергетики» рассчитываем добиться сокращения к 2020 году еще на 13,5%. Мы перевыполнили свои обязательства по Киотскому протоколу: с 1991 года по 2012 год Россия не только не допустила роста выбросов парниковых газов, но значительно их уменьшила. Благодаря этому, в атмосферу не попало около 40 миллиардов тонн эквивалента углекислого газа. Для сравнения скажу, уважаемые коллеги, что выбросы парниковых газов всех стран мира в 2012 году составили 46 миллиардов тонн, то есть можно сказать, что усилия России позволили затормозить глобальное потепление почти на год».

Глава Минприроды России Сергей Донской объявил о готовности России сократить выбросы парниковых газов к 2030 году почти на 30% от уровня

1990 года. Это будет сделано при единственном условии, если будет учтен поглощающий эффект расположенных в России лесов.

Представители стран пришли к единому мнению о том, что стремление к общему благу в процессе сведения к минимуму угрозы изменения климата наилучшим образом отвечает национальным интересам. На конференции была провозглашена новая эпоха глобального сотрудничества в решении проблемы изменения климата, которая относится к числу наиболее сложных проблем, когда-либо возникавших перед человечеством. Парижское соглашение предусматривает оказание развивающимся странам, особенно наименее имущим и наиболее уязвимым, достаточной и сбалансированной поддержки в деле адаптации и смягчения последствий. Это также будет способствовать наращиванию глобальных усилий по решению проблемы изменения климата и сведению к минимуму порождаемых ею потерь и ущерба.

Документ станет обязывающим только после того, как главы государств подпишут его 22 апреля 2016 года в штаб-квартире ООН (в День матери-Земли), а также будет ратифицирован в законодательных органах 55 стран-участниц, на которых приходится не менее 55% от общего объема глобальных выбросов парниковых газов.

Согласно приложению к соглашению, предполагается выделение развивающимся странам ежегодно 100 млрд долларов, начиная с 2020 года, для развития низкоуглеродных источников энергии. А после 2025 года эта сумма должна быть пересмотрена в сторону увеличения. Распределением этих средств займется Зеленый климатический фонд ООН (Зеленый Фонд).

В предварительном тексте не прописаны какие-либо конкретные обязательства государств по снижению выбросов, так как предполагается, что каждое государство будет самостоятельно определять свою политику в данной сфере — иначе это было бы вторжением в суверенитет государства. Однако для мониторинга выполнения соглашения и взятых на себя странами обязательств, предполагается сформировать специальную рабочую группу, которая начнет работать с 2016 года, а страны обязуются ее информировать о достигнутых результатах раз в пять лет.

Основными из вопросов являются: учреждение единого международного налога на выбросы вредных газов; ввод ряда квот на вредные выбросы; введение налога на финансовые операции, связанные с неэкологичными видами экономики.

Еще одним из важнейших аспектов данной проблематики, не вошедших в соглашение — отмена государственных субсидий на развитие нефте- и газодобывающей отрасли.

Третьим важнейшим вопросом, который пока не удалось решить, является отсутствие у ООН возможности влияния в области финансов (на сегодня есть только одна международная организация — это ВТО, но она не входит в систему ООН).

## Литература

1. Отчет о Достижениях Всемирной Программы Исследования Климата. Научные знания, необходимые для адаптации к изменениям климата, снижения их негативных последствий и управления климатическими рисками. Российское издание ВПИК, 2011.
2. Оценочные доклады МГЭИК. <http://www.ipcc.ch>
3. Кокорин А.О. Изменение климата: обзор Пятого оценочного доклада МГЭИК. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2014.
4. Вебер А.Б. Глобальное изменение климата в повестке мировой политики. [http://www.politeia.ru/content/pdf/Politeia\\_Veber-2007-2.pdf](http://www.politeia.ru/content/pdf/Politeia_Veber-2007-2.pdf)
5. Текст Рамочной конвенции об изменении климата. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convru.pdf>
6. Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН об изменении климата, 1997. 26 с. [http://unfccc.int/key\\_documents/kyoto\\_protocol/items/6445.php](http://unfccc.int/key_documents/kyoto_protocol/items/6445.php)
7. Кокорин А.О. Современная климатическая политика мирового сообщества и ее значимость для России. [http://infoclimate.org/wp-content/uploads/2013/05/2013\\_climatepolicy\\_Russia.pdf](http://infoclimate.org/wp-content/uploads/2013/05/2013_climatepolicy_Russia.pdf)
8. Изменение климата. [www.global-climate-change.ru](http://www.global-climate-change.ru)
9. «Черный углерод», физика процессов и новая международная Коалиция «Климат и чистый воздух». <http://uglerod-vliyanie-na-klimat-i-mejdunarodnaya-koalitsiya.pdf>



**ГЛАВА 3**

**КЛИМАТ РОССИИ**





## 3.1. Общая характеристика климата России

Россия — самая большая в мире страна, ее протяженность с запада на восток составляет около 7000 километров, с севера на юг — до 2500 километров, это обуславливает разнообразие климата на территории государства.

Россия, в силу своего расположения, является самой холодной страной в мире. В России находится полюс холода Северного полушария — поселок Оймякон. В нем была зарегистрирована минимальная температура воздуха: — 71 °С. Около 20% территории России расположено в зоне Северного Полярного круга, в самой северной части страны температура в самом теплом месяце — июле — не поднимается выше +5 °С, а в некоторых местах в течение всего года ниже 0 °С [1, 7].

Большая часть территорий страны лежит в умеренном поясе, острова Северного Ледовитого океана и северные материковые районы — в Арктическом и Субарктическом поясах, Черноморское побережье Кавказа и Южный берег Крыма расположены в Субтропическом поясе. В пределах каждого пояса наблюдается существенное изменение климата, направленное с запада на восток (климатические области) и севера на юг (зональные типы климата) (рис. 3.1). В восточном направлении приблизительно до 140-го меридиана понижается зимняя температура, уменьшается облачность, количество осадков, циклонов и продолжительность безморозного периода, увеличивается продолжительность зимы [7, 8].

Самыми теплыми регионами России являются Республика Крым, г. Севастополь, Краснодарский край и Республика Адыгея, самым холодным — Республика Саха (средняя температура января от –57,1 до –33,4 °С, июля от +0,3 до +15,4 °С, среднегодовая температура от –22,1 до –10,4 °С).

На метеостанции «Остров Харлов» (Мурманский берег) 8 февраля 1986 года была зафиксирована наибольшая скорость ветра в России — 187 км/ч (52 м/с).

Практически вся европейская часть России лежит в зоне умеренно-континентального климата, лишь крайний Север Восточно-Европейской равнины лежит в зоне субарктического климатического пояса. В пределах европейской части

России континентальность климата нарастает с северо-запада, от Мурманской области, на юго-восток, к Астраханской Области, нижнему Поволжью и Уральским горам. Зима на европейской части России достаточно холодная: средняя температура января меняется от  $-7...-12$  °С на северо-западе до  $-12...-16$  °С в центральной России и до  $-8...-2$  °С при подходе к Каспийскому морю. Лето на европейской части страны теплое: средняя температура июля в северной части Европейской равнины изменяется от  $+12$  до  $+16$  °С при подходе к Центральной России. Южнее средняя температура июля возрастает до  $+18...+22$  °С.



Рис. 3.1. Климатические пояса и области [8]. Области арктического пояса: 1) внутриа́рктическая (холодная), 2) а́тлантическая (умеренно холодная), 3) си́бирская (холодная), 4) тихоокеанская (умеренно холодная). Области субарктического пояса: 5) а́тлантическая (влажная, умеренно холодная), 6) си́бирская (умеренно влажная, умеренно холодная), 7) тихоокеанская (избыточно влажная, умеренно холодная). Области умеренного пояса: 8) а́тлантико-а́рктическая (избыточно влажная, умеренно теплая), 9) а́тлантико-континентальная европейская (умеренно влажная, умеренно теплая), 10) континентальная западно-си́бирская (влажная, умеренно теплая), 11) континентальная восточно-си́бирская (умеренно влажная, умеренно теплая), 12) муссонная дальневосточная (влажная, умеренно теплая), 13) тихоокеанская (избыточно влажная, умеренно холодная), 14) а́тлантико-континентальная европейская (недостаточно влажная, очень теплая), 15) континентальная западно-си́бирская (недостаточно влажная, теплая), 16) континентальная восточноевропейская (умеренно сухая, очень теплая), 17) горная Большого Кавказа, 18) Горный Алтай и Саяны

При подходе к побережью Каспийского моря климат становится континентальным, сухим, появляется зона полупустынь. А западнее, у побережья Черного моря, умеренный климат сменяется на субтропический.

Восточнее, на территории Уральских гор, климат континентальный, с морозной зимой и сравнительно продолжительным теплым летом. Лишь на территории полярного Урала умеренный климат сменяется на субарктический. Зима

становится холоднее по сравнению с европейской частью страны: на севере гор морозы достигают  $-35\dots-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , на юге до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

На территории Западной Сибири континентальность климата выражается еще сильнее: климат становится суше, зима становится продолжительнее и холоднее. Морозный воздух с севера проникает даже в самые южные районы региона. Здесь морозы в январе могут достигать  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а на севере и до  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На севере Западной Сибири в Заполярье континентальный климат умеренных широт быстро сменяется субарктическим, а еще на 200–300 километров севернее — арктическим.

Для территории Восточной Сибири, начиная с 63–66 градусов северной широты и южнее, характерен резко континентальный климат: осадков становится еще меньше, зимой морозы достигают  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , суточная амплитуда температур достигает  $20\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , весна и осень очень короткие.

При подходе к Северному Полярному кругу на территории Восточной Сибири климат сменяется на субарктический, а на побережье Северного Ледовитого океана господствует арктический климатический пояс.

Наиболее контрастен климат Дальнего Востока: на Севере, на территории Чукотского Автономного округа преобладает холодный субарктический климат, в июле температура здесь достигает только  $+5\dots+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а порой и не поднимается выше нуля. Южнее, на полуострове Камчатка, господствует климат восточных побережий — влажный, морской климат с обильными осадками, с более теплыми летом и зимой, чем севернее. Еще южнее, на Курильских островах, Сахалине, территории Хабаровского и Приморского края, муссонный тип климата с теплым влажным летом и холодной морозной зимой вдали от Тихого океана и более мягкой — на побережье.

Для всех регионов страны характерна одна общая черта климата: наличие ярко выраженных холодного и теплого периодов. Это объясняется континентальностью климата.

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 [2, 8].

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.

По климатическим условиям Россия является самой холодной страной в мире, ее средняя годовая температура приземного воздуха составляет  $-4,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . 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  $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Средний минимум температуры зимой составляет в Восточной Сибири  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а абсолютная минимальная температура достигала  $-68\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В долинах рек Яны и Индигирки суммарная продолжительность температуры ниже  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  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 [8].

На (рис. 3.2) отображены средние температуры приземного воздуха по территории страны летом и зимой.

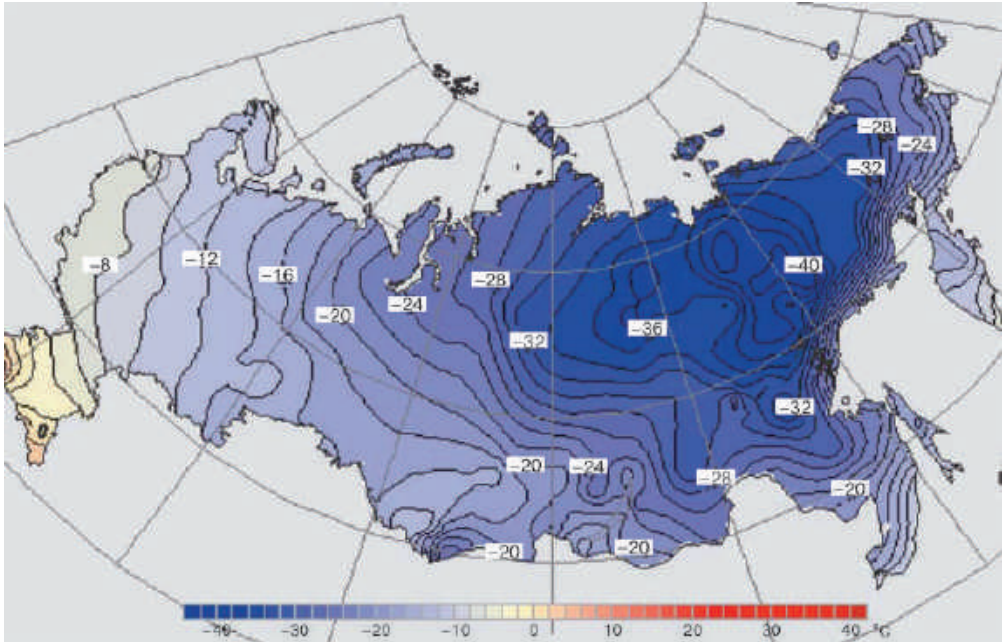
Особенностью температурного режима России являются большие суточные и годовые амплитуды, особенно в сугубо континентальном климате азиатской части страны. Весной, в марте—апреле, суточные амплитуды могут достигать  $15\text{--}17\text{ }^{\circ}\text{C}$  в Восточной Сибири и Забайкалье (в Верхоянске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

### ***Ветровой режим***

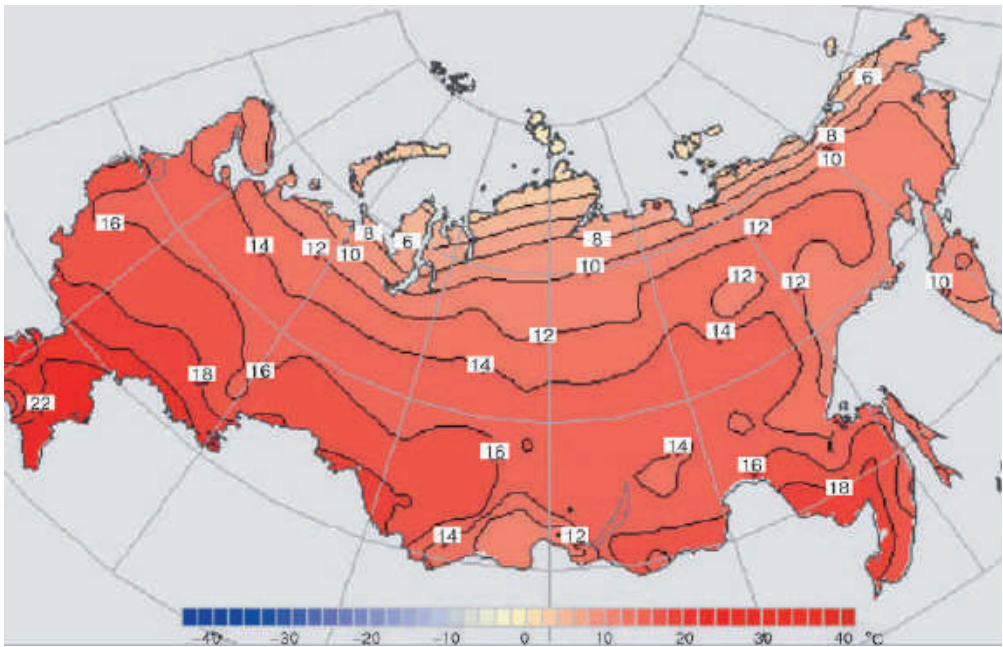
Ветровой режим на территории России (скорость, годовой ход, преобладающее направление ветра и т. д.) определяется сезонным режимом барических центров над Северной Америкой и Евразией, а также особенностями подстилающей поверхности. С мощным сибирским антициклоном связана зона слабых ветров над обширной территорией Северо-Восточной Азии (без побережий), где средняя скорость ветра в январе составляет  $2\text{--}3\text{ м/с}$ . 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 [8].

Важной особенностью географического распределения скорости ветра являются весьма значительные горизонтальные градиенты вблизи побережий северных и дальневосточных морей, где средняя скорость ветра изменяется от  $3\text{ м/с}$  на континенте до  $9\text{ м/с}$  и больше над водной акваторией. Максимальная скорость ветра на побережьях северных и дальневосточных морей, за исключением побережья Японского моря, достигает  $34\text{ м/с}$  (на Таймыре —  $38\text{ м/с}$ ). 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 Европейской территории России (ЕТР), на границе с Казахстаном и в Новосибирской и Кемеровской областях, где отмечалась максимальная скорость





а)



б)

Рис. 3.2. Средняя температура приземного воздуха (°C) зимой (а) и летом (б) за период 1961–1990 годов [8]

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.

### ***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 [8].

Наиболее высокий снежный покров в пределах ЕТР характерен для Предуралья, где его средняя высота составляет 90 см, плотность снега — 240–260 кг/м<sup>3</sup>, 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/м<sup>3</sup>, 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/м<sup>3</sup>, 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/м<sup>3</sup>. В горных районах Алтая и Кузнецкого Алатау запасы воды в снеге достигают 400–500 мм.

### ***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 (вечная мерзлота). 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 [6, 8].

Многолетняя мерзлота в России занимает территорию более 10 млн км<sup>2</sup> — более 60% площади (рис. 3.3.). Мощность вечной мерзлоты достигает 1370 м в верховье р. Вилюй (Восточная Сибирь), 400 м на арктических островах и 210–230 м в Якутске.

### ***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 [2, 4, 10].



Рис. 3.3. 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

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.

### ***Опасные явления***

Большая часть территории России подвержена опасным метеорологическим явлениям и катастрофам. 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) [8].

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 Азиатской территории России (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.





## 3.2. Климат в разных регионах России

### 3.2.1. Климат Центральной России

К центральной части России относятся: Смоленская, Тверская, Ярославская, Костромская, Ивановская, Владимирская, Рязанская, Тульская, Калужская, Московская, Брянская, Курская, Орловская, Белгородская, Липецкая, Воронежская и Тамбовская области.

Климат Центральной России умеренно-континентальный, с умеренно морозной зимой и теплым летом, а также выраженными переходными сезонами: осенью и весной. На всей территории центральной части России климат и погодные условия остаются схожими, между наиболее отдаленными точками региона можно проследить лишь незначительные различия [2, 7].

Характерной чертой центра России является открытость территории для воздушных масс. Зимой в регионе господствуют ветра юго-восточного и западного направлений: наиболее часто дует юго-восточный и восточный ветра, которые приносят ясную морозную погоду. Иногда морозную погоду приносит северный и северо-западные ветры. Также часто вторгается западный ветер, принося осадки в виде снега и потепление. Реже дует северо-восточный ветер, который приносит наиболее крепкие морозы. Зимой также могут вторгаться юго-западные массы, которые обычно приносят потепление, иногда и с оттепелями и мокрым снегом, дождями. В зимнее время в центре России устойчивая облачность и снегопады, приходящие с Атлантического океана, чередуются с такими же устойчивыми восточными антициклонами, приходящими с юго-востока или северо-востока. Постоянно облачная или постоянно ясная погода зимой может сохраняться до 2-3 недель, а то и не меняться на протяжении 1-1,5 месяцев. Величина снежного покрова к весне на территории Центральной России достигает 50–60 сантиметров.

В теплое время года (апрель—октябрь) на территории Центральной России преобладает западное направление ветра: мощные циклоны приходят с юго-за-



пада, запада и северо-запада. Однако территория региона остается открытой для ветров восточного и южного направлений, приносящих массы из Сибири и Казахстана, поэтому летом в центре России наблюдается крайне неустойчивая погода, меняющаяся из года в год. Холодные дождливые годы могут чередоваться с жаркими и засушливыми. В течение года в Центральной России выпадает до 500–550 мм осадков, при этом на теплый период (апрель—сентябрь) приходится 300–350 мм осадков, а на холодное около 200 мм. Максимум осадков приходится на июль (75–85 мм в разных субъектах), а минимум на февраль — около 27–30 мм.

Континентальность климата в центральной части России возрастает с северо-запада, от Брянской и Смоленской областей, на юго-восток, до Рязанской и Тамбовской. Таким образом, средняя температура июля составляет от +17 °С на северо-западе региона до +18 °С на юго-востоке, а средняя температура января от –11 до –12 °С соответственно. Суточные колебания температур зависят от времени года и характера господствующих воздушных масс: в ноябре—январе, когда солнце слабо прогревает землю, суточное колебание температур минимально, и составляет всего 1–2 °С при циклоне и 3–6 °С при антициклоне. В феврале и марте, когда солнце набирает силу, суточная амплитуда температур может достигать уже 15 °С, а к лету солнце способно прогревать воздух до +30 °С, при том, что ночью он остывает до +10 °С. Годовые колебания температур достаточно велики: зимой воздух может остывать до –25, а порой и до –30 °С, летом же прогреваться до +30...+33 °С.

В Центральной России четко прослеживаются четыре сезона: зима, весна, лето и осень. Наиболее продолжительны зима и лето и составляют около 4,5-5 и 3-3,5 месяцев соответственно. Осень обычно длится около 2-2,5 месяцев, весна же достаточно короткая: она захватывает лишь конец марта апрель, и начало мая.

Зима в центральной России обычно приходит в течение ноября, к концу месяца образуется устойчивый снежный покров, дневная температура падает до –1...–3 °С, ночная устанавливается около –10 °С. Первая декада декабря обычно достаточно теплая, снежная, средняя температура держится около –7 °С; к середине же месяца может установиться ясная морозная погода: по ночам температура падает до –25 °С, днем держится на отметке в –20 °С. Такие морозы, приносимые северными антициклонами, могут чередоваться с оттепелями, приходящими с запада и юга. К концу января, когда солнце поднимается чуть-чуть выше над горизонтом и увеличивается длина светового дня, температура в дневное время уже практически не падает ниже –15 °С. Февраль обычно ясный, морозный: ночью температура воздуха держится от –24 °С в начале месяца до –18 °С в конце, дневная же от –15 до –4 °С соответственно. Однако ясная погода может смениться циклоном, приносящим потепление и осадки в виде снега и, реже, в виде дождя. Ночью в таком случае температура устанавливается около –3...–8 °С, днем же от –3 до +2 °С.

Весна в Центральной России обычно приходит в первой половине апреля: тает снег, вскрываются реки. Март же больше напоминает зимний месяц: в на-

чале месяца морозы могут достигать  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а среднесуточная температура составляет около  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Только в последней декаде дневная температура становится положительной, как при ясной погоде, так и при облачной. Однако ночи в конце месяца остаются холодными: морозы достигают  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а днем температура воздуха поднимается выше нуля всего на  $3\text{--}5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

В апреле при проникновении южных масс становится значительно теплее: днем температура поднимается до  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  в начале месяца и до  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  в конце, ночные заморозки к третьей декаде пропадают и ночная температура устанавливается на отметке  $+4\text{...}+7\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Май сравнительно теплый. При возможной прохладной дождливой погоде в первой декаде со средней температурой  $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$  к середине месяца становится теплее: дневная температура достигает  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В мае нередки ливни и грозы.

Летняя погода в Центральной части России обычно приходит во второй половине мая. Для лета характерна неустойчивая погода: ясное небо за час становится хмурым и начинается дождь, который также быстро прекращается и тучи развеиваются. Днем на протяжении всего лета температура воздуха сохраняется на отметке в  $+25\text{...}+30\text{ }^{\circ}\text{C}$  при ясной погоде и около  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  при продолжительных дождях. В июне и июле ночи достаточно теплые: температура редко падает ниже  $+13\text{...}+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . А в августе ночи становятся длиннее и холоднее: ночная температура к концу месяца опускается до  $+7\text{...}+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Осенью в центральной части страны температура медленно и плавно снижается, переходя в зимнюю во второй половине ноября. Сентябрь обычно теплый, днем при ясной погоде дневная температура достигает  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$  в начале месяца и  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$  в конце, ночи же прохладные: к концу месяца ночная температура падает до  $+2\text{...}+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В особо холодные дождливые дни дневная температура в сентябре может и не достичь отметки в  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

В октябре становится холоднее, опадают листья с деревьев, появляются ночные заморозки, дневная температура держится в пределах  $+10\text{...}+15\text{ }^{\circ}\text{C}$  в начале месяца и падает до  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  в конце. В ноябре заморозки усиливаются: ночные температуры в середине месяца могут достичь  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а в конце даже  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Дневная температура обычно держится в пределах  $-3\text{...}+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Длина светового дня в центре России изменяется от 7 часов в первой половине зимы до 19 часов в первой половине лета. Наибольшая высота солнца достигается 22 июня, угол между солнечными лучами и землей в этот день составляет  $57\text{--}59^{\circ}$  в разных субъектах. Наименьшей полуденной высоты над горизонтом солнце достигает 22 декабря. В 13:00 в этот день высота солнца над горизонтом составляет  $10\text{--}11^{\circ}$ .

В последние годы погода на территории Центральной России становится все более изменчивой и неустойчивой, наблюдается уменьшение количества осадков, увеличение количества ясных дней, зима порой запаздывает на 2-4 недели, декабрьские дожди сменяются 25-градусными морозами. Январь и февраль становятся более сухими и морозными, март из года в год меняется все сильнее: на смену 15-градусному морозу в одном году приходит теплая погода и температу-

ра воздуха до +10 °С в другом. Лето также становится более сухое и жаркое, а лето 2010 года стало аномальным.

### 3.2.2. Климат Северо-Запада России

К северо-западной части России (Северо-Западному федеральному округу) относятся следующие субъекты: Калининградская, Новгородская, Ленинградская, Псковская, Архангельская, Вологодская, Мурманская области, Республика Коми, Республика Карелия, Ненецкий автономный округ, город Санкт-Петербург.

Северо-Западный федеральный округ России расположен в зоне двух климатических поясов: субарктического и умеренного. Тип климата на территории федерального округа умеренно-континентальный. Континентальность климата возрастает с запада на восток, от Калининградской области до Республики Коми [5, 7, 10].

В целом, при продвижении с северо-запада, от побережья Балтийского моря, на юго-восток, к Уральским горам, в климате региона можно проследить существенные различия, связанные прежде всего с удалением от Атлантического океана и, соответственно, нарастанием континентальности климата.

В северо-западной части России в году четко выделяются теплый (лето) и холодный (зима) периоды. Также выражены переходные формы — весна и осень.

Годовое количество осадков в регионе — около 600–800 мм (в Мурманской области около 400–500 мм).

Влажность воздуха в регионе возрастает с востока (наиболее сухой воздух в Республике Коми) на запад (самый влажный воздух на побережье Балтийского моря, относительная влажность воздуха достигает 90–95%).

Теплый период (апрель—сентябрь). Летом на территории региона преобладает северное направление ветра. Воздушные массы приходят с Северного Ледовитого океана, нередко приносят с собой влажный промозглый воздух, холодные дожди. Общее количество осадков теплого периода составляет от 300–350 мм на севере региона, в районе Архангельской и Мурманской областей, Ненецкого автономного округа, до 400–450 мм в Ленинградской, Новгородской, Вологодской областях, Республике Коми.

Холодный период (октябрь—март). Зимой на северо-западе России преобладают западные и юго-западные ветры, которые приносят воздушные массы с Атлантического океана. При подходе к Уральским горам также усиливается влияние южных ветров, приносящих массы с континента. Общее количество осадков холодного периода по региону составляет 200–300 миллиметров. Меньше всего осадков приходится на февраль и март: около 20–25 мм в Мурманской области, и 30–35 мм в остальных субъектах округа.

Для побережья Балтийского моря характерно незначительное суточное колебание температуры, а также относительно низкое годовое колебание. Юго-вос-

точнее, в Республике Коми, усиливается годовая и суточная амплитуда температуры воздуха.

Средняя температура июля на севере региона (Мурманск, Нарьян-Мар, Воркута) составляет около +12 градусов, южнее (Архангельск, Печора) — около +15 °С. В Санкт-Петербурге, Великом Новгороде, Вологде, Сыктывкаре средняя температура июля достигает +18 °С. Средняя температура января в регионе уменьшается с запада на восток и составляет от –3 °С в Калининграде и –7 °С в Санкт-Петербурге до –14...–16 °С в Архангельске и Сыктывкаре, а также до –20 °С в Нарьян-Маре и Воркуте.

На территории Северо-Западного федерального округа встречаются зоны тундры и лесотундры, а также тайги. Природная зона тайги занимает около 80% территории региона.

### 3.2.3. Климат Поволжья

Под Поволжьем будем понимать Приволжский федеральный округ, а также Волго-Вятский и Поволжский (частично) экономические районы, куда входят следующие субъекты Российской Федерации: Нижегородская, Кировская, Ульяновская, Саратовская, Оренбургская, Пензенская, Самарская области, Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Удмуртская Республика, Республика Мордовия, Республика Марий Эл, Чувашская Республика, Пермский край.

Территория Поволжья расположена в зоне умеренно-континентального климата. Однако более значительная удаленность региона от Атлантического океана обуславливает некоторые характерные особенности в климате, прежде всего — более ярко выраженную континентальность [2, 7].

Для территории Поволжья можно четко выделить все четыре времени года: зиму, весну, лето и осень. При этом, можно явно выделить теплый (апрель—сентябрь) и холодный (октябрь—март) периоды.

Годовое количество осадков на территории региона составляет около 550–700 миллиметров и уменьшается в пределах региона с запада на восток. В теплый период осадков выпадает больше, чем в холодный, сумма осадков теплого периода на территории региона обычно колеблется в пределах 300–400 мм. На протяжении холодного периода в Поволжье выпадает 250–300 мм осадков. При этом средняя высота снежного покрова в марте достигает около 50–60 мм.

В зимнее время на территории региона господствуют южные ветры, приносящие сухой холодный воздух с материка. Летом же в регион нередко врываются циклоны, приносимые западными и северными ветрами, или же антициклоны, которые также приносит северный ветер. Тем не менее, такое господство направления ветра выражено не очень ярко как в летнее, так и в зимнее время. Связано это с тем, что на протяжении всего года территория региона остается открытой для ветров практически любого направления.

Средняя температура января в регионе уменьшается по мере удаления от Атлантического океана и нарастания континентальности климата, с запада на вос-

ток: от  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$  в Нижегородской, Пензенской, Кировской областях до  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  при подходе к Уральским горам, в Пермском крае, Башкортостане.

Средняя температура июля одинакова практически на всей территории региона и составляет обычно  $+17\dots+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Лишь на юго-западе региона, в Самарской и Саратовской областях средняя температура июля достигает около  $+19\dots+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

На территории Поволжья в году можно четко проследить два основных сезона: зиму и лето, а также два переходных: осень и весну. Климатическая зима длится обычно около четырех—четырёх с половиной месяцев. Устойчивый снежный покров, как правило, образуется в конце ноября, а сходит снег чаще всего в первой половине апреля. Общее число дней в году со снежным покровом на территории Поволжья составляет обычно 120–160.

Весна в регион обычно приходит в апреле, вскрываются реки, начинает стремительно теплеть, и уже в начале мая может установиться летняя погода. Лето в регионе достаточно жаркое, на протяжении всего лета днем воздух может прогреваться до  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Однако северные ветры могут принести дожди и похолодание, в августе дневная температура может упасть до  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Осень в регион обычно приходит в первой половине сентября. Однако теплая и сухая погода может стоять до октября, при этом дневная температура может достигать  $+20\dots+22\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Но в отдельные годы осень может выдаться сырой и холодной: уже в октябре возможны ночные заморозки, а дневная температура может и не достигнуть  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Как правило, в ноябре осень сменяется зимой, дневная температура редко преодолевает отметку в  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 3.2.4. Климат Урала

Климат Урала — типичный горный; осадки распределяются неравномерно не только по областям, но и в пределах каждой области. Западно-Сибирская равнина — территория с суровым континентальным климатом; в меридиональном направлении его континентальность увеличивается менее резко, чем на Русской равнине. Климат горных районов Западной Сибири менее континентальный, чем климат Западно-Сибирской равнины. В пределах одной и той же зоны на равнинах Предуралья и Зауралья природные условия заметно отличаются. Объясняется это тем, что Уральские горы служат своеобразным климатическим барьером. К западу от них выпадает больше осадков, климат более влажный и мягкий; к востоку, то есть за Уралом, осадков меньше, климат более сухой, с ярко выраженными чертами континентального [2, 7].

Климат Урала разнообразен. Горы вытянуты на 2000 км в меридиональном направлении, и северная часть Урала расположена в Заполярье и получает солнечной радиации гораздо меньше, чем южная часть Урала, расположенная южнее 55 градуса с. ш.

Западно-Сибирская равнина — территория с суровым континентальным климатом; в меридиональном направлении его континентальность увеличивается

намного менее резко, чем на Русской равнине. Климат горных районов Западной Сибири менее континентальный, чем климат Западно-Сибирской равнины. Уральские горы встают преградой на пути движения атлантических воздушных масс. Западный склон чаще встречает циклоны и лучше увлажнен. В среднем он получает на 100 мм больше осадков, чем восточный.

Климат Урала определяется его положением среди равнин Евразии, небольшой высотой и шириной гор. Огромная протяженность Урала с Севера на Юг обуславливает зональное изменение климата. Контраст резко проявляется летом. Средняя температура на севере  $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , на юге  $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Зимой различия сглаживаются, на юге  $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , на севере  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Континентальность климата возрастает с Северо-Запада на Юго-Восток.

Западные склоны встречают циклоны с Атлантики и увлажнены сильнее. Вторая часть с Арктики, а также континентальные среднеазиатские воздушные массы.

### 3.2.5. Климат Западной Сибири

Западная Сибирь отличается континентальным климатом, который формируется под воздействием воздушных масс преимущественно арктического происхождения. В летнее время арктический воздух, поступающий в тылах северных циклонов, взаимодействует с прогретым континентальным воздухом, вызывая образование облачности и осадков. В более редких случаях на территории Западной Сибири наблюдаются вхождения влажных атлантических и сухих среднеазиатских воздушных масс. Зимой сюда поступает континентальный холодный воздух из центральных районов Сибири по западной окраине Азиатского антициклона и атлантический воздух с циклонами из Арктики [2, 7].

Главные пути циклонов проходят по северным районам Западной Сибири, поэтому здесь наблюдаются большая облачность, сильные ветры и обильные снегопады. Зима длительная и суровая, с низкими температурами воздуха. С ноября по март бывают морозы ниже  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Период без заморозков продолжается 2–3 месяца, но в некоторые годы заморозки наблюдаются и в середине лета. В средней полосе Западной Сибири лето теплое, но более короткое, чем на тех же широтах на Европейской части Союза.

Средняя температура июля  $15,5\text{--}18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Отрицательные температуры удерживаются около 6 месяцев. Средняя температура января около  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , бывают морозы до  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Зимняя погода неустойчива: суровые морозы при затишьях и ясном небе прерываются резкими потеплениями (с повышением температуры на  $15\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), сопровождающимися буранами. В южной части Западной Сибири, особенно в целинных районах, континентальность климата увеличивается. Зимы здесь продолжительные, с сильными ветрами и буранами. В среднем они на  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  холоднее, чем на тех же широтах Восточно-Европейской равнины. Абсолютный минимум температуры достигает  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Осадков за холодный период выпадает менее 100 мм, высота снежного покрова невелика (20–30 см) и почва промерзает на большую глубину. Лето про-



должается около 3 месяцев, средняя температура июля 20–22 °С, максимальная превышает 40 °С. Относительная влажность воздуха незначительна (менее 50% в дневные часы). Часто наблюдаются засухи и суховеи, иногда — пыльные бури.

В целом на территории Западной Сибири отмечаются большие климатические контрасты, обусловленные ее огромной протяженностью с севера на юг. Среднегодовая температура воздуха на севере –10 °С, на юге 1–2 °С. Осадков выпадает от 200–350 мм в год в тундровой и степной зонах, до 500–600 мм в лесной зоне. В горах Алтая и Урала увлажнение возрастает. На наветренных западных и северо-западных склонах выпадает местами свыше 1000 мм осадков в год, на юго-восточных склонах и в межгорных впадинах их сумма уменьшается до 100–300 мм. Температуры воздуха с высотой понижаются на 5–10 °С. В межгорных впадинах наблюдаются инверсии температур с застоем холодного воздуха в зимние месяцы.

В июне и июле западные циклоны приносят дожди, часто ливневые. Летом выпадает наибольшее количество осадков — до 70% годовой нормы. Самое большое количество осадков приходится на июль (иногда на июнь). В начале августа, как правило, бывают похолодания, температура воздуха и воды в водоемах падает. Во второй половине месяца на поверхности почвы возможны заморозки.

В конце августа—начале сентября приток солнечной радиации уменьшается, среднесуточная температура падает до +15 °С. Велика вероятность наступления заморозков, но движение теплых воздушных масс с юга способствует повышению температуры до +30 °С даже во второй половине сентября. Периоды потепления в сентябре бывают продолжительными — иногда до двух недель, что благоприятно сказывается на подготовке плодово-ягодных растений к зиме. В начале октября среднесуточная температура воздуха резко падает до +5 °С, что говорит об окончании вегетационного периода. В сентябре и октябре выпадает значительное количество осадков. В сентябре это, как правило, дождь, а в октябре — мокрый снег, который быстро тает. Влажность воздуха в октябре высокая, что препятствует испарению осадков, поэтому почва к зиме накапливает много влаги. Снег окончательно ложится в конце октября—начале ноября.

Западная Сибирь имеет форму ступенчатого амфитеатра, открытого к северу, к побережью Карского моря. В ее пределах отчетливо прослеживаются три высотных уровня. Первый уровень, занимающий почти половину территории, имеет высоту менее 100 м. Второй гипсометрический уровень располагается на высотах 100–150 м, третий — преимущественно в интервале 150–200 м с небольшими участками до 250–300 м.

### 3.2.6. Климат Дальнего Востока

Главные особенности природы Дальнего Востока определяются его положением на восточной окраине Азии, подверженной непосредственному воздействию Тихого океана и относящихся к нему морей. Дальний Восток омывается

Чукотским, Беринговым, Охотским и Японским морями, а местами и непосредственно водами Тихого океана. Поскольку их воздействие в глубь материка быстро ослабевает, то Дальний Восток занимает сравнительно неширокую полосу суши, вытянутую с юго-запада на северо-восток почти на 4500 км. Кроме материковой полосы к нему относятся остров Сахалин, Шантарские острова (в Охотском море), Курильская островная дуга и расположенные по соседству с полуостровом Камчатка острова Карагинский и Командорские [2, 7].

Климат Дальнего Востока отличается особой контрастностью — от резко континентального (вся Якутия, колымские районы Магаданской области) до муссонного (юго-восток), что обусловлено огромной протяженностью территории с севера на юг (почти на 3900 км.) и с запада на восток (на 2500–3000 км.). Это определяется взаимодействием континентальных и морских воздушных масс умеренных широт. В северной части климат исключительно суровый. Зима малоснежная, продолжается до 9 месяцев. В южной части климат муссонного типа с холодной зимой и влажным летом.

Наиболее существенные отличия Дальнего Востока от Сибири связаны с преобладанием в его пределах муссонного климата на юге и муссонообразного и морского на севере, что является результатом взаимодействия между Тихим океаном и сушей Северной Азии. Заметно воздействие и окраинных морей Тихого океана, особенно холодного Охотского моря. Большое влияние на климат оказывает сложный, преимущественно горный рельеф.

Зимой со стороны мощного Азиатского максимума к юго-востоку устремляются потоки холодного воздуха. На северо-востоке по окраине Алеутского минимума холодный континентальный воздух Восточной Сибири вступает во взаимодействие с теплым морским воздухом. В результате часто возникают циклоны, с которыми связано большое количество осадков. На Камчатке выпадает много снега, нередки метели. По восточному берегу полуострова высота снежного покрова может местами достигать 6 м. Значительны снегопады и на Сахалине.

Летом воздушные потоки устремляются со стороны Тихого океана. Морские воздушные массы взаимодействуют с континентальными, вследствие чего на всей территории Дальнего Востока летом идут муссонные дожди. Муссонный климат Дальнего Востока охватывает Амурскую область и Приморский край. В результате крупнейшая дальневосточная река Амур и ее притоки разливаются не весной, а летом, что обычно приводит к катастрофическим наводнениям (лето 2013 года). Над прибрежными районами нередко проносятся разрушительные тайфуны, приходящие со стороны южных морей.

Под влиянием приморского положения, морского и муссонного климата границы географических зон на равнинах Дальнего Востока сильно сдвинуты к югу. Тундровые ландшафты встречаются здесь под 58–59° с. ш., то есть значительно южнее, чем где-либо на материке Евразии; леса, доходящие до крайних южных районов Дальнего Востока и простирающиеся далее, составляют характерную особенность всей окраины материка в средних широтах, в то время как

степные и полупустынные ландшафты, широко распространенные на этих широтах в более западных внутренних частях материка, здесь отсутствуют.

### 3.2.7. Климат Кавказа

Кавказ — один из южных районов России. Его крайние точки лежат в северной оконечности Ростовской области и на границе Дагестана. Территория Северного Кавказа получает много солнечной радиации — приблизительно в полтора раза больше, чем, например, Подмосковье. Годовая ее сумма для равнинных и предгорных районов составляет 120–140 больших калорий (килокалорий) на каждый квадратный сантиметр поверхности [2, 7].

В разные сезоны года радиационный поток различен. Летом каждый квадратный сантиметр поверхности получает 17–18 ккал в месяц. В это время баланс тепла положительный. Зимой поток солнечных лучей резко сокращается — до 3–6 ккал на 1 кв. см в месяц и много тепла отражает заснеженная земная поверхность. Поэтому радиационный баланс на некоторое время в середине зимы становится отрицательным.

На Северном Кавказе повсеместно, за исключением высокогорий, много тепла. На равнинах средние температуры июля повсюду превышают 20 °С, а лето продолжается от 4,5 до 5,5 месяцев. Средние температуры января колеблются в разных районах от –10° до +6 °С, и зима длится всего лишь два-три месяца. Остальное время года занимают переходные сезоны — весна и осень.

Вследствие обилия тепла и света растительность на Кавказе имеет возможность развиваться в северных частях района в течение семи месяцев, в Предкавказье — восемь месяцев, а на Черноморском побережье, к югу от Геленджика, — до 11 месяцев. Это значит, что при соответствующем подборе полевых и огородных культур, можно получать полтора урожая в год на севере района, а во всем Предкавказье — даже два урожая.

Движение воздушных масс и их трансформация на территории Северного Кавказа отличаются исключительной сложностью и многообразием. Район расположен на границе умеренных и субтропических широт недалеке от теплого Средиземного моря. На севере до самого Ледовитого океана нет никаких существенных орографических препятствий. На юге, наоборот, поднимаются высокие цепи гор. Поэтому во все сезоны года на Северный Кавказ могут проникать различные массы воздуха: то холодный сухой воздух Арктики, то насыщенные влагой массы, сформировавшиеся над Атлантическим океаном, то влажный тропический воздух Средиземноморья и, наконец, хотя и очень редко, тоже тропический, но сухой и сильно запыленный воздух из пустынных нагорий Передней Азии и Ближнего Востока. Сменяя друг друга, различные воздушные массы создают большую пестроту и разнообразие погодных условий, которыми и отличается Северный Кавказ. Но главное количество осадков связано с западными ветрами, несущими влагу с Атлантики. Их влагу перехватывают склоны гор и

возвышенностей, обращенные к западу, а на восток нарастает сухость и континентальность климата, что сказывается на всем ландшафте.

Характер циркуляции воздушных масс в разные сезоны года имеет заметные отличия. На равнинах зимой сталкиваются между собой холодный плотный воздух Сибири и Казахстана (Сибирский, или Азиатский, антициклон) и относительно теплый разреженный воздух, устанавливающийся над Черным морем (Черноморская депрессия). Под влиянием Сибирского антициклона в сторону Предкавказья постоянно направляются потоки сухого, сильно охлажденного воздуха. Вследствие значительной разницы в давлении воздух течет быстро, образуя сильные, часто штормовые восточные и северо-восточные ветры. Эти ветры в течение всей зимы господствуют в Прикаспии и в восточных частях Предкавказья. Вследствие сухости приносимого ими воздуха здесь почти не выпадает осадков, а толщина снежного покрова невелика — 5–10 см, местами снег вовсе отсутствует.

Дальше на запад воздух Сибирского антициклона проникает редко. Все Западное Предкавказье находится под влиянием Черноморской депрессии: отсюда приходят циклоны, приносящие резкое потепление и много осадков. Снежный покров на западе в 2–3 раза толще, чем на востоке, зима неустойчивая: частые оттепели продолжаются иногда по неделе и больше, причем температуры поднимаются до 6–12 °С на севере и до 20 °С на юге района.

Своеобразной климатической границей между Восточным и Западным Предкавказьем является Ставропольская возвышенность. Здесь встречаются между собой весьма разнородные по своим физическим свойствам воздушные массы. При этом ветры обычно резко усиливаются; переменный режим ветров — главная черта зимы в Ставрополье.

Арктический воздух на Северный Кавказ приходит обычно с северо-запада. На Нижнем Дону и в Предкавказье этот холодный воздух, как правило, надолго задерживается плотным воздухом Сибирского антициклона и горными цепями. Тогда устанавливаются, казалось бы, вовсе не свойственные этим южным местам низкие температуры. Так, в Пятигорске и Майкопе абсолютные минимумы, то есть самые низкие из наблюдавшихся температур, равны –30 °С, а в Краснодаре даже –33 °С. Средние минимумы тоже довольно жестки: –16, –20 °С.

Холодный арктический воздух, как бы прижимаясь к земле, обычно высоко не поднимается и не переваливает через горные хребты, которые защищают Закавказье от губительных северных холодов. Но холодные вторжения могут обходить Кавказские горы по восточной их окраине вдоль Каспийского побережья, нередко по пути оказывая губительное влияние на прибрежные районы Дагестана.

На западе, на небольшом участке берега от Новороссийска до Геленджика, где горный хребет невысок, холодный и плотный воздух, накапливающийся в предгорьях, временами поднимается до седловины Маркотхского перевала. Тогда на город Новороссийск и Цемесскую бухту обрушивается бора, по-местному норд-ост — ветер ураганной силы и скорости, к тому же чрезвычайно холодный.

Он нередко приносит серьезные разрушения городскому хозяйству и вызывает сильные штормы в прибрежных частях моря.

Весной нагретые от земной поверхности воздушные массы устремляются вверх и давление ослабевают. Тогда создаются условия для активного вторжения теплого средиземноморского воздуха. Под его влиянием дружно стает непрочный снежный покров, быстро нарастают среднесуточные температуры, и уже в начале мая на всей территории Северного Кавказа, кроме высокогорий, устанавливаются летние условия.

Летом приходящий воздух активно преобразуется под воздействием сильно прогретой земной поверхности и на территории района формируется свой собственный воздух, близкий к тропическому типу. На равнинах повсюду, часто на много недель, устанавливается антициклон с характерными для него чертами погоды: преобладают жаркие дни, со слабыми ветрами, малой облачностью и сильным прогреванием приземных слоев воздуха, почти совсем без дождей.

Лишь время от времени антициклональные условия сменяются периодами прохождения циклонов. Они вторгаются обычно с Атлантики через Западную Европу, Белоруссию и Украину и гораздо реже со стороны Черного моря. Циклоны приносят пасмурную погоду: на их передних фронтах выпадают ливневые дожди, часто сопровождающиеся грозами. Изредка в тылу проходящих циклонов выпадают длительные моросящие дожди.

Циклоны почти всегда приходят с запада или северо-запада, и по мере движения на восток и юго-восток приносимые ими воздушные массы теряют запасы влаги. Поэтому не только зимой, но и летом западное равнинное Предкавказье увлажнено обильнее, чем восточное. На западе годовое количество осадков равно 380–520 мм, а в Прикаспии — лишь 220–250 мм. В предгорьях и на Ставропольской возвышенности осадки увеличиваются до 600–650 мм, но на равнинах к востоку от возвышенности их не хватает для того, чтобы полностью использовать в земледелии и садоводстве обилие солнечного тепла. Положение еще осложняется крайней неравномерностью выпадения осадков во времени.

Фактически вся территория Нижнего Дона и равнинного Предкавказья не гарантирована от возможности засух с их постоянными спутниками — суховеями — жестоким, неумолимым врагом полевых и садово-огородных растений. При засухах и суховеях, особенно на востоке, часто случаются пыльные, или черные, бури. Они возникают в то время, когда верхние слои пересохшей почвы, еще слабо скрепленные недавно взошедшими растениями, сдуваются сильным ветром. Пыль тучей поднимается в воздух, застилая небо густой пеленой. Иногда пыльное облако настолько плотно, что солнце едва просвечивает сквозь него и кажется мутным кроваво-красным диском.

Осенью приток солнечного тепла слабеет. Вначале еще сохраняются черты летней циркуляции. Преобладают антициклональные погоды со слабым движением воздушных масс. Впоследствии начинает заметно остывать земная поверхность, а от нее и нижние слои воздуха. По утрам над остывшей за ночь землей стелются густые молочно-белые туманы. Все чаще приходит уже сильно



охлажденный воздух Сибирского антициклона, и в ноябре над всей территорией Северного Кавказа устанавливается зимний тип циркуляции.

Климат горных территорий Северного Кавказа (от 800–900 м и выше) сильно отличается от прилежащих равнин, хотя и повторяет некоторые самые общие черты. Одно из главных отличий состоит в том, что горные склоны, задерживая потоки воздушных масс, заставляют их подниматься вверх. При этом температура воздушной массы быстро понижается, а влагонасыщение растет, что приводит к выпадению осадков. Поэтому горные склоны увлажнены значительно лучше: в горах Западного Кавказа на высотах свыше 2000 м выпадает в год 2500–2600 мм; к востоку их количество уменьшается до 900–1000 мм. Нижняя зона гор — от 1000 до 2000 м — осадков получает меньше, но все же достаточно для произрастания пышной лесной растительности.

Другое отличие обусловлено понижением температуры с увеличением высоты: при подъеме на каждые 100 м она падает примерно на 0,5–0,6 °С. В связи с этим, на горных склонах отчетливо проявляется поясное распределение климата, и уже на высоте 2700 м на северных склонах гор Западного Кавказа, 3700–3800 м в Центральном и 3500 м в Восточном лежит снеговая линия, или граница «вечного» снега. Выше нее теплый сезон с положительными температурами длится не более 2,5–3 месяцев, а на высотах свыше 4000 м даже в июле положительные температуры наблюдаются весьма редко.

Вследствие обилия осадков в горах Западного Кавказа в течение зимы накапливается 4–5 м снега, а в горных долинах, куда он сдувается ветром, — до 10–12 м. Нередко на склонах здесь появляются лавиноопасные участки: при ходьбе достаточно одного неосторожного движения, иногда даже резкого звука, чтобы тысячетонная масса накопленного снега, сорвавшись с крутого уступа, со страшным грохотом полетела вниз, уничтожая все на своем пути. В горах Восточного Кавказа вследствие общей сухости снеговой покров значительно меньше.

Третье отличие горного климата состоит в том, что охлажденный воздух высокогорья часто как бы низвергается вниз по сравнительно узким межгорным долинам. При опускании на каждые 100 м воздух нагревается примерно на 1 °С. Ниспадая с высоты 2500 м, он, при достижении нижних частей гор и предгорий, нагревается на 25 °С, то есть вместо холодного станет теплым и даже горячим. Такие ветры называются фенами. Они дуют во все времена года, но особенно часто случаются весной, когда резко возрастает интенсивность общей циркуляции воздушных масс.

### 3.2.8. Климат Крыма

Климат большей части Крыма можно охарактеризовать как климат умеренного пояса — мягкий степной в равнинной части, более влажный, характерный для широколиственных лесов — в горах. Южному берегу Крыма свойственен субсредиземноморский климат сухих лесов и кустарниковых зарослей [9].

Наибольшее количество осадков выпадает в Крыму при прохождении над ним метеорологических фронтов циклонов. Ученые подсчитали, что с марта по октябрь в воздушное пространство Крыма поступает 152 тыс. км<sup>3</sup> влаги, а с ноября по февраль — 230,4 тыс. км<sup>3</sup>. От этого количества в виде осадков выпадает в теплый период года 43,6% влаги, а в холодный — 15,5%.

Зимой над южной частью европейской территории СНГ в широтном направлении часто устанавливается ось повышенного атмосферного давления (соединяются два максимума — Азиатский и Азорский), а над Черным морем — зона пониженного давления. Вследствие этого, в Крым часто вторгается холодный и сухой континентальный воздух умеренных широт или арктический воздух. С ним связаны резкие понижения температуры воздуха и частая повторяемость сильных северо-восточных ветров, особенно в степной и северо-восточной части горного Крыма. В тот же сезон относительно часто приходят сюда циклоны со Средиземного моря, в теплых секторах которых перемещается морской тропический воздух.

По этой причине зима в Крыму всюду относительно влажная, с частым выпадением осадков и малым испарением. Частые оттепели зимой приводят к большим колебаниям температуры воздуха и к неустойчивости и маломощности снежного покрова.

Весна в Крыму протекает быстро благодаря увеличению высоты солнца и продолжительности дня, уменьшению облачности из-за распространения сюда отрога Азорского антициклона и притока южного теплого воздуха. Весна — наиболее сухой и ветреный сезон года. Весной часто бывают «возвраты холодов» с ночными морозами, утренними заморозками, особенно в котловинах и речных долинах предгорья, что отрицательно сказывается на раннецветущих косточковых плодовых деревьях и теплолюбивом винограде.

Летом над югом европейской части СНГ и акваторией Черного моря устанавливается антициклональное поле с малыми величинами падения давления. Благодаря этому, в Крыму преобладает ясная, жаркая и маловетренная погода с проявлением местных бризов, горно-долинных и склоновых ветров. Вследствие того, что континентальный воздух умеренных широт преобразуется здесь в местный тропический, в Крыму преобладает засушливая погода.

Морские воздушные массы умеренных широт и атлантические циклоны приносят в Крым осадки летом. Выпадают обильные, интенсивные, но чаще всего кратковременные дожди. Если на долгое время устанавливается господство тропического воздуха, то развиваются термические грозы и кратковременные осадки.

Летний тип циркуляции атмосферы в среднем устанавливается со второй половины мая и продолжается до конца сентября. Таким образом, лето в Крыму длится 4-5 месяцев.

Осень в Крыму — лучший сезон года. Погода тихая, солнечная и умеренно теплая. Осень теплее весны на 2-3 °С в центральных и на 4-5 °С в приморских районах, что обусловлено прежде всего влиянием морей и сохранением антициклонов над Крымом.

В Крыму годовое изменение температуры воздуха почти совпадает с изменением притока солнечной радиации. Среднемесячные температуры воздуха в основном изменяются с севера на юг, за исключением Южного побережья, где изменение происходит к востоку и к западу. Чаще всего наиболее холодным месяцем является январь или февраль, особенно на морском побережье.

Минимальная температура воздуха в Крыму наблюдается во время вторжения континентального арктического воздуха. Абсолютный минимум температуры воздуха бывает преимущественно в январе-феврале. Он составляет в центральной части степи —  $-30...-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а в предгорье — до  $-35...-37\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Наиболее морозоопасными являются долины и вершины Крымских гор (150-160 дней), а наименее — Южное побережье (безморозных 240-260 дней).



Вид на зимнюю Ялту (2 января 2015 года)

### 3.3. Ожидаемые изменения климата на территории регионов Российской Федерации до 2030 года

Начиная с середины 1970 годов, средняя температура приземного воздуха на территории Российской Федерации повышается со средней скоростью  $0,43\text{ }^{\circ}\text{C}$  за десятилетие, что более чем в два с половиной раза превышает скорость глобального потепления. Происходящие изменения климата (прежде всего его потепление — рис. 3.4.) уже оказывают серьезные влияния на природные и хозяйственные системы, на население страны [1, 2, 3].

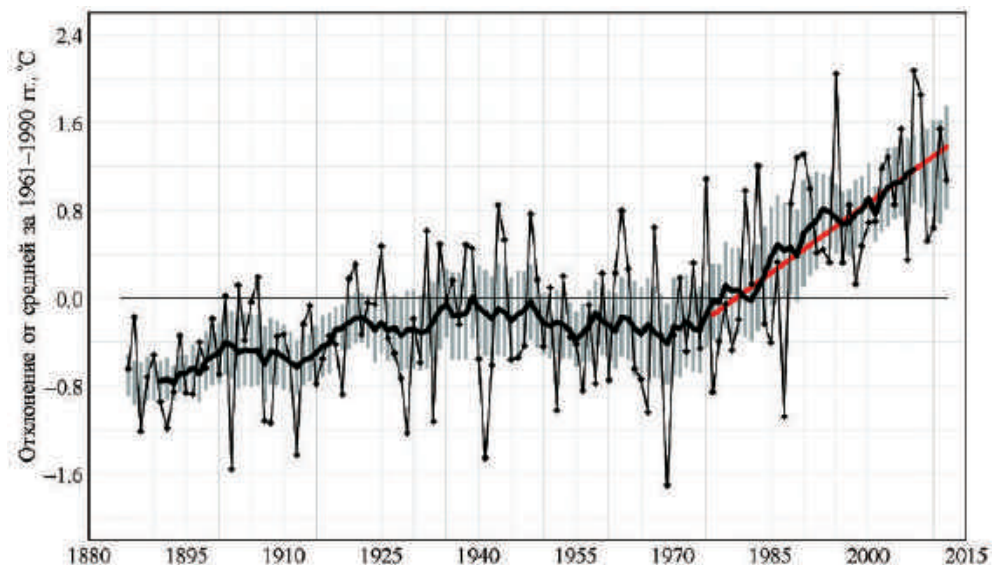


Рис. 3.4. Изменения аномалий среднегодовой температуры приземного воздуха, осредненных по территории России, в течение 1886–2012 годов. Аномалии рассчитаны как отклонения от средних за 1961–1990 годы. Жирная кривая показывает сглаженный ход температуры (11-летние скользящие средние)

В целом за год и во все сезоны, кроме зимы, локальные оценки трендов положительны практически на всей российской территории и в целом для России уверенно указывают на продолжающееся потепление.

Годовые минимумы и максимумы температуры воздуха увеличиваются на большей части территории России; максимум повышения — на западе Европейской части России (ЕЧР). Усиление морозов отмечается в Северо-Кавказском федеральном округе, на юге западной Сибири и Забайкалья; уменьшение годовых максимумов — на Южном Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке. Во все сезоны преобладает увеличение числа суток с аномально высокой температурой воздуха (наиболее заметное летом на Азиатской части России (АЧР) и уменьшение числа суток с экстремально низкой ночной температурой воздуха. Суммарное число дней с морозом убывает в целом за год и в переходные сезоны почти повсеместно, особенно осенью. Число *волн жары*, их продолжительность и интенсивность в западной части России во все сезоны имеют положительную тенденцию, а аналогичные характеристики *волн холода* — тенденцию к уменьшению.

Россия остается регионом мира, где потепление климата в течение XXI века будет существенно превышать среднее глобальное потепление.

Ожидаемые изменения климата по регионам России к 2030 году отражены в табл. 3.1 [3].

Таблица 3.1

**Ожидаемые изменения климата к 2030 году**

Регион	Ожидаемые изменения климата
Северо-Запад	Значительное повышение средней температуры (зимой 1,7–2,0 °С; летом 0,9–1,0 °С). Увеличение среднего количества осадков (зимой 5–7%; летом 1–6%). Возрастание изменчивости температуры, включая интенсификацию волн тепла, и увеличение повторяемости оттепелей зимой и заморозков весной.
Центр	Повышение средней температуры (зимой 1,0–1,6 °С; летом 1,0–1,1 °С). При незначительном увеличении количества осадков зимой тенденция к уменьшению количества осадков летом. Увеличение повторяемости и интенсивности волн тепла.
Юг (Кавказ и Крым)	Минимальное для территории Российской Федерации повышение средней температуры воздуха, более сильное летом (до 1,3 °С). Возрастание продолжительности и интенсивности жаркой погоды. Небольшое уменьшение количества осадков летом при одновременном увеличении интенсивности ливневых осадков. Возрастание засушливости.
Поволжье	Умеренное потепление (зимой 0,9–1,3 °С; летом 1,0–1,2 °С). Повышение летних экстремальных температур. Небольшое увеличение среднего количества осадков.



Регион	Ожидаемые изменения климата
Урал	Ожидаемое значительное потепление, более сильное на севере зимой и на юге летом (зимой 1,5–1,6 °С; летом 0,9–1,1 °С). Небольшое увеличение среднего количества осадков. Небольшое увеличение засушливости на юге.
Сибирь	Значительное потепление зимой в северной части (1,7–1,9 °С), умеренное — в центральной и южной частях не только зимой (1,1–1,3 °С), но и летом (0,8–1,1 °С). Существенное увеличение среднего количества осадков зимой, особенно на севере (до 8–10%); небольшое увеличение среднего количества осадков летом на севере (3–4%) и некоторое уменьшение на юге. Возрастание накопленной за зиму массы снега в сочетании с ускорением ее таяния весной.
Дальний Восток	Потепление зимой, особенно значительное в северной части (1,5–1,7 °С), умеренное летом (0,7–1,0 °С). Увеличение среднего количества осадков зимой (6–10%) и небольшое летом (до 4%).
Арктическая зона РФ	Наиболее значительное по сравнению с остальной территорией России и другими регионами Земли потепление на фоне интенсивных межгодовых и внутривековых естественных колебаний, вносящих значительную неопределенность в количественные оценки будущих изменений климата. Усиление циклонической активности. Наиболее значительное относительное увеличение количества осадков. Существенное сокращение площади ледяного покрова океана; интенсивное сокращение доли многолетнего льда. Интенсивное уменьшение площади распространения вечной мерзлоты, сдвиг южной границы вечной мерзлоты на север на несколько десятков километров.

## Литература

1. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствия на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2009. Т. 1 и Т. 2. [<http://climate2008.igce.ru>]
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2013 год. М., 2014.
3. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 года и дальнейшую перспективу / Под ред. В.М. Катцова и Б.Н. Порфирьева / Росгидромет. М.: Д'АРТ: Главная геофизическая обсерватория, 2011, 252 с. <http://www.voeikovmgo.ru>
4. Семенов В.А., Коршунов А.А. Климатические обусловленные изменения максимальных расходов воды и наводнений на реках России // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 2007. Вып. 173. С. 292–299.
5. Сорокина Н.Б., Федоров А.В., Самотесов Е.Д. Климат Северо-Западного региона России. Популярный доклад / Под ред. Н.Г. Рыбальского, Ю.Ю. Галкина. М.: НИА-Природа; РЭФИА, 2004.
6. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. М.: Росгидромет, 2012. Гл. 8.
7. Климат России. <http://oklimate.com/countries/russia>
8. Основные особенности климата России. [http://www.aari.nw.ru/resources/m0035/CD\\_climate\\_2008/v2008/v1/v1-1.pdf](http://www.aari.nw.ru/resources/m0035/CD_climate_2008/v2008/v1/v1-1.pdf)
9. Климат Крыма. [http://krymology.info/index.php/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82\\_%D0%9A%D1%80%D1%8B%D0%BC%D0%B0](http://krymology.info/index.php/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82_%D0%9A%D1%80%D1%8B%D0%BC%D0%B0)
10. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2012 году». М.: НИА-Природа, 2013. 370 с.



**ГЛАВА 4**

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ПОЛИТИКА  
В ОТНОШЕНИИ  
ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА**



## **4.1. Основы государственной политики в области изменений климата**

Основу государственной политики в области предотвращения или ослабления климатических изменений составляют Федеральные законы Российской Федерации о ратификации Рамочной конвенции ООН об изменении климата от 4 ноября 1994 года № 34-ФЗ и Киотского протокола к РКИК ООН от 4 ноября 2004 года № 128-ФЗ. Законодательные, нормативные правовые акты, и другие документы, разрабатываемые и принимаемые федеральными и региональными органами исполнительной власти, призваны обеспечить выполнение национальных обязательств согласно РКИК ООН и Киотскому протоколу.

Стратегической целью политики Российской Федерации в области климата является обеспечение безопасного и устойчивого развития страны, включая организационно-хозяйственный, экономический, экологический и социальный (в т. ч. демографический) аспекты развития в условиях изменяющегося климата и возникновения соответствующих угроз и вызовов. Приоритетными принципами климатической политики Российской Федерации являются:

- глобальный характер интересов Российской Федерации в отношении изменений климата и их последствий;
- приоритет национальных интересов в разработке и реализации государственной политики в области климата;
- ясность и информационная открытость национальной политики в области климата;
- признание необходимости действий как внутри страны, так и в рамках полноправного партнерства в международных исследовательских программах и проектах;
- всесторонность учета возможных потерь и выгод, связанных с изменениями климата;
- предосторожность при планировании и реализации мер по обеспечению защищенности человека, экономики и государства от неблагоприятных последствий изменений климата.



Национальная политика и меры в области климата разрабатываются и осуществляются в трех основных направлениях: целенаправленные мероприятия, обеспечивающие выполнение национальных обязательств по РКИК ООН и Киотскому протоколу; национальные программы экономического и социального развития, предусматривающие комплекс мер по ограничению антропогенных выбросов парниковых газов, защите и повышению качества поглотителей и накопителей парниковых газов; другие национальные программы и мероприятия, реализация которых способствует снижению выбросов или повышению абсорбции парниковых газов или адаптации к изменениям климата.

К основным программам, законодательным и нормативным актам и процедурам, направленным на выполнение обязательств Российской Федерации по РКИК ООН и Киотскому протоколу относятся:

- Климатическая доктрина Российской Федерации;
- Комплексный план действий по реализации в Российской Федерации Киотского протокола к рамочной Конвенции ООН об изменении климата;
- Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 года № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики»;
- Федеральный закон от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;
- «Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года», утвержденные распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 января 2009 года № 1-р;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 февраля 2006 года № 215-р «О создании российского реестра углеродных единиц»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 1 марта 2006 года № 278-р (с изменениями на 10 марта 2009 года) «О российской системе оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 28 мая 2007 года № 332 «О порядке утверждения и проверки хода реализации проектов, осуществляемых в соответствии со статьей 6 Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата» с изменениями, внесенными постановлением Правительства Российской Федерации от 14 февраля 2009 года № 1087;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 июня 2009 года № 884-р «Об упрощении процедуры утверждения, обеспечения реализации и осуществления контроля проектов, осуществляемых в рамках статей 6 и 17 Киотского протокола»;



- Постановление Правительства Российской Федерации от 28 октября 2009 года № 843 «О мерах по реализации статьи 6 Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата»;

Распоряжение Правительства РФ от 3 сентября 2010 года № 1458-р об утверждении «Стратегии деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года (с учетом аспектов изменения климата)»;

Распоряжение Правительства РФ от 25 апреля 2011 года № 730-р об утверждении «Комплексного плана реализации Климатической доктрины РФ на период до 2020 года»;

Государственная программа «Охрана окружающей среды на 2012–2020 годы»;

Постановление Правительства РФ от 28 мая 2013 года № 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электроэнергии и мощности»;

Указ Президента РФ от 30 сентября 2013 года № 752 «О сокращении выбросов парниковых газов»;

Распоряжение Правительства Российской Федерации от 2 апреля 2014 года № 504-р об утверждении «Плана мероприятий по обеспечению к 2020 году сокращения объема выбросов парниковых газов до уровня не более 75 процентов объема указанных выбросов в 1990 году».

## 4.2. Климатическая доктрина Российской Федерации

Основы государственной политики в области учета изменений климата и их последствий заложены в Климатической доктрине Российской Федерации, утвержденной Президентом РФ 17 декабря 2009 года [4].

*Климатическая доктрина* — это политическая декларация государства, определяющая отношение Российской Федерации к климатическим изменениям. Климатическая доктрина является базовым документом, обозначающим проблемы климатических изменений и их влияния на экономику, территориальное планирование Российской Федерации. Климатическая доктрина формулирует систему взглядов на цель, принципы, содержание и пути реализации единой государственной политики в области климата.

Научной основой доктрины являются фундаментальные и прикладные научные знания в области климата и смежных наук. Правовую основу составляют Конституция РФ, федеральные законы, указы Президента РФ, нормативные правовые акты Правительства РФ. Положения доктрины учитывают участие РФ в РКИК ООН и в других международных договорах, в том числе по проблемам окружающей среды и устойчивого развития.

Основные задачи национальной политики в области климата включают усиление национального, научного, технического и технологического потенциала в области достоверной оценки состояния и характера воздействий на климатическую систему, ее происходящих и будущих изменений и их последствий, а также разработку и реализацию оперативных и долгосрочных мер по смягчению антропогенного воздействия. При этом доктрина в полной мере учитывает положительные и отрицательные последствия ожидаемого изменения климата на территории страны, равно как и преимущества и особенности, ставящие РФ в невыгодное положение по сравнению с другими странами.

Согласно Климатической доктрине, формирование и реализация политики РФ в области климата предполагает разработку и реализацию соответствующей государственной стратегии и — на ее основе — федеральных, региональных

и отраслевых программ и планов действий. Реализация политики Российской Федерации будет осуществляться в следующих направлениях:

- развитие нормативной базы, правовое обеспечение и организация государственного регулирования в области изменения климата;
- развитие экономических механизмов, связанных с реализацией мер по адаптации и смягчению антропогенного воздействия на климат;
- научное обеспечение разработки и реализации мер по адаптации и смягчению антропогенного воздействия на климат;
- кадровое обеспечение разработки и реализации мер по адаптации и смягчению антропогенного воздействия на климат;
- информационное обеспечение разработки и реализации мер по адаптации и смягчению антропогенного воздействия на климат;
- международное сотрудничество в области разработки и реализации мер по адаптации и смягчению антропогенного воздействия на климат.

Основными субъектами политики России в области климата являются федеральные и региональные органы государственной власти и местного самоуправления, предприятия и домашние хозяйства, профессиональные и общественные организации, объединения граждан и средства массовой информации.

Одной из основных целей разработки Климатической доктрины является осознание необходимости действий, направленных на разработку системы мер по адаптации экономики к текущему и ожидаемому изменению климата. Ее принципиальной чертой на всех уровнях управления выступает приоритет государства, которое несет главную ответственность и финансовое бремя расходов по снижению климатических угроз безопасности и устойчивому развитию.

К принципам данной политики также следует отнести ее интегрированность в стратегии национальной безопасности и устойчивого социально-экономического развития. Другими ее принципами выступают комплексность, предполагающая сбалансированность и взаимодополняемость мер по снижению техногенного воздействия на климат и адаптации экономики к указанным изменениям, а также экономическая эффективность этих мер, подразумевающая получение максимально возможных (с учетом наилучших технологических решений) эффектов при заданных ограничениях на ресурсы и время реализации.

Исходя из принципа интегрированности климатической политики, развитие, ориентированное на повышение качества жизни и уровня защищенности личности, общества и государства, станет источником средств и технологий для стабилизации и последующего снижения техногенного воздействия на климатическую систему, адаптации населения и хозяйственного комплекса страны к изменениям климата, а также уменьшения соответствующих угроз безопасности.

С учетом принципа комплексности главная роль должна принадлежать адаптации населения и национального хозяйства к изменениям климата по двум главным причинам.

Во-первых, при любом сценарии снижение выбросов парниковых газов способно в лучшем случае ограничить масштабы антропогенных изменений кли-

мата и их последствий, но не устранить их полностью. Поэтому для снижения этого остаточного риска необходимо уменьшить уязвимость к разрушительным климатическим воздействиям, используя механизмы адаптации экономики, систем обеспечения безопасности и общества в целом к ожидаемым и текущим изменениям климата и их последствиям.

Во-вторых, выгоды от мер адаптации получают непосредственно субъекты их реализации (предприятия, территории), и мотивационный потенциал этих мер изначально (без дополнительных усилий со стороны государства) заметно превосходит соответствующий потенциал мер снижения техногенного воздействия на климатическую систему.

Задержки в принятии и исполнении государственных решений в условиях роста числа опасных природных явлений погодно-климатического характера, на которые приходится большая часть чрезвычайных ситуаций, уже в недалеком будущем приведут к существенному росту затрат на адаптацию и, главное, к повышению риска масштабных людских потерь и материального ущерба.

Для эффективной адаптации населения и экономики к изменениям климата и их последствиям во главу угла необходимо поставить стратегию экономического развития, обеспечивающую успешное сочетание роста производства продукции и услуг с сокращением уязвимости населения и хозяйственных объектов. Такая стратегия основана на диверсификации экономики и стимулировании экономического роста, инвестициях в здравоохранение и образование, повышении устойчивости к природным бедствиям и совершенствовании управления в кризисных ситуациях, развитии сетей социальной защиты.

При этом во внутриэкономическом плане программы и программные меры адаптации должны отражать не только производственную, но и территориальную специфику, обеспечивая увязку с планами развития территорий и их производственных комплексов, а также с планами по защите населения и территорий, учитывающих изменение климата. Такая увязка призвана уменьшить негативные последствия и максимально использовать благоприятные возможности, которые открываются из-за климатических изменений, как непосредственно, так и опосредованно (через внедрение энергоэффективных и энергосберегающих технологий). Кроме того, она должна способствовать укреплению региональной и национальной безопасности России в целом.

Требуется определить территории, производственные комплексы и группы населения страны, особо уязвимые к климатическим изменениям, а также разработать программные меры по смягчению последствий и адаптации к наблюдаемым и прогнозируемым изменениям климата, включая создание финансовых и институциональных механизмов и технологий снижения климатических рисков, проведение исследований в области климатологии и оценки эффективности различных мер адаптации населения и экономики.

Оценивая необходимость адаптации экономики к климатическим изменениям, надо отметить, что последствия изменения среднегодовой температуры для Российской Федерации неоднозначны. Для каждой из отраслей существу-

ют и выгоды, и риски, связанные с глобальным потеплением. Например, среди плюсов для сельского хозяйства можно назвать увеличение продолжительности благоприятного периода для созревания сельскохозяйственных культур, возможности использования новых культур, зон земледелия. Негативные изменения — рост повторяемости, интенсивности и продолжительности засух в одних регионах, экстремальных осадков, наводнений, случаев опасного для сельского хозяйства затопления почвы — в других.

Выгоды для топливно-энергетического комплекса — это увеличение годового стока водных ресурсов и новые возможности развития гидроэнергетики, облегчение доступа к арктическим шельфам, сокращение расходов энергии в отопительный период. Риски — увеличение аварий на магистральных трубопроводах в зонах вечной мерзлоты и подводных переходах.

Климатическая доктрина России предполагает разработку и внедрение госпрограмм по смягчению антропогенного воздействия на климат и адаптацию к его изменениям.



## **4.3. Меры по реализации Климатической доктрины Российской Федерации**

Меры по реализации Климатической доктрины, а также основные направления государственной политики в области климата и адаптации к последствиям его изменения обсуждались на заседании Совета Безопасности РФ по вопросам изменения климата от 17 марта 2010 года *«О мерах по предотвращению угроз национальной безопасности Российской Федерации в связи с глобальным изменением климата»*. Впервые за все время деятельности Совета Безопасности Российской Федерации проблема изменения климата была внесена в повестку дня этого ключевого института в сфере национальной безопасности [7].

В своем выступлении Президент РФ отметил, что Россия пока существенно отстает от развитых стран в мониторинге и прогнозировании изменений климата. Глава государства обратил внимание на то, что наиболее важный для изучения причин и механизмов климатических изменений арктический регион по-прежнему недоступен для непрерывных гидрометеорологических исследований. Был поставлен вопрос о создании многоцелевой космической системы «Арктика» и формировании подсистем гидрометеорологического и климатического мониторинга, а также разработке стратегии деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года.

Государству потребуется создать новые финансовые и институциональные механизмы, которые будут действовать, предусмотреть стимулы для технологической модернизации предприятий, систему поощрения для тех компаний, которые занимаются модернизацией и добиваются существенных результатов. Может быть проведена и корректировка строительных норм и технических регламентов с учетом происходящих или ожидаемых изменений климата.

Климатические изменения могут породить не только физические изменения, изменения в области природной среды, но и межгосударственные противоречия, которые связаны с поиском и добычей энергоносителей, с использованием морских транспортных путей, биоресурсов, с дефицитом водных и продовольственных ресурсов.

Президент РФ в своем выступлении подчеркнул: «...мы обязаны быть готовы к любому развитию событий и использовать это развитие событий на пользу нашей экономики для того, чтобы укреплять мощь нашего государства, нашей страны и защищать наших граждан от негативного воздействия климатического фактора на их жизнь».

Прямые и косвенные угрозы стратегическим национальным приоритетам в связи с изменением климата отражены в табл. 4.1.

Таблица. 4.1

### Прямые и косвенные угрозы в связи с изменением климата стратегическим национальным приоритетам

Стратегические национальные приоритеты	Прямые и косвенные угрозы в связи с изменением климата
Национальная оборона	Изменение ледовой обстановки в Арктике. Разрушение инфраструктуры в северных регионах, в зоне вечной мерзлоты. Ухудшение условий эксплуатации военного оборудования.
Государственная и общественная безопасность	Возможны межгосударственные конфликты за освоение новых ресурсов, доступ к которым обеспечивается в результате климатических изменений (пример — Арктический шельф). Новая угроза — «экологические/климатические беженцы» из соседних государств.
Качество жизни граждан	Ухудшение экологической обстановки. Ухудшение ситуации с качеством воды в некоторых регионах.
Экономический аспект	Возрастание экономических потерь и социального ущерба вследствие роста опасных гидрометеорологических явлений и экстремальных колебаний климата. Снижение объемов производства сельскохозяйственной продукции вследствие увеличения частоты засух и активизации развития вредителей.
Здравоохранение	Возникновение новых видов заболеваний, распространение в северные широты болезней, типичных для теплого климата.
Экология	Возникновение угрозы сокращения или исчезновения отдельных видов животных и растений.

Распоряжением Правительства РФ от 3 сентября 2010 года № 1458-р утверждена *Стратегия деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года (с учетом аспектов изменения климата)*.

Целью настоящей Стратегии является формирование высокоэффективной гидрометеорологической службы, обеспечивающей выполнение функций по предоставлению потребителям своевременной и достоверной гидрометеорологической и гелиогеофизической информации, информации о состоянии окружающей среды, ее загрязнении, а также по эффективному и безопасному проведению работ, связанных с активным воздействием на метеорологические и другие геофизические процессы, на базе современной техники и технологий, что позволит повысить уровень:

- защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от воздействия опасных природных явлений, изменений климата (обеспечение гидрометеорологической безопасности);
- обеспечения потребностей населения, органов государственной власти, Вооруженных Сил Российской Федерации, секторов экономики в гидрометеорологической и гелиогеофизической информации, а также в информации о состоянии окружающей среды, ее загрязнении;
- гидрометеорологического обеспечения деятельности Российской Федерации в Арктике, Антарктике (в районе действия Договора об Антарктике) и Мировом океане.

Для решения проблемы развития системы наземных метеорологических наблюдений необходимо увеличить плотность государственной наблюдательной сети путем доведения количества имеющихся сегодня пунктов метеорологических наблюдений (1691 единица) до минимально необходимого количества — 2300 единиц, из которых 600 — автоматические метеорологические станции. При этом необходимо учесть научно-методическое обоснование и экономические факторы, определяющие географию размещения пунктов метеорологических наблюдений.

Реализация настоящей Стратегии позволит обеспечить значительное сокращение потерь в экономике страны от опасных природных (гидрометеорологических и гелиогеофизических) явлений, получение дополнительных выгод от благоприятного развития погодно-климатических процессов, существенно увеличив экономический эффект в отраслях экономики от использования информации о состоянии окружающей среды, ее загрязнении, в том числе за счет организации систематических наблюдений за состоянием климатической системы, направленных на выявление тенденций возможных изменений климата в ближайшей перспективе на территории Российской Федерации.

В рамках данной Стратегии предусматривается:

подготовка предложений по созданию единого центра мониторинга, оценки и прогнозирования изменения климата и опасных природных явлений, включая мониторинг состояния Земли и околоземного космического пространства, с учетом гидрометеорологических и климатических данных, получаемых в государственной, ведомственных и корпоративных системах наблюдений;

разработка комплексного плана научных исследований погоды и климата, осуществляемых в Российской Федерации и обеспечивающих оценку и прогнозирование связанных с изменением климата угроз национальной безопасности, оценку рисков и выгод для экономики страны и ее территории, а также способности адаптации к изменению климата.

*Распоряжением Правительства РФ от 25 апреля 2011 года № 730-р утверждён комплексный план реализации Климатической доктрины РФ на период до 2020 года (табл. 4.2.).*

Таблица 4.2

## Комплексный план по исполнению Климатической доктрины РФ [5]

№ п./п.	Наименование мероприятия	Ответственные федеральные органы исполнительной власти
1	Реализация комплексного плана научных исследований погоды и климата, осуществляемых в Российской Федерации и обеспечивающих оценку и прогнозирование связанных с изменением климата угроз национальной безопасности, оценку рисков и выгод для экономики страны и ее территории, а также способности адаптации к изменению климата	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
2	Внесение изменений в программы социально-экономического развития Российской Федерации с учетом климатических рисков, смягчения антропогенных воздействий на климат и адаптации к климатическим изменениям	Минэкономразвития России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
3	Разработка модели долгосрочного прогноза выбросов парниковых газов в Российской Федерации	Минэкономразвития России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
4	Распространение знаний об энергосбережении, повышении энергоэффективности и использовании возобновляемых источников энергии как методах решения проблемы антропогенного влияния на климат	Минэкономразвития России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
5	Обеспечение доступа общественности к информации по вопросам изменения климата и его влияния на жизнь человека и общества	Минприроды России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
6	Разработка учебных программ и программ подготовки и повышения квалификации кадров в области изменения климата	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
7	Реализация предложений по созданию единого центра мониторинга, оценки и прогнозирования изменения климата и опасных природных явлений, включая мониторинг состояния Земли и околоземного космического пространства, с учетом гидрометеорологических и климатических данных, получаемых в государственной, ведомственной и корпоративной системах наблюдения, разработанных в соответствии с пунктом 13 плана мероприятий первого этапа (2010-2012 годы) реализации Стратегии деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года (с учетом аспектов изменения климата), утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 сентября 2010 года № 1458-р	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
8	Подготовка руководства по разработке отраслевых методик расчета рисков и оценки последствий климатических изменений для формирования отраслевых, ведомственных, региональных и территориальных планов адаптации к изменению климата	Минприроды России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти

Продолжение табл. 4.2

№ п./п.	Наименование мероприятия	Ответственные федеральные органы исполнительной власти
9	Разработка системы критериев, параметров (пороговых значений) и условий климатической безопасности Российской Федерации	Минприроды России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
10	Оценка уязвимости регионов Российской Федерации по отношению к изменениям климата и подготовка предложений по формированию системы оперативного реагирования на такие изменения	Минрегион России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
11	Минимизация уровня заболеваемости и смертности в группах населения высокого риска, в том числе в связи с распространением инфекционных и паразитарных болезней, вызванных изменением климата, в том числе:	
	разработка методики расчета рисков и оценки ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения высокого риска	Минздравсоцразвития России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка сценариев адаптации к повышению уровня заболеваемости, в том числе инфекционными и паразитарными болезнями	Минздравсоцразвития России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка и реализация комплекса мер по предупреждению и сокращению количества заболеваний и случаев смерти в группах населения высокого риска, в том числе в связи с распространением инфекционных и паразитарных болезней	Минздравсоцразвития России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
12	Минимизация последствий увеличения количества лесных и торфяных пожаров в связи с рисками усиления засухи в отдельных регионах Российской Федерации, в том числе:	
	разработка методики расчета рисков и оценки ущерба в лесах и на торфяниках в отдельных регионах Российской Федерации и роста числа пожаров (оценка последствий лесных пожаров и масштабов их воздействия на леса)	Рослесхоз, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка сценариев адаптации в лесах и на торфяниках в отдельных регионах Российской Федерации	Рослесхоз, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка и реализация комплекса мер по предотвращению негативных последствий в лесах и на торфяниках в отдельных регионах Российской Федерации и роста числа пожаров	Рослесхоз, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
13	Минимизация риска снижения надежности и прочности зданий и сооружений, системы транспорта и инфраструктуры в связи со смещением к северу южной границы зоны многолетней мерзлоты, в том числе:	

Продолжение табл. 4.2

№ п./п.	Наименование мероприятия	Ответственные федеральные органы исполнительной власти
	разработка методики расчета рисков и оценки ущерба от климатических изменений для зданий и сооружений, системы транспорта и инфраструктуры в связи со смещением к северу южной границы зоны многолетней мерзлоты	Минрегион России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка сценариев адаптации зданий и сооружений, системы транспорта и инфраструктуры в связи со смещением к северу южной границы зоны многолетней мерзлоты	Минрегион России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка и реализация комплекса мер по минимизации последствий смещения к северу южной границы зоны многолетней мерзлоты для зданий и сооружений, системы транспорта и инфраструктуры	Минрегион России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
14	Минимизация риска снижения производства продукции сельского хозяйства (включая снижение продуктивности сельскохозяйственных животных, урожайности и валовых сборов сельскохозяйственных культур), в том числе:	
	разработка методики расчета рисков и оценки ущерба от климатических изменений для сельского хозяйства	Минсельхоз России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка и реализация комплекса мер по адаптации сельскохозяйственного производства к климатическим изменениям	Минсельхоз России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
15	Минимизация последствий увеличения числа наводнений в связи с изменением количества осадков и повышением уровня Мирового океана, в том числе:	
	разработка методики расчета рисков и оценки ущерба от увеличения количества осадков, повышения уровня Мирового океана и наводнений	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка сценариев адаптации к увеличению количества осадков, повышению уровня Мирового океана и наводнениям	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка и реализация комплекса мер, принимаемых в условиях риска увеличения количества осадков, повышения уровня Мирового океана и наводнений	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
16	Минимизация последствий деградации горного оледенения, опасных проявлений селевой и лавинной активности, в том числе:	
	разработка методики расчета рисков и оценки ущерба, вызванных деградацией горного оледенения, опасными проявлениями селевой и лавинной активности	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка сценариев адаптации к деградации горного оледенения, опасным проявлениям селевой и лавинной активности	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти



Продолжение табл. 4.2

№ п./п.	Наименование мероприятия	Ответственные федеральные органы исполнительной власти
	разработка и реализация комплекса мер по предотвращению деградации горного оледенения, опасных проявлений селевой и лавинной активности	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
17	Минимизация последствий увеличения частоты возникновения ураганов, том числе:	
	разработка методики расчета рисков и оценки ущерба, вызванных ураганами, в том числе для объектов электросетевого хозяйства	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка сценариев адаптации к ураганам, в том числе для объектов электросетевого хозяйства	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка и реализация комплекса мер по предотвращению последствий ураганов, в том числе для объектов электросетевого хозяйства	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
18	Разработка и реализация межотраслевых стратегий ограничения выбросов парниковых газов, в том числе:	
	разработка и внедрение экономических инструментов ограничения выбросов парниковых газов в промышленности	Минэкономразвития России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	реализация мер по сокращению рыночных диспропорций, мер финансовой и налоговой политики, стимулирующих снижение антропогенных выбросов парниковых газов	Минэкономразвития России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	поддержка реализации региональных программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности	Минрегион России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	координация действий по реализации мер, направленных на сокращение выбросов парниковых газов	Минприроды России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
19	Ограничение выбросов парниковых газов в промышленности и энергетике, в том числе:	
	реализация комплекса мер по ограничению выбросов парниковых газов при генерации энергии из ископаемого топлива	Минэнерго России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	реализация мер по увеличению использования возобновляемых источников энергии для генерации тепловой и электрической энергии	Минэнерго России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	внедрение инновационных технологий на основе использования атомной энергии	Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	увеличение использования технологий когенерации	Минрегион России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти

Продолжение табл. 4.2

№ п./п.	Наименование мероприятия	Ответственные федеральные органы исполнительной власти
	разработка и реализация пилотных проектов по сооружению и опытно-промышленной эксплуатации объектов в области энергетики для улавливания и захоронения CO <sub>2</sub>	Минэнерго России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка и реализация мер по модернизации технологий и оборудования (установок) для производства основных химических веществ (аммиака и нефтепродуктов)	Минпромторг России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка мер по ограничению и (или) сокращению выбросов метана при производстве, транспортировке и распределении природного газа	Минэнерго России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка и внедрение инновационных технологий утилизации выбросов, содержащих метан	Минприроды России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	реализация мероприятий по модернизации доменных печей	Минпромторг России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка и реализация мер по повышению энергоэффективности существующих технологий производства цемента	Минрегион России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
20	Ограничение выбросов парниковых газов в транспортном секторе, в том числе:	
	повышение топливной экономичности транспортных средств	Минпромторг России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	увеличение производства автомобилей с гибридным двигателем	Минпромторг России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка комплекса мер по использованию транспортных средств на альтернативных видах топлива, включая газовое топливо и водородные топливные элементы	Минпромторг России, Минэнерго России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка технического регламента, устанавливающего требования к безопасности автомобильных дорог при проектировании, строительстве, реконструкции и капитальном ремонте с учетом требований к сокращению выбросов парниковых газов	Минтранс России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	разработка и реализация комплекса мер по скорейшему обновлению парка автомобильных средств	Минпромторг России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
21	Ограничение выбросов парниковых газов при разработке и эксплуатации зданий и сооружений, в том числе:	
	разработка и внедрение требований к энергоэффективности зданий и сооружений	Минрегион России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти

Продолжение табл. 4.2

№ п./п.	Наименование мероприятия	Ответственные федеральные органы исполнительной власти
	реализация комплекса мер по расширению услуг энергосервисных компаний	Минэнерго России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	внедрение систем учета потребления энергоресурсов в зданиях	Минрегион России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	реализация демонстрационных проектов строительства "энергопассивных" зданий с минимальными выбросами парниковых газов	Минрегион России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
22	Ограничение выбросов за счет использования энергоэффективного оборудования, в том числе:	
	маркировка продукции по классам энергоэффективности в соответствии с законодательством Российской Федерации об энергосбережении	Минпромторг России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	реализация мер по ограничению производства и оборота энергорасточительных товаров и товаров, имеющих низкую энергетическую эффективность	Минпромторг России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	внедрение энергоэффективных источников освещения и установление требований к осветительным устройствам	Минпромторг России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
23	Оптимизация ведения работ в лесном секторе и сельском хозяйстве, в том числе:	
	охрана и повышение качества лесов как накопителей и поглотителей парниковых газов, применение рациональных методов ведения лесного хозяйства, в том числе облесение и лесовосстановление	Рослесхоз, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
	стимулирование деятельности, связанной с осуществлением сельскохозяйственных мероприятий, направленных на адаптацию к климатическим изменениям	Минсельхоз России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
24	Совершенствование системы мониторинга климатических изменений и ее интеграция с международными системами мониторинга окружающей среды	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
25	Подготовка и представление в секретариат Рамочной конвенции ООН об изменении климата национальных сообщений Российской Федерации по осуществлению Рамочной конвенции ООН об изменении климата	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
26	Подготовка и представление в секретариат Рамочной конвенции ООН об изменении климата национальных докладов о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регламентированных Монреальским протоколом	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти

№ п./п.	Наименование мероприятия	Ответственные федеральные органы исполнительной власти
27	Обеспечение участия Российской Федерации в деятельности Межправительственной группы экспертов по изменению климата, учрежденной совместно Всемирной метеорологической организацией и Программой ООН по окружающей среде	Росгидромет, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
28	Разработка и реализация комплекса мер по ограничению выбросов парниковых газов в гражданской авиации	Минтранс России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
29	Выполнение обязательств Российской Стороны, вытекающих из участия Российской Федерации в Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененной Протоколом 1978 года к ней, в том числе разработка комплекса мер по повышению энергоэффективности российских морских и речных транспортных судов, обеспечивающих сокращение выбросов парниковых газов	Минтранс России, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти
30	Представление ответственными федеральными органами исполнительной власти отчетов о выполнении пунктов комплексного плана реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 года в Минприроды России	Минэкономразвития России, Минрегион России, Минздравсоцразвития России, Минсельхоз России, Минэнерго России, Минпромторг России, Минтранс России, Рослесхоз, Росгидромет, Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»
31	Подготовка и представление в Правительство Российской Федерации доклада о реализации комплексного плана реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 года	Минприроды России

Комплексным планом предусмотрена минимизация риска снижения надежности и прочности зданий и сооружений, системы транспорта и инфраструктуры в связи со смещением к северу южной границы зоны многолетней мерзлоты.

Министерством регионального развития России актуализирован СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Работа проведена в соответствии с современными требованиями к зданиям и сооружениям, в целях обеспечения тепловой защиты и энергоэффективности, в том числе эффективности расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период.

Минсельхозом России в целях минимизации риска снижения производства продукции сельского хозяйства разработаны «Методические рекомендации по оформлению документов для экспертной оценки ущерба в отраслях агропромышленного комплекса, пострадавших от чрезвычайных ситуаций природного характера». Кроме того, Минсельхозом России ведется разработка мероприятий по адаптации к изменениям климата, направленных на оптимизацию условий произрастания культур путем регулирования водного, воздушного и пита-

тельного режимов. Помимо разработки и планового введения новых методов адаптивного ведения сельского хозяйства, уже сейчас реализуются и отработываются механизмы государственной поддержки сектора в регионах, наиболее подверженных неблагоприятным климатическим явлениям, в частности засухе.

Поскольку основным источником компенсации потерь сельскохозяйственных товаропроизводителей от чрезвычайных природных ситуаций, в том числе от экстремальных климатических явлений, являются страховые возмещения, Федеральным законом от 30.11.2011 года № 371-ФЗ «О федеральном бюджете на 2012 год и на плановый период 2013 и 2014 годов» предусмотрены ассигнования в виде субсидий бюджетам субъектов Российской Федерации для компенсации части затрат сельскохозяйственных товаропроизводителей по страхованию урожая сельскохозяйственных культур, урожая многолетних насаждений и посадок многолетних насаждений.

В целях минимизации последствий увеличивающегося количества лесных и торфяных пожаров в связи с рисками усиления засухи в отдельных регионах РФ Рослесхозом в 2012 году разработана «Методика расчета рисков и оценки ущерба в лесах и на торфяниках в отдельных регионах Российской Федерации и роста числа пожаров (оценка последствий лесных пожаров и масштабов их воздействия на леса)». Для разработки научно обоснованных рекомендаций по строительству, реконструкции и эксплуатации гидролесомелиоративных систем как части плана противопожарного обустройства лесов и выработанных торфяников проведен анализ технического состояния лесоосушительной сети в Ленинградской, Новгородской, Архангельской и Вологодской областях.

В целях предотвращения негативных последствий для окружающей среды в связи с лесными пожарами в 2010 году внесены изменения и дополнения в Лесной кодекс Российской Федерации, предусматривающие усиление мер пожарной безопасности в лесах.

Правительством Московской области, существенно пострадавшей от лесных пожаров и пожаров торфяников в 2010 году, был предпринят целый комплекс мер адаптации, в частности принята Долгосрочная целевая программа Московской области «Экология Подмосковья» на 2011–2013 годы», предусматривающая выполнение инженерных изысканий, подготовку рабочей и проектной документации на строительство комплексов гидротехнических сооружений для обводнения торфяников на территории Московской области.

Росгидрометом разработаны сценарии адаптации к экстремальным гидрологическим явлениям (наводнениям, селям, подъему уровня Мирового океана), которые будут использованы при разработке и реализации комплекса мер, принимаемых совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти.

Росгидрометом, в области адаптации к повышению уровня Мирового океана в целях минимизации негативных последствий и ущербов, в 2012 году разработаны сценарии адаптации, которые будут использованы при разработке и реализации комплекса мер, принимаемых совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти.

Решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 1 апреля 2011 года утвержден перечень технологических платформ, в состав которых в июле 2011 года включена технологическая платформа «*Технологии экологического развития*». Платформа является формой частногосударственного партнерства в целях инновационного развития и технологической модернизации российской экономики и предусматривает разработку технологий сокращения выбросов парниковых газов в промышленности и энергетическом секторе Российской Федерации, развитие возобновляемых источников энергии, а также улавливание и захоронение углерода.

### ***Государственная программа «Охрана окружающей среды» на 2012–2020 годы»***

Минприроды России совместно с заинтересованными органами исполнительной власти разработана Государственная программа Российской Федерации «*Охрана окружающей среды на 2012–2020 годы*», утвержденная распоряжением Правительства РФ от 27 декабря 2012 года № 2552-р. Целью Госпрограммы является повышение уровня экологической безопасности и сохранение природных систем. В качестве основной задачи определено снижение общей антропогенной нагрузки на окружающую среду на основе повышения экологической эффективности экономики.

В числе результатов Госпрограммы предполагается создание эффективной системы государственного регулирования и управления в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности; *поддержка экологически эффективных инновационных технологий, способствующих снижению удельных показателей выбросов и сбросов вредных (загрязняющих) веществ, в том числе снижению выбросов парниковых газов в промышленности; повышение уровня защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от воздействия опасных природных явлений, изменений климата (обеспечение гидрометеорологической безопасности).*

Эффективность мероприятий Программы оценивается по уровню достижения целевых показателей, в том числе снижения выбросов в атмосферу загрязняющих веществ:

от стационарных источников с 93% до 91%;

от автомобильного транспорта (в % к 2007 году) с 90 до 72% (при реализации инновационного сценария Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года);

от подлежащих федеральному государственному экологическому надзору хозяйствующих субъектов с 80 до 62%.

Реализация программы позволит обеспечить потребности населения, экономики и органов государственной власти в гидрометеорологической и гелиогеофизической информации, а также в информации о состоянии окружающей среды и ее загрязнении. Будут получены новые научные знания в области изменения климата для формирования государственной политики в сфере охраны окружающей среды.



В 2013 году Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт Росгидромета в рамках выполнения проекта «Гидрометеорологическое обеспечение рационального природопользования и экологической безопасности Арктической зоны Российской Федерации» федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» сформулировал пакет мер по адаптации к изменениям климата, предотвращению его негативных последствий для Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ).

В ходе этих работ выполнено, в частности, изучение и оценка региональных и глобальных изменений климата и их возможного влияния на другие природные процессы, экономику и здоровье населения, проживающего в этих регионах. В результате получены методические и технологические основы оценки региональных и глобальных изменений климата и их возможного влияния на другие природные процессы, экономику и здоровье населения, система мер по адаптации к последствиям глобальных климатических изменений, происходящих в АЗРФ под влиянием естественных и антропогенных факторов.

#### ***Указ Президента РФ от 30 сентября 2013 года № 752 «О сокращении выбросов парниковых газов»***

В 2007 году Министерство природы зафиксировало объем 2 млрд тонн парниковых газов — это 70% от уровня 1990 года. Чтобы ограничить дальнейший рост выбросов, в 2009 году в России приняли Климатическую доктрину. В рамках ее реализации и был принят новый Указ президента. Чтобы добиться поставленных показателей, необходимо модернизировать промышленные предприятия, которые работают в области энергетики, а также добычи и переработки нефтепродуктов. В соответствии с ним Правительству Российской Федерации предписано:

а) обеспечить к 2020 году сокращение объема выбросов парниковых газов до уровня не более 75 процентов объема указанных выбросов в 1990 году;

б) утвердить в 6-месячный срок план мероприятий по обеспечению установленного объема выбросов парниковых газов, предусмотрев в нем разработку показателей сокращения объемов выбросов парниковых газов по секторам экономики.

Во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 30 сентября 2013 года № 752 «О сокращении выбросов парниковых газов», распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 апреля 2014 года № 504-р, утвержден план мероприятий по обеспечению к 2020 году сокращения объема выбросов парниковых газов до уровня не более 75 процентов объема указанных выбросов в 1990 году. Этот план включает в себя три основных направления действий:

I. Формирование системы учета объема выбросов парниковых газов.

II. Выполнение оценки и прогноза объема выбросов парниковых газов на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года, включая оценку потенциала сокращения объема выбросов по секторам экономики.

III. Меры государственного регулирования объема выбросов парниковых газов.

## **4.4. Российский кадастр парниковых газов**

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 1 марта 2006 года № 278-р «О Российской системе оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов» (с изменениями на 10 марта 2009 года) Российская Федерация представляет ежегодно в соответствии с Рамочной конвенцией ООН об изменении климата и Киотским протоколом к Конвенции соответствующие данные в форме кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов. Функционирование системы оценки и представление кадастра обеспечивает Росгидромет.

Последний Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2011 годы, представлен в 2013 году [1].

Функции администратора российского реестра углеродных единиц выполняет ОАО «Федеральный центр геоэкологических систем».

Росгидромет совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти разработал порядок формирования и функционирования системы оценки с указанием перечня данных государственной статистической отчетности и иных данных о процессах и видах деятельности, приводящих к антропогенным выбросам, а также информации о методах их сбора и обработки.

ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и Российской академии наук» (ИГКЭ), в соответствии с приказом Росгидромета (от 20 марта 2006 года № 63), осуществляет функции методического центра по оценке антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, а также выполняет работы по сбору, обработке и хранению исходных данных.

Разработка и проведение национальной политики и мер по стабилизации выбросов парниковых газов тесно связаны с экономическим развитием страны. Мероприятия по ограничению антропогенных выбросов и увеличению поглоще-

ния парниковых газов должны, согласно обязательствам Российской Федерации по Киотскому протоколу, обеспечить непревышение в период 2008—2012 годов совокупных антропогенных выбросов парниковых газов, включенных в Приложение «А» Киотского протокола, пятикратного выброса базового года. Установленное количество выбросов на первый период действия Киотского протокола составляет для Российской Федерации 16 617 095 319 тонн  $\text{CO}_2$ -эquiv [2].

В соответствии со статьей 12, пункт 1а РКИК ООН, российский Национальный кадастр включает информацию о следующих парниковых газах: диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ) и гексафторид серы ( $\text{SF}_6$ ). В соответствии с обязательствами, действующими для Сторон, включенных в Приложение I к РКИК ООН, Национальный кадастр включает также информацию по следующим газам с косвенным парниковым эффектом: оксиду углерода (CO), оксидам азота ( $\text{NO}_x$ ) и неметановым летучим органическим соединениям (НМЛОС), а также по диоксиду серы ( $\text{SO}_2$ ) [7, 8].

В обобщенном виде схема подготовки национальной инвентаризации парниковых газов в Российской Федерации приведена на рис. 4.1.



Рис. 4.1. Схема организации инвентаризации парниковых газов в Российской Федерации по состоянию на 1 января 2011 года

Ключевые категории источников выбросов отражены в табл. 4.3.

Для пересчета выбросов парниковых газов в эквивалент диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ -эquiv.) в соответствии с решениями Конференции Сторон РКИК ООН использованы потенциалы глобального потепления (ПГП) МГЭИК 1995 года, основанные на климатическом воздействии парниковых газов за столетний период. Природные (неантропогенные) выбросы и абсорбция парниковых газов в кадастр не включаются. Ключевые категории источников выбросов по

Таблица 4.3

**Ключевые категории источников выбросов с учетом сектора  
«Землепользование, изменения в землепользовании  
и лесное хозяйство» [1, 8]**

Источник	Газ	Ранг источника по уровню		Ранг источника по тренду
		1990	2011	2011
Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	1	1	1
5.А.1. Лесные земли	CO <sub>2</sub>	6	2	2
Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	3	3	3
1.В.2.В. Фугитивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	4	4	4
1.АА.3.В. Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	7	5	6
Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	2	6	5
5.В.1. Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения	CO <sub>2</sub>	5	7	10
1.АА.3.Е. Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	8	8	11
5.С.2. Земли, переведенные в сенокосы и пастбища	CO <sub>2</sub>		9	12
2.С.1.2, 2.С.1.3, 2.С.1.5. Производство чугуна, агломерата и железа прямого восстановления	CO <sub>2</sub>	11	10	13
4.Д.1. Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	9	11	7
6.А. Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	19	12	8
1.В.1. Фугитивные выбросы от твердого топлива	CH <sub>4</sub>	12	13	9
4.А. Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	10	14	14
1.В.2.С. Утечки и сжигание	CO <sub>2</sub>	20	15	19
2.А.1. Производство цемента	CO <sub>2</sub>	17	16	22
Стационарное сжигание других видов топлива	CO <sub>2</sub>	25	17	15
5.Е.2. Земли, переведенные в поселения	CO <sub>2</sub>	15	18	+
1.В.2.С. Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	21	19	16
1.В.2.А. Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	23	20	18
4.В. Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	14	21	17
4.Д.3. Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	13	22	20
2.В.1. Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	+	23	+
6.В.1. Очистка промышленных сточных вод	CH <sub>4</sub>	+	+	21
2.А.3. Использование известняков и доломитов в обжиговых производствах	CO <sub>2</sub>	16	+	+
5.А.1. Лесные земли	CH <sub>4</sub>		+	+
1.АА.3.А. Гражданская авиация, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	22	+	
6.В.2.1. Очистка коммунальных стоков	CH <sub>4</sub>		+	+

Окончание табл. 4.3

Источник	Газ	Ранг источника по уровню		Ранг источника по тренду
		1990	2011	2011
5.А.1. Лесные земли	N <sub>2</sub> O			+
1.АА.3.С. Железнодорожный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	24		
1.АА.3.Д. Морской и речной транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	+		
2.Е.1.1. Производство ГХФУ-22	ГФУ-23	18		
4.В. Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	CH <sub>4</sub>	+		
2.А.2. Производство извести	CO <sub>2</sub>	+		
Количество ключевых источников		25	23	21

Знаком «+» отмечены категории, приближающиеся к ключевым

вкладу в тренд общего выброса парниковых газов в 2011 году отражены в табл. 4.4.

В период 1990—1998 годов в РФ происходило уменьшение выбросов, затрунувшее все секторы и связанное с общей экономической ситуацией в стране. В 1999—2008 годах, в период роста экономики, выбросы в промышленности (до 2007 года включительно) и энергетике демонстрировали устойчивый рост, за которым наблюдался небольшой спад в связи с экономическим кризисом. В 2010—2011 годах отмечался плавный рост выбросов, превысивших уровень 2008 года в энергетическом секторе и не достигших докризисного уровня в промышленности. Выбросы, связанные с отходами, росли непрерывно и даже превысили уровень базового года РКИК ООН и Киотского протокола, достигнув в 2011 году 132,3% от выбросов 1990 года. Однако в целом темпы роста и временного снижения выбросов можно охарактеризовать как относительно невысокие. Это связано как с общим повышением энергоэффективности, так и с кризисными явлениями, а также со структурными изменениями, в частности, с ростом доли непромышленного сектора в экономике РФ. Исключение составляет сектор сельского хозяйства, где в течение периода с 1990 по 2006 год и в 2010 году продолжалось снижение выбросов, связанное с уменьшением поголовья отдельных видов скота, а также с сокращением посевных площадей и норм вносимых удобрений; лишь в 2007—2009 годах и в 2011 году отмечался незначительный рост выбросов (табл. 4.5).

Величины выбросов и поглощения парниковых газов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» в значительной степени определяются балансом поглощения углекислого газа лесами и выбросами, связанными преимущественно с лесозаготовками и пожарными нарушениями.

Таблица 4.4  
**Ключевые категории источников выбросов по вкладу в тренд общего выброса парниковых газов в 2011 году  
 (с учетом сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» [1, 8])**

№ п./п.	Категория источника	Газ	Выброс/ абсорбция, Гг CO <sub>2</sub> -экв. <sup>1)</sup>	Вклад в тренд общего выброса, %	Кумулятивный вклад в тренд общего выброса, %
1	Стационарное сжигание газового топлива	CO <sub>2</sub>	740904,46	29,2639	29,2639
2	5.A.1. Лесные земли	CO <sub>2</sub>	-669608,91	13,4227	42,6866
3	Стационарное сжигание твердого топлива	CO <sub>2</sub>	307538,43	12,1470	54,8336
4	1.B.2.B. Футигивные выбросы от газового топлива	CH <sub>4</sub>	294265,13	11,3502	66,1838
5	Стационарное сжигание жидкого топлива	CO <sub>2</sub>	141239,68	5,5786	71,7624
6	1.AA.3.B. Автомобильный транспорт, жидкое топливо	CO <sub>2</sub>	181424,14	3,6368	75,3992
7	4.D.1. Прямые выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	59375,59	2,3415	77,7406
8	6.A. Захоронение твердых отходов	CH <sub>4</sub>	51284,95	1,9781	79,7187
9	1.B.1. Футигивные выбросы от твердого топлива	CH <sub>4</sub>	47092,50	1,8164	81,5352
10	5.B.1. Постоянно обрабатываемые пахотные и другие земли сельскохозяйственного назначения	CO <sub>2</sub>	82868,65	1,6612	83,1963
11	1.AA.3.E. Трубопроводный транспорт, газовое топливо	CO <sub>2</sub>	80059,46	1,6048	84,8012
12	5.C.2. Земли, переведенные в сенокосы и пастбища	CO <sub>2</sub>	-77978,06	1,5631	86,3543
13	2.C.1.2, 2.C.1.3, 2.C.1.5. Производство чугуна, агломерата и железа прямого восстановления	CO <sub>2</sub>	73004,19	1,4634	87,8277
14	4.A. Внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных	CH <sub>4</sub>	37811,99	1,4585	89,2861



Окончание табл. 4.4

№ п.п.	Категория источника	Газ	Выброс/ абсорбция, Гг CO <sub>2</sub> -эqv. <sup>1)</sup>	Вклад в тренд общего выброса, %	Кумулятивный вклад в тренд общего выброса, %
15	Стационарное сжигание других видов топлива	CO <sub>2</sub>	23273,70	0,9193	90,2054
16	1.В.2.С. Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	21916,81	0,8454	91,0508
17	4.В. Сбор, хранение и использование навоза и птичьего помета	N <sub>2</sub> O	18821,40	0,7422	91,7930
18	1.В.2.А. Фугитивные выбросы от жидкого топлива	CH <sub>4</sub>	18830,94	0,7263	92,5193
19	1.В.2.С. Утечки и сжигание	CH <sub>4</sub>	35686,06	0,7153	93,2346
20	4.Д.3. Косвенные выбросы от сельскохозяйственных земель	N <sub>2</sub> O	17648,43	0,6960	93,9306
21	6.В.1. Очистка промышленных сточных вод	CH <sub>4</sub>	15875,11	0,6123	94,5429
22	2.А.1. Производство цемента	CO <sub>2</sub>	25090,28	0,5030	95,0459
23	5.Е.2. Земли, переведенные в поселения	CO <sub>2</sub>	22253,64	0,4461	95,4920
24	5.А.1. Лесные земли	CH <sub>4</sub>	10469,51	0,4038	95,8958
25	6.В.2.1. Очистка коммунальных стоков	CH <sub>4</sub>	9430,68	0,3638	96,2595
26	5.А.1. Лесные земли	N <sub>2</sub> O	8761,17	0,3455	96,6050
27	2.В.1. Производство аммиака	CO <sub>2</sub>	17105,05	0,3429	96,9479
28	2.А.3. Использование известняков и доломитов в обжиговых производ- ствах	CO <sub>2</sub>	15322,79	0,3082	97,2551
29	Прочие		82631,74	2,7449	100,0000
	Всего		<b>1 692 399,52</b>	100,0000	

1) На последний год кадастра

Таблица 4.5

## Выбросы парниковых газов по секторам в 1990, 1998, 2000 и 2005–2011 годах [1, 8]

Сектор	Выбросы, тыс. тонн CO <sub>2</sub> -экв. год <sup>-1</sup>										
	1990	1998	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
<b>Энергетика</b>	2 714 711	1 645 729	1 668 023	1 739 310	1 796 383	1 791 755	1 834 144	1 737 236	1 824 317	1 920 401	
Промышленные процессы, использование растворителей и др. продукции	257 993	134 624	167 206	179 072	187 968	191 254	180 925	158 682	173 268	175 531	
<b>Сельское хозяйство</b>	318 118	161 834	152 980	141 681	140 574	143 234	148 025	147 325	141 854	144 044	
Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство <sup>1)</sup>	84 514	-386 605	-457 927	-540 532	-520 302	-550 180	-578 461	-646 606	-650 613	-628 435	
<b>Отопды</b>	61 122	54 184	58 828	68 687	71 171	73 285	74 326	78 179	77 832	80 858	
Всего, без учета землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства	3 351 944	1 996 371	2 047 036	2 128 750	2 196 097	2 199 528	2 237 420	2 121 422	2 217 271	2 320 834	
Всего, с учетом землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства	3 436 458	1 609 766	1 589 110	1 588 217	1 675 796	1 649 348	1 658 959	1 475 817	1 566 658	1 692 400	

<sup>1)</sup> Знак «(-)» означает нетт-абсорбцию («чистую» абсорбцию), т. е. поглощение из атмосферы парниковых газов.

Главной причиной, по которой леса за рассматриваемый период являлись стоком углерода, связана с двукратным снижением уровня лесопользования по сравнению с 1990 годом.

Наблюдающийся в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» тренд выбросов также отчасти связан со снижением выбросов на постоянных пахотных землях, что обусловлено как сокращением их общей площади, так и резким сокращением внесения органических удобрений на этих землях в начале 1990 годов.

Общий выброс парниковых газов в РФ, без учета землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства, составил в 2011 году 2 320,8 млн т. CO<sub>2</sub>-экв. Эта величина соответствует 113,4% выброса 2000 года или 69,2% выброса 1990 года.

Распределение выбросов по секторам за период 1990–2011 годов не претерпело значительных изменений. По-прежнему доминируют выбросы от энергетического сектора, доля которого в 2011 году составила 82,7% (рис. 4.2). Уменьшилась (на 3,3%) доля сельскохозяйственного сектора и сектора «Промышленные процессы» (на 0,1%).

Роль сектора «Отходы» с 1990 года несколько возросла. Сектор «Использование растворителей» вносит очень незначительный вклад в совокупный выброс (0,02%).

Термины «энергетика», «энергетический сектор» употребляются в данном разделе в том смысле, какой они имеют в Киотском протоколе (Приложение А) и документах МГЭИК: к энергетическому сектору относится сжигание всех видов ископаемого топлива, а также процессы, приводящие к утечкам и технологическим выбросам топливных продуктов в атмосферу, независимо от того, в каких отраслях экономики они происходят.

Некоторое уменьшение доли N<sub>2</sub>O связано с уменьшением использования азотных удобрений, обусловленным сложным экономическим положением сельскохозяйственных предприятий [1, 8].

На рис. 4.2 отражено распределение общего выброса парниковых газов по секторам в 1990 и 2011 годах.

На рис. 4.3 отражена доля отдельных парниковых газов в их общем выбросе в 1990 и 2011 годах.

Энергетика вносит наибольший вклад в общий выброс парниковых газов в Российской Федерации. В 1990 году вклад сектора в совокупный антропогенный выброс парниковых газов (без учета сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»), выраженный в CO<sub>2</sub>-эквиваленте, составлял 81,0%, а в 2011 году он составил 82,7%. Основные выбросы в этом секторе связаны со сжиганием добываемых в России видов природного топлива (нефть, природный и нефтяной (попутный) газ, уголь и, в гораздо меньшей степени, торф и горючие сланцы), а также продуктов их переработки.

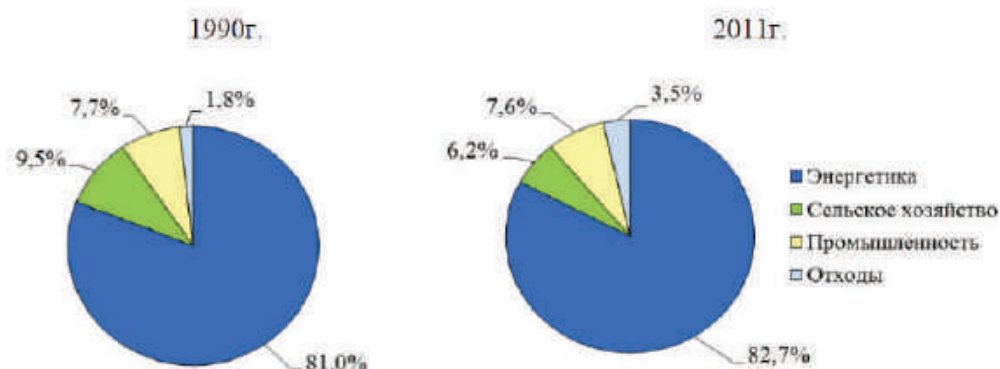


Рис. 4.2. Распределение общего выброса парниковых газов (CO<sub>2</sub>-экв.) по секторам в 1990 и 2011 годах

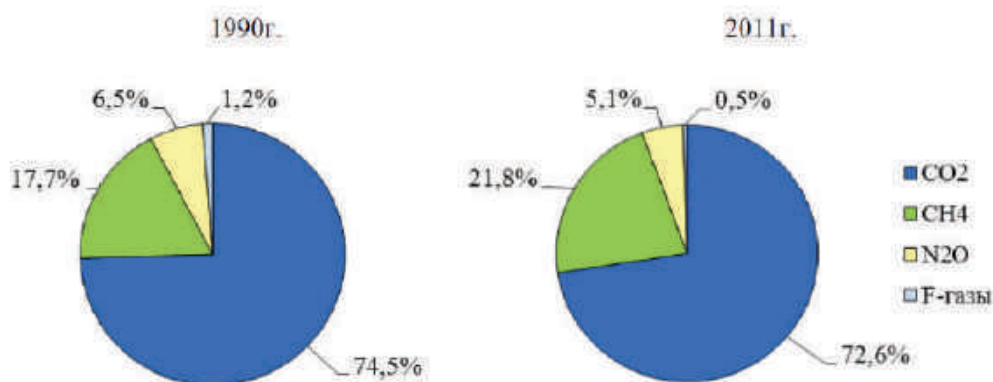


Рис. 4.3. Доля отдельных парниковых газов в их общем выбросе (CO<sub>2</sub>-экв.)

### ***Российская система оценки антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов***

Общая информация по национальной системе оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов представляется в ежегодном Национальном сообщении Российской Федерации. Детальная информация о структуре и функционировании национальной системы приводится в Национальном докладе о кадастре Российской Федерации, подаваемом ежегодно в секретариат РКИК ООН.

В целях реализации в Российской Федерации обязательств, вытекающих из участия в Киотском протоколе, была создана российская система оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой [1].

Функции уполномоченного национального органа по системе оценки выполняет Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

Для улучшения межведомственной координации деятельности по сбору первичной информации и подготовки отчетности в лесном секторе в 2013 году была создана рабочая группа по разработке методики инвентаризации парниковых газов в лесах Российской Федерации при Рослесхозе. Данная рабочая группа функционирует на постоянной основе, ее заседания созываются не реже 2 раз в год.

В случае необходимости при подготовке отчетности Росгидрометом могут быть охвачены иные министерства и ведомства, не задействованные на постоянной основе в национальной системе. Кроме министерств и ведомств, в структуру национальной системы включены также компании и частные организации. Так Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды заключены соглашения о сотрудничестве с Объединенной компанией «Российский алюминий» и ОАО «Газпром», предусматривающие обмен данными и информацией, обмен опытом, консультации и другие виды сотрудничества, направленные на разработку и совершенствование национального кадастра.

На Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ИГКЭ) Росгидрометом, в рамках национальной системы, были возложены функции по сбору, обработке и хранению исходных данных, проведению оценок выбросов и абсорбции парниковых газов по категориям источников и секторам МГЭИК и по подготовке проектов национальных докладов, национальных сообщений и других отчетных материалов для представления в органы РКИК ООН и Киотского протокола и в заинтересованные органы государственной власти.

Первичные данные о деятельности по источникам выбросов парниковых газов в энергетическом, промышленном, аграрном, лесном и других секторах экономики страны, а также необходимая методическая информация, собираются ИГКЭ с использованием данных федеральной статистики, информационно-аналитических материалов министерств и ведомств, российских компаний, международных организаций, а также публикаций в научно-технической и производственной литературе. В ИГКЭ создана аппаратно-программная база для обеспечения выполнения оценок антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов, хранения данных, ведения и представления национального кадастра парниковых газов, архивирования материалов и решения других, необходимых в рамках этой работы, задач.

Методическую основу разработки кадастра составляют пересмотренные руководящие принципы МГЭИК 1996 года, руководства МГЭИК 2000 и 2003 годов и методические разработки, основанные на отечественном опыте проведения национальных инвентаризаций и материалах научных исследований.

Определение ключевых категорий осуществляется в ИГКЭ в соответствии с методом уровня 1 руководств МГЭИК 2000 и 2003 годов. При этом предпола-

гается, что к ключевым категориям относятся все источники, суммарная доля которых в общем (выраженном в  $\text{CO}_2$  — эквиваленте) выбросе составляет 95%, и все источники, суммарная доля которых в общем тренде выбросов (с базового по текущий год) составляет 95%. Анализ проводился в двух вариантах: с учетом сектора «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство», и без него.

Результаты анализа для кадастра с 1990 по 2011 годы приведены в Национальном докладе, поданном Российской Федерацией в 2013 году. В настоящее время наибольшие вклады, как в величину общего выброса, так и в его тренд, вносят источники, относящиеся к секторам «Энергетика» и «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство».

### ***Российский реестр углеродных единиц***

Распоряжением Правительства Российской Федерации МПР России определено органом исполнительной власти, ответственным за создание и функционирование российского реестра углеродных единиц. Организацией-администратором российского реестра углеродных единиц было назначено Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный центр геоэкологических систем» (ФГУП ФЦГС «Экология»).

Российский реестр углеродных единиц (национальный реестр Российской Федерации) полностью функционирует с 4 марта 2008 года, когда производственная платформа реестра была официально подключена к производственной платформе международного регистрационного журнала операций (МРЖО).

Планируется развитие и совершенствование системы наблюдений парниковых газов по следующим направлениям:

- создания нескольких (не менее четырех) станций обсерваторского типа, на которых должен выполняться широкий комплекс наблюдений за факторами климата, включающих наблюдения концентрации как парниковых, так и сопутствующих газов;

- оснащение станций современным аналитическим оборудованием, обеспечивающим возможность непрерывных измерений концентраций парниковых и некоторых сопутствующих газов в приземном слое атмосферы с погрешностями не превышающими уровней, рекомендованных ВМО для станций ГСА;

- расширение номенклатуры измеряемых газов за счет включения в программы наблюдений таких сопутствующих газов, как  $\text{H}_2$  и  $\text{CO}$ , а также ряда хлорфторуглеродов и хлорфторуглеводородов, имеющих высокий парниковый потенциал;

- оснащение сети наблюдений парниковых и сопутствующих газов солнечными спектрометрами высокого разрешения, обеспечивающими наблюдения общего содержания парниковых газов в столбе атмосферы, данные измерений которых не подвержены влиянию местных источников эмиссии;

- оснащение сети наблюдений парниковых и сопутствующих газов газоанализаторами тяжелых изотопов  $^{13}\text{CO}_2$ ,  $^{13}\text{CH}_4$ , а также  $^{15}\text{N}$ ,  $^{15}\text{N}\alpha$  и  $^{15}\text{N}\beta$  изотопоме-



ры, использование которых должно позволить разделять вклады в наблюдаемую концентрацию газов в приземном слое атмосферы антропогенных и природных источников эмиссии;

расширение возможностей использования камерных методов за счет обеспечения автоматического анализа нетто-баланса потоков метана и диоксида углерода в системе подстилающая поверхность — атмосфера за счет одновременных измерений на нескольких микроландшафтах.

В настоящее время ФГБУ «ЦАО» разработаны и реализуются предложения по созданию сети высокоточных измерений общего содержания озона и диоксида азота в атмосфере (погрешность измерений общего содержания озона — 2,5–4,5%, диоксида азота — 5%). Измерения выполняются с использованием прибора SAOZ (Франция).

Сеть геофизических станций высокоточных измерений ОСО и двуокиси азота создается ФГБУ «ЦАО» поэтапно, в соответствии с программой реализации мероприятий ФЦП «Геофизика». Первая очередь сети создается в количестве 8 станций в период 2009–2015 годов. Вторая очередь сети планируется в количестве 12 станций в период 2016–2020 годов.

## Литература

1. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2011 годы. М., 2013.
2. Аверченков А.А., Галенович А.Ю., Сафонов Г.В., Федоров Ю.Н. Регулирование выбросов парниковых газов как фактор повышения конкурентоспособности России. М.: НОПППУ, 2013. 88 с. [www.ncsf.ru](http://www.ncsf.ru)
3. ГОСТ Р ИСО14064. Требования и руководство по количественному определению и отчетности о выбросах и удалении парниковых газов на уровне организации. 2007. Ч. 1.; Требования и руководство по количественной оценке, мониторингу и составлению отчетной документации на проекты сокращения выбросов парниковых газов или увеличения их удаления на уровне проекта. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. 2007. Ч. 2.
4. Климатическая доктрина РФ. 2009. Распоряжение президента РФ от 17.12.2009 № 861-рп. [http://www.climatechange.ru/files/Climate\\_Doctrine.doc](http://www.climatechange.ru/files/Climate_Doctrine.doc)
5. Комплексный план реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 года. Распоряжение правительства РФ от 25 апреля 2011 г. № 730-р «Об утверждении комплексного плана реализации Климатической доктрины РФ на период до 2020 г.». <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2074495/>
6. Луговой О., Поташников В., Гордеев Д. Сценарные прогнозы выбросов парниковых газов в России: анализ чувствительности к предпосылкам // Ст. в сб. Российской академии народного хозяйства и государственной службы при президенте Российской Федерации. 2013.
7. Совет безопасности — об угрозах и проблемах, которые несет изменение климата // Российская газета. 19 марта 2010. Фед. вып. № 5136 (57).
8. Шестое национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной конвенции. М., 2013. [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)



**ГЛАВА 5**

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ  
КЛИМАТА  
НА ЗДОРОВЬЕ  
ЧЕЛОВЕКА**



## 5.1. Здоровье человека и климат

По Уставу (Конституции) ВОЗ, «здоровье является состоянием полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствием болезней и физических дефектов» [1].

В медико-санитарной статистике под здоровьем на индивидуальном уровне понимается отсутствие выявленных расстройств и заболеваний, а на популяционном уровне процесс снижения уровня смертности, заболеваемости и инвалидности.

Здоровье человека зависит от многих причин, основными из которых выделяют состояние здравоохранения, образ жизни, климатические условия и генетику (рис. 5.1).

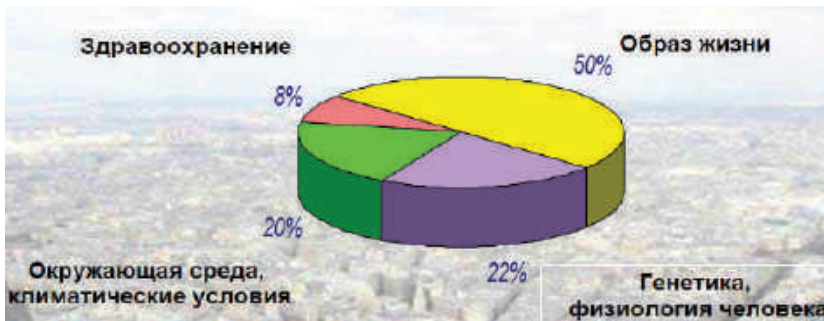


Рис. 5.1. Основные причины, от которых зависит здоровье

В начале 1990 годов прошлого столетия люди еще плохо представляли себе угрозы для здоровья, которые создает изменение глобального климата. Это отражало общее отсутствие понимания того, каким образом нарушение биофизической и экологической систем может повлиять на благополучие и здоровье населения в более долгосрочном плане. Это отчетливо проявилось хотя бы в

том, что в первом серьезном докладе МГЭИК, опубликованном в 1991 году, об угрозах для здоровья говорилось лишь вскользь [2].

Во втором докладе МГЭИК об оценке ситуации (1996 год) потенциальным угрозам для здоровья человека посвящена целая глава. Это же было сделано и в третьем докладе (2001 год), но на этот раз в докладе были рассмотрены некоторые первые данные о фактических последствиях для здоровья наряду с оценкой возможных последствий в будущем. В этом же докладе также были выделены предполагаемые последствия для здоровья по основным географическим регионам.

В своем третьем докладе МГЭИК сделала вывод: *«В целом можно прогнозировать, что изменение климата будет повышать угрозы для здоровья человека, в особенности в малообеспеченных категориях населения, главным образом на территории тропических и субтропических стран».*

Далее в этом резюме отмечается: *«Изменение климата может влиять на здоровье человека прямо (например, последствия теплового стресса, гибель/травмы людей во время наводнений и бурь) и косвенно, через изменения зон активности переносчиков болезней (например, комаров), патогенных микроорганизмов, передаваемых через воду, качества воды, качества воздуха и наличия и качества пищевых продуктов. На реальные последствия для здоровья будут оказывать большое влияние местные условия окружающей среды и социально-экономические условия, а также ряд мер по социальной, институциональной, технологической и поведенческой адаптации, которые будут приняты с целью уменьшения всего спектра угроз для здоровья человека».*

В самом общем виде изменение климатических условий может иметь три типа последствий для здоровья:

- последствия, которые являются относительно прямыми, обычно вызываемые экстремальными погодными условиями;
- последствия для здоровья от различных процессов изменения окружающей среды и нарушения экологии, происходящих в ответ на изменение климата.
- разнообразные последствия для здоровья — травматические, инфекционные, пищевые, психологические и прочие — которые наступают в деморализованных и перемещенных категориях населения вслед за нарушениями в экономике, ухудшением состояния окружающей среды и конфликтными ситуациями, вызванными влиянием климата.

На рис. 5.2 отражены причинно-следственные связи окружающей среды и здоровья.

В последние годы изменение климата рассматривается как один из негативных глобальных факторов, оказывающих влияние на здоровье населения, наряду с такими ведущими факторами риска индустриальной эпохи как загрязнение атмосферного воздуха и питьевой воды, курение, употребление наркотических веществ.

Беспрецедентно высокая скорость глобального потепления и изменения климата многообразны и проявляются в изменении частоты и интенсивности кли-





Рис. 5.2. Схема связей между изменением климата и здоровьем

матических аномалий и экстремальных погодных явлений. Ожидаемые изменения климата неизбежно отразятся на жизни людей во всех регионах планеты, а в некоторых из них станут ощутимой угрозой для благополучия населения. Генеральный директор ВОЗ Маргарет Чен считает, что «системы здравоохранения во всех странах должны быть ориентированы на работу в условиях меняющегося климата».

По оценкам ВОЗ, в Европе ежегодно климатические изменения являются причиной от 1 до 10% смертей среди старших возрастных групп, а в мире — более 150 тысяч дополнительных смертей и 5,5 млн лет нетрудоспособности в год. Это составляет 0,3% общего числа смертельных исходов и 0,4% общего количества лет нетрудоспособности соответственно. К 2050 году ожидается дальнейшее увеличение числа смертельных исходов, связанных с потеплением климата еще примерно на 1-1,5%. Экономический ущерб от дополнительной смертности в результате климатических изменений в мире колеблется в большом интервале — от 6 до 88 млрд долларов в год [<http://www.who.int/entity/ru/>].

Влияние изменения климата на здоровье человека разнообразно. Прямое воздействие связано в основном с ростом частоты повторяемости аномальных тем-



ператур — увеличением числа дней с экстремально высокими и (или) низкими температурами, частоты и интенсивности наводнений, сильных ветров и т. д. Косвенное воздействие связано в основном с уменьшением объемов доступной доброкачественной питьевой воды, увеличением частоты повышенных уровней загрязнения воздуха при неблагоприятных метеорологических условиях и изменением ареалов климатозависимых болезней человека [3, 6, 17].

Основными аспектами прямого воздействия на здоровье человека, в общем, являются: болезни и смертность, связанные с температурой воздуха; проблемы со здоровьем, связанные с погодными явлениями; проблемы со здоровьем, связанные с загрязнением воздуха; проблемы со здоровьем, связанные с загрязнением пищи и воды; эпидемии, связанные с вирусами, распространяемыми насекомыми и животными; проблемы со здоровьем, связанные с подверженностью к ультрафиолетовым лучам (табл. 5.1).

Температура — один из важных абиотических факторов, влияющих на все физиологические функции всех живых организмов. Температура на земной поверхности зависит от географической широты и высоты над уровнем моря, а также времени года. Когда температурные параметры изменяются, человеческий организм вырабатывает специфические реакции — приспособление относительно каждого фактора, то есть адаптируется.

Температура тела в большей или меньшей степени влияет на весь организм. Соотношение температуры внешней среды и температуры тела определяет характер деятельности системы терморегуляции. Температура окружающей среды преимущественно ниже температуры тела. Вследствие этого, между средой и организмом человека постоянно происходит обмен теплом благодаря его отдаче поверхностью тела и через дыхательные пути в окружающее пространство. Этот процесс принято называть теплоотдачей. Образование же тепла в организме человека в результате окислительных процессов называют теплообразованием. В состоянии покоя при нормальном самочувствии величина теплообразования равняется величине теплоотдачи. В жарком или холодном климате, при физических нагрузках организма, заболеваниях, стрессе и т. д. уровень теплообразования и теплоотдачи может изменяться.

Среди климатических факторов большое биологическое значение имеет коротковолновая часть солнечного спектра — ультрафиолетовое излучение (УФИ) (длина волн 295–400 нм). Ультрафиолетовое облучение — обязательное условие нормальной жизнедеятельности человека. Оно уничтожает микроорганизмы на коже, предупреждает рахит, нормализует обмен минеральных веществ, повышает стойкость организма к инфекционным заболеваниям и другим болезням. При недостатке ультрафиолетового облучения нарушается фосфорно-кальциевый обмен, увеличивается чувствительность организма к инфекционным заболеваниям и к простуде, возникают функциональные расстройства центральной нервной системы, обостряются некоторые хронические заболевания, снижается общая физиологическая активность, а, следовательно, и работоспособность че-

Таблица 5.1

## Воздействие климатических изменений на здоровье

Проблемы, связанные со здоровьем	Уязвимость здоровья
Заболеемость и смертность, связанные с температурой воздуха	Заболевания, вызванные холодом и жарой. Самым большим риском является солнечный удар.
	Повышение частоты и суровости волн высокой температуры может привести к повышению числа смертности и болезней, особенно среди детей, молодежи и людей пожилого возраста. Температура обычно высокая в центрах больших городов
	Сердечно-сосудистые и респираторные заболевания
Ущерб здоровью, вызванные экстремальными погодными явлениями	Экстремальные зимние и летние температуры приводят к большому числу смертности, чем такие природные бедствия, как вьюги или наводнения
	Поврежденные социальные инфраструктуры здоровья
	Ранения и заболевания
	Социальные и ментальные стрессы здоровья, являющиеся последствиями бедствий
Ущерб здоровью, вызванные загрязнением воздуха	Эвакуация населения
	Жара может привести к обеднению чистоты воздуха и повышению городского (озонового) смога, а также может привести к изменению проявлений внешних и внутренних выбросов загрязнителей воздуха и аллергенов
	Треть эмиссий диоксида карбона генерируется человеческой деятельностью в сфере транспорта. Летний смог или фотохимический смог проявляется после длительных периодов жарких дней и является продуктом химических реакций солнечных лучей на антропогенные загрязнители (оксиды азота, гидрокарбона и твердых частиц)
	Респираторные заболевания и проблемы аллергии могут ухудшиться из-за жары, влажности и снижения качества воздуха (более высокого уровня пыли, загрязнителей и плесени)
	Астма и другие болезни дыхательных путей.
	Сердечные приступы, кризы и другие сердечно-сосудистые заболевания Рак
Ущерб здоровью, вызванные загрязнениями пищи и воды	Диарея и интоксикации в результате химических и биологических отравлений
Эпидемии, вызванные вирусами, распространяемыми насекомыми и животными	Изменение паттернов заболеваний, вызванных бактериями, вирусами и другими патогенами, распространяемые комарами, мухами и другими насекомыми, а также животными
Ущерб здоровью, связанный с влиянием ультрафиолетовых лучей	Кожные заболевания и рак кожи
	Катаракты
	Нарушение иммунной системы

ловека. Особенно чувствительны к «световому голоду» дети, у которых он приводит к развитию авитаминоза Д (рахит) [4].

Глобальное потепление климата вносит определенный негативный вклад в изменение здоровья населения. В монографии ВОЗ, Программы ООН по окружающей среде и Всемирной метеорологической организации *«Изменения климата и здоровье человека: угрозы и ответные меры»* (2003) приведены многочисленные примеры этого явления, но указывается также, что оценка потенциального воздействия изменения климата на здоровье содержит большую степень неопределенности. Дополнительная неопределенность существует и в отношении зависимости «доза—эффект» между воздействием климатических условий и последствием этого для здоровья, а также потенциальным модифицирующим влиянием адаптации. Изменение климата — проблема не только сегодняшнего дня, но и, возможно, еще в большей степени проблема для детей и взрослых в будущем.

Сопряженный анализ климатической и эпидемиологической ситуации, приведенный в докладе ВОЗ, показал, что при увеличении температуры воздуха на 1 °С происходит увеличение частоты случаев диареи на 5%. Особенно проявляется это в странах, где ВВП составляет менее 6000 долларов в год на человека. До 2,4% всех случаев диареи в мире были связаны с увеличением температуры.

Согласно оценкам экспертов, потенциальный ареал малярии в XXI веке при потеплении климата расширится, в основном, к северу. На территориях, где малярия человека эндемична (свойственная данной местности), увеличится длительность сезона передачи. Значительно увеличится число людей, проживающих в зонах с большим риском заражения малярией. Если сейчас на территориях, где потенциально существует возможность инфицирования, проживает 2 400 млн человек, что составляет около 40% населения земного шара, то к 2080 году это число увеличится, по различным оценкам, еще на 220–400 млн человек. Новые риски, как и во многих других случаях, коснутся в первую очередь стран с низким уровнем жизни.

К 2030 году, по оценкам исследователей, людские потери от изменения климата и загрязнения воздуха, связанного с выбросами углерода, вырастут почти до 6 млн человек, а совокупный ущерб достигнет 3,2% мирового ВВП. При этом наибольшее бремя — в размере до 11% от их ВВП (включая 8% только от изменений климата) — будут нести наименее развитые страны мира. В абсолютных масштабах людские и материальные потери будут сосредоточены в трех крупнейших мировых экономиках — Китае, США и Индии. На них вместе будет приходиться свыше половины стоимости экономического ущерба (2,4 трлн долларов США) и преждевременной смертности от указанных причин (более 3 млн человек в год).

Устойчивая, продолжительная жаркая погода вызывает увеличение смертности и заболеваемости системы кровообращения (инфаркт), цереброваскулярных заболеваний (инсульт), заболеваний органов дыхания, эндокринной системы (диабет), особенно у лиц старшего возраста и людей, страдающих хронически-

ми заболеваниями. Это наглядно показали события августа 2003 года в Западной Европе, повлекшие за собой свыше 70 тыс. смертей, и лета 2010 года в России, последствиями которых стали от 44 до 54 тыс. преждевременно умерших [13].

На рис. 5.3 схематично представлены пути воздействия изменения климата на здоровье человека.



Рис. 5.3. Пути воздействия изменения климата на здоровье человека [23]

Рост частоты и интенсивности волн жары — это одно из наиболее заметных проявлений изменения климата. Отмечается прямая связь между термальным стрессом и повышением уровней смертности. Для пожилых людей наибольший риск смертельного исхода составляет тепловой удар, а также сердечно-сосудистые, почечные, респираторные и метаболические нарушения.

Изменение климата также поднимает проблему безопасности пищевых продуктов. Тепло способствует росту бактериальной флоры в пище. При температуре окружающего воздуха свыше  $5^{\circ}\text{C}$  каждое повышение средненедельной температуры на один градус обуславливает повышение уровня заболеваемости сальмонеллезом на 5–10%. Жаркая погода также способствует более частому выходу из строя холодильного оборудования, размножению мух и других вредителей.

Климатические сдвиги могут влиять на концентрацию и распространение загрязнителей атмосферы. Изменение характера ветров способствует переносу загрязнителей воздуха на большие расстояния. В периоды экстремальной

жары неблагоприятное воздействие на здоровье более выражено в тех случаях, когда высок уровень загрязнения воздуха. Наибольшую озабоченность в отношении здоровья вызывают озон и твердые частицы. Так, в масштабе ЕС озон ежегодно обуславливает 20 000 случаев преждевременной смерти и 200 млн человеко-дней заболеваемости с острыми респираторными симптомами. Высокие уровни антропогенного загрязнения атмосферы твердыми частицами сокращают среднюю ожидаемую продолжительность жизни для каждого жителя Европейского региона в среднем на 8 месяцев. Будущие изменения климата могут вызвать рост регионального уровня озонового загрязнения вследствие общего повышения температуры и ослабления атмосферной циркуляции [15].

Изменение климата оказывает влияние на некоторые из основополагающих предпосылок здоровья, таких как пища, вода и воздух. Растениеводство — эта та часть сельского хозяйства, которая чрезвычайно чувствительна к изменению климата. В рамках Европейского региона снижение производства продуктов питания ожидается в Средиземноморье, Юго-Восточной Европе и Центральной Азии, где, таким образом, возникает риск нарушения продовольственной безопасности. К середине XXI века в странах Центральной Азии урожайность сельскохозяйственных культур может снизиться вплоть до 30%, что может создать серьезную угрозу их продовольственной безопасности. Это, в свою очередь, может привести к обострению проблемы недостаточности питания, особенно среди малообеспеченных слоев сельского населения, доход которых непосредственно связан с объемом производимых ими пищевых продуктов.

Согласно прогнозам, в странах Центральной и Южной Европы и Центральной Азии обострится проблема дефицита водных ресурсов. Предполагается, что к 2070 году численность населения, затронутого этой проблемой, возрастет на 16–44 млн. Ожидается, что к середине этого столетия естественный сток воды возрастет вплоть до 40% в более высоких широтах, а в засушливых регионах средних широт он снизится вплоть до 30%. В Центральной Азии около 70% всего населения имеют доступ к источникам безопасной воды, однако в сельской местности этот показатель составляет лишь 25%.

Резюмируя всё вышесказанное, можно привести **10 фактов о влиянии изменения климата на здоровье человека** [www.who.int/]:

1. За последние 50 лет в результате человеческой деятельности, особенно сжигания ископаемого топлива, в воздух выброшено большое количество углекислого газа и других парниковых газов, воздействующих на глобальный климат. Содержание углекислого газа в атмосфере возросло более чем на 30% по сравнению с его уровнем до промышленной революции, что способствует удерживанию жары в нижних слоях атмосферы. Происходящие в результате этого изменения глобального климата содержат целый ряд опасностей для здоровья — от смерти от чрезмерных температур до изменяющихся моделей инфекционных болезней.

2. От тропиков до Арктики климат и погода оказывают мощное прямое и косвенное воздействие на жизнь человека. Такие экстремальные метеороло-

гические явления, как проливные дожди, наводнения и стихийные бедствия, подобные урагану Катрина, разрушившему Новый Орлеан, в США, в августе 2005 года, ставят под угрозу здоровье людей, разрушают их имущество и лишают средств к существованию. В 1990 годах в результате связанных с погодой стихийных бедствий во всем мире произошло около 600 000 случаев смерти, 95% из которых имели место в развивающихся странах.

3. Интенсивные кратковременные колебания погоды могут также серьезно воздействовать на здоровье, вызывая тепловой стресс (гипертермию) или чрезмерное охлаждение (гипотермию), которые могут повысить показатели смертности от сердечных и респираторных заболеваний. Недавно проведенные исследования указывают на то, что рекордно высокие температуры в Западной Европе летом 2003 года привели к резкому возрастанию смертности — количество случаев смерти, зарегистрированных за это время, по оценкам, на 77 000 больше, чем за эквивалентные периоды предшествующих лет.

4. Уровень наличия пыльцы растений и других аллергенов повышается при высокой температуре воздуха. Это может вызывать астму, от которой страдают около 300 миллионов человек в мире. Актуальное повышение сезонных температур усиливает распространение этой проблемы.

5. Повышение уровня моря — другой результат глобального потепления — усиливает риск затопления прибрежных районов и может привести к перемещению населения. В настоящее время более 60% населения мира живет в пределах 60 км от береговой линии. Наводнения могут непосредственно привести к травмам и смерти, а также повысить риск инфицирования болезнями, передающимися через воду, и трансмиссивными болезнями. Перемещение населения может повысить напряжение и потенциальный риск конфликтов.

6. Все более изменяющиеся модели выпадения осадков могут сказываться на создании запасов пресной воды. Во всем мире нехватку воды уже испытывают четыре из каждых десяти человек. Нехватка воды и плохое качество воды могут создавать опасности для гигиены и здоровья. Это повышает риск развития диареи, от которой ежегодно умирает примерно 2,2 миллиона человек, а также трахомы (глазной инфекции, которая может приводить к слепоте) и других болезней.

7. Нехватка воды заставляет людей привозить воду издалека и хранить ее запасы в домах. Это повышает риск загрязнения воды в домашних условиях, что может приводить к болезням.

8. Климатические условия оказывают воздействие на болезни, передаваемые через воду и переносчиками, такими как комары. Болезни, чувствительные к климату, входят в число самых смертоносных болезней в мире. В 2004 году только одни диарея, малярия и белково-калорийная недостаточность вызвали более 3 миллионов случаев смерти во всем мире, из которых более одной трети произошли в Африке.

9. Ежегодно из-за недостаточности питания умирают миллионы людей — как от дефицита питательных веществ, необходимых для поддержания жизни,



так и в результате уязвимости перед такими инфекционными болезнями, как малярия, диарея и респираторные заболевания. Ожидается, что из-за повышения температур на нашей планете и все более меняющихся режимов выпадения осадков во многих тропических развивающихся районах, где обеспеченность продовольствием и без того затруднительна, урожаи еще больше уменьшатся.



## 5.2. Влияние потепления климата на городское население

Городские населенные пункты занимают не более 2% площади земной поверхности, но в них проживает более 51% населения земного шара и 75% населения развитых стран. Быстро растет численность людей, проживающих в городах в развивающихся странах. К 2050 году доля городского населения в развитых странах вырастет до 86%, а развивающихся — с 45 до 66% [16].

В городах средняя температура воздуха выше. Это вызывается многими факторами, в том числе меньшей отдачей лучистой тепловой энергии в нижнем приземном слое городского воздуха, меньшими скоростями ветра и повышенным воздействием радиации.

ВМО определяет городской климат как местный климат, модифицированный в результате взаимодействий между застроенной территорией (включая использованное тепло и выбросы веществ, загрязняющих воздух) и региональным климатом. Климат города — это местный мезоклимат (пространственная протяженность около 250 км). Город влияет как на физические, так и на химические процессы в пограничном атмосферном слое (самые нижние 1000 м атмосферы), и это влияние обусловлено, в частности, такими факторами, как:

- препятствия для воздушных потоков;
- территория с неравномерной неровностью надземной аэродинамической поверхности;
- тепловые острова;
- источники выбросов, как, например, аэрозоли сульфатов, влияющие на формирование облаков и альбедо.

Отличия климата города от окружающей его местности, как правило, выражаются в следующем:

- повышенная температура воздуха (на 1–6 °С);
- ослабление солнечной радиации (в пределах 10–15%);
- укороченный световой день (в крупных городах на 15–20 минут);
- увеличение облачности и осадков летом, туманов зимой;

иногда наблюдается городской бриз — приток воздуха от окраин к центру города;

относительная влажность понижена на 6%.

Одно из наиболее известных явлений городского климата — это городской тепловой остров. Термин «*городской тепловой остров*» обозначает повышенную температуру города по сравнению с температурой окружающей сельской местности. Отрицательное воздействие городского теплового острова проявляется главным образом в летнее время, поскольку тепловой остров увеличивает подверженность воздействию высоких летних температур. Кроме того, городской тепловой остров сохраняет более высокие температуры ночью. Это, по мнению исследователей, увеличивает воздействие на здоровье, оказываемое постоянной чередой жарких дней и высокой температурой ночью.

Разность температур увеличивается с ростом численности населения и плотности застройки. В самом городе могут быть выделены отдельные районы, которые теплее других. И наоборот, зеленые зоны внутри города являются причиной образования городских островов холода, которые прохладнее, чем остальная территория города.

Во многих городах высок уровень загрязнения наружного воздуха, особенно монооксидом углерода, оксидами азота, летучими органическими соединениями и твердыми частицами. Образование фотохимического смога может мешать солнечной радиации достигать земной поверхности и уменьшать теплоотдачу путем излучения длинноволновой лучистой энергии. Поэтому ультрафиолетовое излучение на уровне земной поверхности во время эпизодов сильного загрязнения часто уменьшается.

Средняя скорость ветра в городах ниже, однако, чаще бывают порывы ветра. Недостаточный воздухообмен в уличных каньонах из-за низких скоростей ветра может ухудшать качество приземного воздуха.

Самые жаркие зоны в городе — это зоны, где расположены самые высокие здания и где наибольшая плотность застройки, где нет участков зеленых насаждений и происходит интенсивная выработка антропогенного тепла.

## **5.3. Влияние изменения климата на состояние здоровья населения России**

### 5.3.1. Изменение климата – реальная угроза здоровью населения России

В последние годы изменение климата рассматривается как один из ведущих факторов, оказывающих влияние на здоровье населения России. Происходит как прямое влияние за счет увеличения числа дней с аномально высокими и/или низкими температурами, наводнений, штормов, тайфунов, так и косвенное, опосредованное влиянием экологических или социально-экономических факторов (увеличение площади засушливых земель, уменьшение объемов качественной питьевой воды и др.). Воздействие изменения климата в городах сочетается с неблагоприятным воздействием на здоровье населения загрязненного атмосферного воздуха [7, 8].

Потепление климата является реальной угрозой здоровью населения России, причем эта угроза более выражена, чем в других странах Европы. В России потепление климата уже реально ощущается ее жителями.

В соответствии с Климатической доктриной Российской Федерации к отрицательным последствиям ожидаемых изменений климата для Российской Федерации относится повышение риска для здоровья (увеличение уровня заболеваемости и смертности) населения. Оценка рисков и связанных с ними потерь рассматриваются как важнейшие составляющие при разработке и планировании мер по адаптации к изменениям климата [21].

К наиболее распространенным заболеваниям, характеризующимся чувствительностью к климатическим факторам, относятся:

- болезни органов дыхания: острые респираторные инфекции, аллергический ринит, хронические обструктивные болезни легких, бронхиальная астма;
- болезни органов кровообращения: болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением, ишемическая болезнь сердца, нарушения проводимости и сердечного ритма, цереброваскулярные болезни;

- болезни эндокринной системы: сахарный диабет;
- травмы, отравления и другие последствия воздействия внешних причин: травмы, отморожения, утопления, суициды;
- психические расстройства: алкогольные психозы;
- кишечные инфекции: сальмонеллез, шигеллез и другие бактериальные кишечные инфекции и отравления, вирусные кишечные инфекции;
- трансмиссивные болезни: болезнь Лайма, клещевой вирусный энцефалит, лихорадка Денге, лихорадка Западного Нила, желтая лихорадка, малярия, лейшманиоз, африканский трипаносомоз, болезнь Шагаса, охочеркоз, филяриатоз.

К группам населения повышенного риска, на здоровье которых наиболее скажется влияние климатических изменений, относятся [21]:

- дети (от 0 до 17 лет);
- лица пожилого (60 лет и старше) и престарелого возраста (75 лет и старше);
- лица с хроническими заболеваниями, страдающие болезнями органов дыхания, кровообращения, болезнями нервной, мочевыделительной и эндокринной систем;
- лица в трудоспособном возрасте, в том числе работающие на открытом воздухе;
- коренные народы.

В России исследования по оценке влияния климатических изменений на здоровье населения начались в XXI веке, когда было доказано, что вспышка лихорадки Западного Нила в Волгоградской и Астраханской области связана с аномально теплой зимой. Жара 2010 года привела к беспрецедентному росту этого заболевания — 480 случаев, из них 393 в Волгоградской, 53 — в Ростовской, 25 — в Воронежской, 6 случаев — в Астраханской области. Происходит также постепенное продвижение клещевого энцефалита на север, и это явление также связывается с климатическими изменениями [13].

### 5.3.2. Основные факторы риска здоровью, связанные с климатическими изменениями

Для условий России, с ее низкими показателями продолжительности жизни, количественная оценка факторов риска смерти имеет большое значение. Демографический кризис в России может быть частично смягчен за счет реализации профилактических мероприятий, направленных на минимизацию воздействия тех или иных факторов риска смерти населения. Поэтому для определения основных направлений профилактической политики здравоохранения важно количественно оценить вклад каждого из факторов риска, обуславливающих дополнительную смертность населения, в том числе неблагоприятных факторов окружающей среды и изменения климата [8].

В табл. 5.2 приведена оценка степени риска потепления климата для здоровья населения России.

Таблица 5.2

**Возможные последствия потепления климата для здоровья населения России**

Характер воздействия и фактор риска	Изменения здоровья	Оценка риска
Аномально высокая температура в городах — прямое воздействие	Возрастание смертельных исходов от ишемической болезни сердца и других сердечно-сосудистых заболеваний, диабета, суицидов, убийств, дорожно-транспортных происшествий, увеличение частоты обострений нарушений психики	Высокая
Косвенное воздействие — повышение концентраций загрязняющих веществ в воздухе	Увеличение числа смертельных исходов от сердечно-сосудистых заболеваний и болезней органов дыхания. Увеличение заболеваемости бронхиальной астмой, бронхитами, другими заболеваниями органов дыхания и ЛОР-органов, в первую очередь — среди детей	Средняя
Увеличение заболоченных площадей, кормовой базы и мест выплода комаров, обитания клещей, животных-прокормителей, изменения ареалов природно-очаговых инфекций	Увеличение числа заболеваний малярией, лихорадкой Западного Нила, Крым-Конго, клещевым энцефалитом, клещевым боррелиозом, риккетсиозами, лептоспирозом, туляремией и другими инфекционными и паразитарными заболеваниями	Средняя
Штормы, наводнения, ураганы, тайфуны и другие природные катаклизмы: • прямое действие • отдаленный эффект	Смертельные случаи, травмы Посттравматический шок, стресс, нарушения психики	Высокая Средняя
Влияние повышенных температур на состояние возбудителей кишечных инфекционных заболеваний и паразитозов, нарушение работы водопроводно-канализационных сооружений	Увеличение числа кишечных инфекционных заболеваний — дизентерии, брюшного тифа, гепатита А, сальмонеллеза, лямблиоза, криптоспоридиоза и др.	Высокая

Основными факторами риска, связанными с климатическими изменениями, считаются высокие и низкие температуры, экстремальные погодные явления, распространение инфекционных заболеваний, нарушения питания и др.

В качестве одного из приоритетных факторов климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности населения Российской Федерации, рассматриваются «волны» жары и холода. При оценке влияния температуры атмосферного воздуха на показатели здоровья населения определяются тепловые и холодные волны, а также пороговые значения температур, выше или ниже которых наблюдается изменение показателей смертности, заболеваемости, госпитализации населения, обращаемости за скорой медицинской помощью.

На основе анализа многолетних распределений среднесуточных температур даны формальные определения температурных волн в Москве. В частности, волна жары состоит из пяти или более последовательных дней со среднесуточной



температурой выше  $+22,7$  °С, аналогично холодовая волна — как минимум из девяти последовательных дней со среднесуточной температурой ниже  $-4,4$  °С.

К метеорологическим показателям, используемым для оценки влияния изменений климата на здоровье населения, относятся среднесуточные и максимальные показатели температуры атмосферного воздуха, относительной влажности, атмосферного давления, скорости ветра и количество осадков.

В условиях влияния метеорологических факторов на здоровье населения, особенно на территориях с техногенным загрязнением, возникает модифицирующий эффект от влияния загрязняющих атмосферный воздух веществ (взвешенные вещества, диоксид серы, диоксид азота, оксид азота, оксид углерода и других веществ).

Изучение температурных кривых смертности за 2000–2006 годы в Москве показало, что минимальная смертность от всех естественных причин и сердечно-сосудистых заболеваний отмечалась при температурах воздуха  $+18...+20$  °С. При повышении среднесуточной температуры выше  $+20$  °С суточная смертность резко возрастала, при понижении среднесуточных температур воздуха ниже  $+18$  °С — также начинала постепенно возрастать, причем чем дальше в область низких температур, — тем круче. Это свидетельствует о нелинейном отклике смертности на температуру воздуха.

Среди изученных причин смерти сезонные различия оказались наиболее ярко выражены для смертности от хронических заболеваний нижних дыхательных путей. Например, для пожилых людей в возрасте 75 лет и старше максимальная зимняя смертность от хронических заболеваний нижних дыхательных путей была в 2,8 раза выше минимального уровня летней смертности. Это свидетельствует о повышенной чувствительности пожилых людей к сезонным изменениям. Так, в климатических условиях Москвы избыточная зимняя смертность (которая определяется как отношение смертности с декабря по март к смертности с апреля по ноябрь) от всех естественных причин для всех возрастов составила около 8%, а в возрастной группе старше 75 лет — около 11%.

### 5.3.3. Волны жары и холода как факторы риска увеличения смертности населения

Понятие волн жары и холода определяется индивидуально не только для каждой климатической зоны, но и для отдельных городов и особенно мегаполисов. Города с разной возрастной структурой и социально-экономическим положением населения, возможно, имеют разные температурные пороги, даже если находятся в одном и том же климате. С позиций здоровья большое значение имеет тот температурный порог, выше (жара) или ниже (холод) которого увеличиваются показатели смертности или наблюдаются какие-либо другие изменения здоровья репрезентативных групп населения [4, 12, 19].

Эффект аномальных метеорологических условий другого типа — холодовой волны — наглядно демонстрирует ситуация января-февраля 2006 года. В Мо-



скве в это время аномально низкие температуры наблюдались в течение 26 дней. Такие холода в Москве по законам вероятности не должны возникать чаще, чем примерно раз в 10 лет.

В регулировании температуры тела участвуют несколько эффекторных механизмов внутри организма. Самыми важными при жаре являются потоотделение, благодаря которому происходит отдача тепла из кожи, и кожный кровоток, осуществляющий перенос тепла от внутренних органов и мышц к коже. Во время



теплового стресса для терморегуляции крайне важно нормальное функционирование обеих систем. Если они испытывают чрезмерный стресс и не могут удовлетворять потребности терморегуляции, это приводит к чрезмерной нагрузке на организм и в конечном итоге может вызвать тепловую болезнь. К дополнительным эффекторным механизмам относится усиление выделения некоторых гормонов (антидиуретических гормонов и альдостерона), увеличение частоты дыхания и частоты сердечных сокращений.

Классическими примерами тепловых заболеваний являются появление сыпи на коже, тепловое утомление, тепловые судороги, тепловой обморок, тепловое истощение и тепловой удар. Большинство тепловых заболеваний (за исключением сыпи на коже и тепловых судорог) являются по своей сути следствием расстройства системы терморегуляции разной степени тяжести.

Наименее тяжелую форму представляет собой тепловой обморок, причиной которого является нарушение кровообращения, выражающееся в том, что оно не поддерживает кровяного давления и не снабжает головной мозг кислородом. Как только больной принимает горизонтальное положение, система быстро восстанавливает свою функцию. Снижение кровяного давления связано с уменьшением венозного возврата крови, вызванным увеличением объема циркулирующей крови вследствие расширения кожных артерий и вен, часто в сочетании с уменьшением объема плазмы из-за обезвоживания организма. Это состояние усугубляется отсутствием механизма «мышечного насоса» (мышечной активности), который поддерживал бы венозный возврат крови в сердце.

Повышение нагрузки на сердечно-сосудистую систему во время жары (расширение кровеносных сосудов и обезвоживание организма) обостряет другие расстройства здоровья, такие, например, как сердечно-сосудистые заболевания. Некоторые причинно-следственные связи с жарой при этом неясны, если не считать вызванную жарой дополнительную нагрузку на систему, однако считается, что коронарный и церебральный тромбоз связан с потерей воды и соли в условиях теплой окружающей среды, а это приводит к повышению концентрации эритроцитов и тромбообразующему увеличению вязкости и плотности тромбоцитов и эритроцитов.

Повышенное потоотделение во время жары может приводить к обезвоживанию организма. Тренированный акклиматизировавшийся человек может выделять до 3 литров пота в час; нормальный человек выделяет до 1 литра пота в час.

Говоря про аномальные отрицательные температуры, следует отметить, что для России характерен северо-восточный вектор нарастания уровня смертности, что было показано российским демографом В.М. Школьниковым более 30 лет назад. За последние годы эта тенденция не изменилась: среди регионов с наиболее высокой смертностью лидируют многие северные территории. На севере Западной Сибири температура опускается до  $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в Восточной Сибири — до  $-56\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В январе 2003 года на Дальнем Востоке температура достигала  $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

При этом зачастую возникает — *холодовой дискомфорт*. Это сложный комплекс физиологических реакций, вызываемых температурным переохлаждением

ем, создающих эффект «холодового напряжения». Как правило, в его формировании наряду с отрицательной температурой участвуют и сильный ветер, и повышенная влажность воздуха. Лопнувшие трубы теплотрасс, невозможность приготовления горячей пищи и отсутствие горячей воды, «мертвый» транспорт, социальные конфликты мгновенно отбрасывают людей из века технического прогресса в каменный век.

Холодовой дискомфорт способствует развитию заболеваний легких и верхних дыхательных путей. В результате формирования условий для размножения вирусов в воздухоносных полостях организма и их последующей массовой передачи воздушно-капельным путем распространяется эпидемия гриппа.

Длительное воздействие низких температур приводит к снижению адаптационных возможностей и органов дыхания. С продвижением на север утяжеляются течение респираторных заболеваний, частота и тяжесть приступов бронхиальной астмы. Распространенность заболеваний органов дыхания среди детей в северных регионах страны выше средних показателей по РФ в 1,5–2 раза. На Севере описан эффект северной пневмонии, возникающей в результате развития *«синдрома первичной северной артериальной гипертензии малого круга кровообращения»*.

Крайней стадией воздействия холода на организм человека считается отморожение, отягощающими моментами развития которого бывают: алкоголь, истощение, гиподинамия. В России от отморожений ежегодно погибают более 1,5 тыс. человек, причем гибнут преимущественно мужчины старше 20 лет. Среди них много бездомных людей, замерзающих на улице во время морозов. В период 1999–2003 годов показатели смертности в результате этой причины составляли 1,5–1,9 на 100 тыс. для мужчин и 0,4–0,6 — для женщин, то есть смертельные исходы от отморожений среди мужчин в 3–4 раза выше, что явно связано с употреблением алкоголя [7].

#### 5.3.4. Влияние изменения климата на распространенность инфекционных заболеваний

Изменения климата, произошедшие на территории России в XX веке, оказывают влияние на распространение природно-очаговых инфекций, в том числе на границы ареалов возбудителей, переносчиков и хозяев, на характер размещения очагов в пределах ареала. Влияние климатических факторов на природно-очаговые инфекции происходит на фоне действия и других факторов неклиматической природы — экологических, демографических и социально-экономических. В частности, заболеваемость клещевым энцефалитом зависит от объемов вакцинации, подавления очагов методами неспецифической профилактики, от увеличения частоты контактов населения, в первую очередь городского, с возбудителями и переносчиками на садово-огородных участках. На уровне заболеваемости сказываются также циклические колебания численности переносчиков и хозяев [23].

Современная эпидемиологическая ситуация характеризуется значительным ростом заболеваемости *клещевым энцефалитом*. За последнюю четверть XX века в России она возросла в 9 раз и достигла 10 тыс. случаев в год, причем одной из ведущих причин увеличения заболеваемости населения клещевым энцефалитом на Урале и в Сибири является смягчение и увлажнение климата. Так, в период 1993–2003 годов в Иркутской области температура февраля повысилась на 6 °С и достигла –11 °С, а длительность безморозного периода увеличилась с 90–100 до 120–130 дней. По многолетним наблюдениям (1956–2003 годы) на территории Иркутска и Иркутского района Иркутской области численность иксодовых клещей возросла в 57,5 раза, а заболеваемость — в 40,2 раза. Потепление климата способствовало смещению границы распространения переносчиков клещевого энцефалита на северо-восток европейской территории России и Сибири и расширило период их активности.

Связь между климатическими условиями и численностью клещей установлена также при анализе данных в заповеднике Красноярского края методом спектрального анализа временных рядов. Вследствие потепления климата происходит увеличение продуктивности лесных биогеоценозов, ускоренное развитие клещей, увеличение периода их активности, рост численности прокормителей клещей. В Удмуртии, например, численность мелких млекопитающих увеличилась за 20 лет почти в 2 раза, а популяция клещей — в 1,5 раза.

Лето 2007 года стало рекордным по числу людей, пострадавших от клещей. В медицинские учреждения обратились более 300 тыс. чел., в том числе 73 тыс. детей. Диагноз «клещевой энцефалит», по данным на конец августа, был поставлен 2367 людям, что почти вдвое больше, чем в предыдущем году. 35 случаев заболевания привели к летальному исходу, из них наибольшее число в Новосибирской области, Приморском и Красноярском краях. К сожалению, многие регионы страны не заказали вовремя противоклещевую вакцину и противоклещевой иммуноглобулин, что значительно осложнило своевременное лечение пострадавших.

В качестве причин, приведших к росту заболеваемости клещевым энцефалитом, называют также антропогенное трансформирование естественных ландшафтов, то есть освоение лесных массивов под дачные участки, более частый выезд горожан в леса. Это привело к тому, что в настоящее время доля городских жителей среди заболевших достигает 70–80%. Часть горожан (10% общего числа заболевших) заражается в пределах городов – в садах и парках.

Другое заболевание, также связанное с клещом, клещевой боррелиоз (болезнь Лайма), в России официально регистрируется с начала 1990 годов и с того времени частота этого заболевания возросла почти в 2 раза.

С середины 1980 годов число заболеваний *геморрагической лихорадкой с почечным синдромом (ГЛПС)* увеличилась более чем в 3 раза. Одна из причин наблюдаемого эффекта — повышение температуры и количества осадков в умеренных широтах Европы. В Удмуртии за последние 30 лет среднегодовая температура поднялась на 0,6 °С, среднегодовое количество осадков увеличилось



с 501 до 650 мм, толщина снежного покрова в феврале-марте возросла с 33 до 48 см. Эти климатические изменения способствовали росту численности популяций европейской рыжей полевки — основного резервуара возбудителя ГЛПС в природных очагах. Это заболевание связано и с тем, что горожане стали чаще посещать лес, где возрасла возможность контакта с переносчиком инфекции.

*Крымская геморрагическая лихорадка* периодически регистрируется в южных регионах страны. Рост случаев этого заболевания отмечен с 2000 года, когда оно было зарегистрировано в Калмыкии, Волгоградской области и Дагестане, что связывают с расширением ареала переносчика — клеща. В последние годы численность заболевших увеличилась, и в 2007 году было выявлено 1973 случая.

*Лихорадка Западного Нила (ЛЗН)*. Потепление климата ведет к улучшению условий обитания местных комаров, являющихся переносчиками арбовирусов, что способствует формированию новых природных очагов комариных лихорадок, в том числе «лихорадки Западного Нила». В 1999 году произошла эпидемическая вспышка лихорадки Западного Нила в Волгоградской и Астраханской областях (394 и 95 чел. соответственно было госпитализировано; в предыдущие и последующие годы — на порядок ниже). Вспышка связана с тем, что этот год был самым теплым в XX веке. В 2007 году 54 случая этой лихорадки зафиксировано в Волгоградской области, 41 — в Астраханской и 11 случаев в Ростовской области, что объясняется жаркой погодой и идеальными условиями выплода комаров.

Ожидается также возникновение природных очагов и проявление клинических случаев лихорадки Западного Нила в Саратовской, Самарской, Оренбургской, Воронежской, Курской, Белгородской, Омской и Новосибирской областях, Алтайском крае, и этот прогноз уже сбывается — единичные случаи заболевания обнаружены в Новосибирской области.

В последние 15-20 лет существенно изменилась структура завоза *малярии* в Россию. До 1995 года преобладал завоз этой болезни из стран дальнего зарубежья, но в 1996 году масштабы завоза из стран ближнего и дальнего зарубежья сравнялись. В последующие годы стал преобладать завоз из стран ближнего зарубежья, преимущественно из Таджикистана и Азербайджана. Изменения климата, произошедшие в XX веке на территории стран СНГ и Балтии, сказались на ареалах распространения переносчиков и условиях развития возбудителей в организме переносчиков. Эти изменения были оценены расчетным методом с использованием прикладных климатических индексов, определяющих условия существования переносчиков и возбудителей в зависимости от температуры воздуха в приповерхностном слое атмосферы и от суммы осадков. Северные границы ареалов малярийных комаров сдвинуты к северу, возможно замещение северных популяций южными.

Для отдельных территорий страны влияние потепления климата на частоту заболеваний малярией уже очевидно. Так, произошла трансформация эпидемиологической обстановки по малярии в Московском регионе. В результате нескольких эпидемиологических сезонов с необычно ранними и высокими среднесуточными температурами увеличилось число заболеваний малярией. После



ликвидации очагов малярии в Московской области это заболевание вновь появилось в 1972 году, в период с 1999 по 2005 год было зарегистрировано 379 случаев паразитологически подтвержденной местной трехдневной малярии. После 1988 года на фоне повышения средних суточных температур в Московской области произошло увеличение доли благоприятных и весьма благоприятных сезонов для передачи трехдневной малярии при уменьшении повторяемости неблагоприятных сезонов, увеличилась средняя длительность сезонов эффективной заражаемости комаров, дата наступления первого заболевания сдвинулась на более ранние сроки.

Распределение заболеваемости связывают с изменением климата неравномерно. По геморрагической лихорадке с почечным синдромом наиболее неблагоприятная обстановка сохраняется в субъектах Приволжского федерального округа (Удмуртской Республике, Республиках Башкортостан, Марий Эл, Татарстан). Заболеваемость там существенно превышает среднюю [9].

Среди трансмиссивных природно-очаговых заболеваний на Европейской части России и Уральском Федеральном округе преобладает болезнь Лайма, заболеваемость клещевым энцефалитом в 2–3 раза меньше (кроме Южного и Северо-Кавказского Федеральных округов, где отмечается исключительно болезнь Лайма), клещевой риккетсиоз не регистрируется. Заболеваемость клещевым энцефалитом в целом по России в последнее десятилетие снижается, а болезнью Лайма — растет. На территориях Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, наоборот, из всех трех форм заболеваний преобладает клещевой риккетсиоз.

Из природно-очаговых заболеваний, переносчиками которых являются комары, наибольшее значение имеет лихорадка Западного Нила (ЛЗН). Заболеваемость ЛЗН в России низка, но периодически возникают локальные вспышки. Наиболее неблагоприятна обстановка в Астраханской, Волгоградской и Ростовской областях. На их долю приходится подавляющее большинство случаев заболевания.

Анализ изменения распространения иксодовых клещей — переносчиков клещевого энцефалита — и малярийных комаров в пространстве показал, что их ареалы под влиянием наблюдаемых изменений климата существенно расширяются в северном и восточном направлении, а сокращение незначительно. Таким образом, предпосылки к увеличению заболеваемости этими инфекциями и более широкому их распространению сохраняются. В первую очередь, они связаны с изменениями климата, как наблюдаемыми ныне, так и ожидаемыми.

К факторам климатического риска относятся расширение ареалов членистоногих переносчиков и повышение их численности, а также аналогичное повышение численности и расширение ареалов позвоночных, преимущественно мышевидных грызунов, являющихся резервуарами природно-очаговых инфекций и прокормителями переносчиков в природе.

Новым фактором риска является завоз экзотических переносчиков на территорию России и их укоренение.

### 5.3.5. Влияние климатических изменений на здоровье населения российской Арктики

Климат в Арктическом регионе по сравнению с другими частями мира изменяется наиболее выражено. В результате этих изменений происходят сокращение площади морских льдов и их средней толщины, эрозия берегов, таяние вечной мерзлоты, границы лесной зоны перемещаются к северу, увеличивается риск наводнений на прибрежных территориях, лесных пожаров [10, 11, 23].

Климатические модели предсказывают значительные изменения в российской Арктике. В Арктике становится теплее. Шесть лет (2005–2010 годы) были самым теплым периодом в Арктике за всю историю наблюдений. Температура приземного слоя воздуха в Арктике с 2005 года превышает среднюю температуру за любой пятилетний отрезок со времени начала измерений (около 1880 года). Потепление Арктики происходит вдвое быстрее, чем в мире в целом. Данные исследований озерных донных отложений, годовых колец деревьев и ледяных кернов показывают, что летняя температура в Арктике превышает температуру, наблюдавшуюся когда-либо до того за последние 2000 лет. Были зафиксированы невиданные ранее аномалии в океанических течениях, в том числе большой приток в Северный Ледовитый океан теплых вод из Тихого океана. Эти изменения являются главными движущими силами изменений в криосфере Арктики.

Средние температуры в Арктике в осенние и зимние месяцы, даже если удастся сократить масштабы выбросов углекислого газа в атмосферу в течение ближайшего десятилетия, все равно поднимутся на 3–6 °С к 2080 году. Прогнозируется, что количество осадков в виде снега и дождя увеличится в течение всего года, но особенно зимой. Несмотря на это, предполагается, что арктические территории станут более засушливыми в летнее время. Это связано с тем, что более высокая температура воздуха вызовет большее испарение воды, снег начнет таять раньше, и водный режим изменится.

Прогнозируется, что в ближайшие десятилетия толщина морского льда и площадь распространения морского льда летом продолжат снижаться, несмотря на то, что значительные колебания будут наблюдаться от года к году. Предполагается, что к середине столетия Северный Ледовитый океан окажется практически полностью свободным ото льда в летние периоды.

В Арктическом регионе социальные последствия климатических изменений, в том числе для здоровья населения, наиболее ощутимы. Это связано, в первую очередь, с тем, что здесь находятся районы проживания коренных малочисленных народов Севера, многие из которых по-прежнему занимаются традиционным ведением хозяйства. Эти районы характеризуются, с одной стороны, дефицитом квалифицированной медицинской помощи, а с другой — возможностью проникновения с юга новых инфекционных заболеваний и активизацией старых инфекций в результате изменения ареала возбудителей и многих других причин. Коренные малочисленные народы Севера являются самой уязвимой категорией населения к негативному воздействию климата в российской Арктике. Огра-

ничение возможности использования биоресурсов в результате охоты и оленеводства, рыболовства и собирательства, а также снижение безопасности перемещений при изменении параметров льда и погодных условий существенно увеличивают риски для здоровья и жизни и, возможно, в перспективе поставят под угрозу сам факт существования некоторых народностей и культур.

Особенность российской Арктики — по сравнению с Аляской, севером Канады, Гренландией, арктическими территориями Скандинавских стран — заключается в значительно большей численности населения. Здесь расположено 46 городов и поселков с населением в пять и более тысяч жителей. Здесь также расположены крупнейшие в мире металлургические производства, рудники, горно-обогатительные комбинаты, угольные шахты, полигоны испытаний ядерного оружия, места захоронения радиоактивных отходов и другие экологически опасные объекты.

К особенностям российской Арктики следует отнести также неблагоприятные демографические тенденции (высокая смертность, низкая рождаемость), отток и старение населения при низком уровне социальной защищенности. Для северных регионов характерен повышенный уровень самоубийств. В целом по стране частота завершенных суицидов составляет 30 случаев на 100 тыс. чел. По этому показателю Россия занимает второе место в мире. Критический уровень суицидов, по оценке ВОЗ, составляет 20 случаев на 100 тыс. чел. В группу территорий, где отмечен наиболее высокий уровень самоубийств, входят арктические районы России.

Общей проблемой для всего арктического региона является загрязнение окружающей среды стойкими органическими соединениями и другими веществами, которые годами накапливались на этих территориях. С ростом температуры эти вещества могут попасть из снега, льда, вечной мерзлоты в среду обитания человека.

При потеплении климата и деградации мерзлоты возрастает опасность поступления токсичных веществ из мест захоронения химических и радиоактивных отходов. Это относится к местам расположения хранилищ радиоактивных отходов на Новой Земле, к накопителям отходов Норильского комбината, содержащих сульфаты, хлориды, меди, никеля и другие токсичные вещества.

Воздействие климатических изменений на здоровье населения Арктики происходит различными путями.

Происходит формирование благоприятной климатической среды для переносчиков инфекционных заболеваний, в результате чего происходит расширение ареала таких заболеваний, как клещевой энцефалит, боррелиоз и некоторых других.

Потепление климата оказывает влияние на частоту распространения природно-очаговых заболеваний, изменяя условия существования популяций переносчиков инфекций и условия развития возбудителей в переносчике, что влечет за собой изменение возможностей передачи многих болезней человека и животных, распространяющихся посредством членистоногих и двукрылых переносчиков.



Анализ результатов многолетнего эколого-эпидемиологического мониторинга за клещевым энцефалитом, проведенного на территории европейского субарктического региона в районах северной границы обитания таежного клеща, показывает, что значительный подъем заболеваемости (почти в 60 раз), зарегистрированный в Архангельской области (в 2000–2009 годах по сравнению с 1980–1989 годами), обусловлен рядом факторов, важнейшим из которых является изменение климата.

Повышение температуры в условиях Севера представляет определенную опасность и для качества питьевой воды и продуктов питания. В Архангельской области доказана связь между среднемесячными температурами и заболеваемостью сальмонеллезом.

Потепление климата вызывает деформацию вечной мерзлоты, что приводит к нарушению функционирования инженерных сооружений, в т. ч. водопроводно-канализационных систем. Поэтому появляется опасность инфицирования питьевой воды. Другая опасность для здоровья связана с потеплением в местах захоронения оленей, погибших от сибирской язвы. На территории российской Арктики находится 520 скотомогильников.

Изменения климата являются причиной учащения волн жары и холода. Такие волны становятся факторами повышенного риска здоровью населения арктического региона. Анализ смертности населения в четырех северных городах — Мурманске, Архангельске, Якутске и Магадане — показал, что в результате воз-

действия волн жары возрастает смертность населения от инсультов, но волны холода остаются более опасными для здоровья.

Экологическая обстановка во многих арктических поселениях достаточно напряженная. Особенно это касается городов, вблизи которых функционируют металлургические и горнодобывающие предприятия. Изменения климата приводят к повышению концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и повышению риска здоровью населения.

Согласно региональному климатическому прогнозу ГГО им. А.И. Воейкова, за период 2041–2060 годов число волн жары в Архангельске может возрасти в 1,8 раза по сравнению с базовым периодом 1980–1999 годов, что послужит причиной роста дополнительной смертности в среднем на 80% по сравнению с числом дополнительных смертельных случаев за предыдущий период.

Одним из важных последствий глобального потепления является изменение санитарно-эпидемиологической обстановки. В российской Арктике проживает около 6 млн человек, что составляет 4,2% населения страны, среди которых 158 тыс. человек — представители коренных народов Севера. Уже сейчас целый ряд районов Сибири и районы проживания коренных малочисленных народов Севера имеют самые низкие по стране показатели долголетия.

При этом особенностями здравоохранения и здоровья коренных народов являются следующие:

- небольшие изолированные сообщества, слабые системы экономической поддержки, зависимость от результатов охоты и рыбной ловли;
- низкая транспортная доступность к медицинским учреждениям;
- низкая обращаемость населения, трудности с диспансеризацией;
- проблемы санитарной авиации, аэропортов, наземных служб;
- дефицит питьевой воды должного качества, отсутствие теплых туалетов, канализационных сооружений, мест хранения отходов;
- уменьшение доступности кормовой базы северных оленей;
- изменение доступности и качества пищевых ресурсов, в т. ч. морского зверя;
- повышение численности переносчиков инфекционных заболеваний;
- изменение путей миграции животных и птиц;
- трудности охоты и рыбной ловли из-за непредсказуемости погоды, истончение льда;
- ограничение возможности охоты из-за усиленных снегопадов;
- увеличение числа и длительности тепловых и холодных волн. Возможно увеличение числа респираторных заболеваний, заболеваний сердечно-сосудистой системы, обморожений, гипотермий, случайных повреждений.

В целом, за счет более суровых климатических условий, в том числе продолжительного периода низких температур и повышенного уровня ультрафиолетовой радиации, географической удаленности, а также часто низкого уровня медицинского обслуживания, население, проживающее в Арктике, является самым уязвимым к негативным последствиям изменения климата в стране.



### 5.3.6. Оценка влияния температуры воздуха на смертность населения России летом 2010 года

Волна жары 2010 года — не первая в Москве. Например, в июле 2001 года столица пережила продолжительную тепловую волну, во время которой среднесуточные температуры превышали порог в 25 °С в течение 9 последовательных дней (при средней многолетней «норме» три дня в год).

Однако летом 2010 года Москву накрыла волна жары значительно более длительная, чем в 2001 и 2002 годах. В июле-августе 2010 года продолжительность волны жары со среднесуточной температурой выше среднемноголетней составила 53 дня, а выше 25 °С — 32 дня без перерыва. Наличие в Москве длительной постоянной волны жары стало значительным фактором риска для здоровья населения, так как при прерывистых волнах негативное влияние жары менее выражено [13, 19].

Аномальная жара способствовала возникновению пожаров на многих территориях Европейской части России и, соответственно, росту уровня загрязнения атмосферного воздуха.

В работах по климату порогом аномальности температуры считается ее превышение на 5 °С, поэтому для предварительной оценки последствий жары был использован именно этот показатель. В июле—августе 2010 года протяженность волны жары в Москве со среднесуточной температурой выше средне-





голетней на 5 °С составила 45 дней. Число температурных рекордов, а именно дней с максимальной температурой, достигло в июле 10 дней и в августе 9 дней. Антициклон в московском регионе препятствовал рассеиванию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, и дополнительное их количество поступило в результате лесных и торфяных пожаров. Наиболее высокие концентрации загрязняющих веществ присутствовали в атмосферном воздухе Москвы в период с 14 июля по 19 августа в условиях высокого атмосферного давления и температурной инверсии.

Во время аномальной жары 2010 года смертность населения Москвы выросла по всем крупным классам причин смерти на 11 тыс. случаев по сравнению с июлем—августом 2009 года, причем в августе во время пожаров произошел более резкий ее рост от заболеваний органов дыхания, значительный рост от инфекционных и паразитарных заболеваний (на 61,5%), новообразований (на 70,2%), от внешних причин (на 52,9%). Из внешних причин в наибольшей степени выросла смертность от суицидов в июле на 63 случая (101,6%) и в августе на 38 случаев (52,1%).

По оперативным данным Управления ЗАГС известно, что в июле происходило постепенное нарастание смертности со второй недели месяца. В дни максимальной температуры число случаев смерти возрастало вдвое, причем увеличивалась смертность в старшей возрастной группе. В такие дни на 32% увеличилось количество выездов бригад скорой медицинской помощи по поводу заболеваний системы кровообращения. Число обращений за скорой медицинской помощью в августе было выше, чем в июле, на 31%, причем увеличилась доля вызовов по поводу заболеваний органов дыхания.

В целом температурная аномалия с превышением средней многолетней температуры за июль 2010 года на 5 °С и более затронула 26 территорий с населением 55,6 млн человек, включая Москву и 22 территории в августе с населением 57,7 млн человек).

В июле некоторые территории на северо-западе страны также находились в зоне температурной аномалии. Среднемесячная температура июля в Санкт-Петербурге увеличилась на 6 °С, и смертность выросла на 30,2%, в то время как в Новгородской области на 9,7% и Вологодской — на 17,6%. В августе 2010 года на этих территориях жара была уже не столь выражена и находилась в пределах превышения средней многолетней температуры на 2,9–3,3 °С, а показатели смертности снизились до значений августа 2009 года.

Территория аномальной жары в августе 2010 года несколько изменила свою конфигурацию и кроме центра европейской части распространилась на запад и юг. В температурную аномальную зону дополнительно вошли Астраханская, Волгоградская, Саратовская, Ростовская области, Краснодарский и Ставропольский край, республика Калмыкия; усилилась жара также в Татарстане, Мордовии, республике Мари-Эл, Ульяновской области. Рекордные значения температур на этих территориях регистрировались в течение 7–15 дней.

Наиболее длительные волны жары в июле-августе были отмечены в городах Москва, Тула, Владимир, Рязань, Тамбов, Воронеж, Орел, Курск, Липецк, Н. Новгород, Казань, Тверь, Владимир, Смоленск, Ульяновск, Волгоград, Самара, Саратов, Пенза, Йошкар-Ола, Чебоксары, Саранск.

Волна жары 2010 года, осложненная массовыми лесными пожарами, имела, как следствие, резкий рост смертности в России. По России число избыточных смертей составило от 44 до 54 тысяч.

На рис. 5.4 представлено отношение месячной смертности в 2010 году к аналогичным показателям 2006–2009 годов. Этот график наглядно иллюстрирует, что в первой половине 2010 года смертность в Москве была ниже, чем в предыдущие годы (за исключением инфекционных заболеваний зимой, что, возможно, связано с гриппом). В дни с максимальной высокой температурой смертность, более чем в 2 раза, превышала обычный уровень.

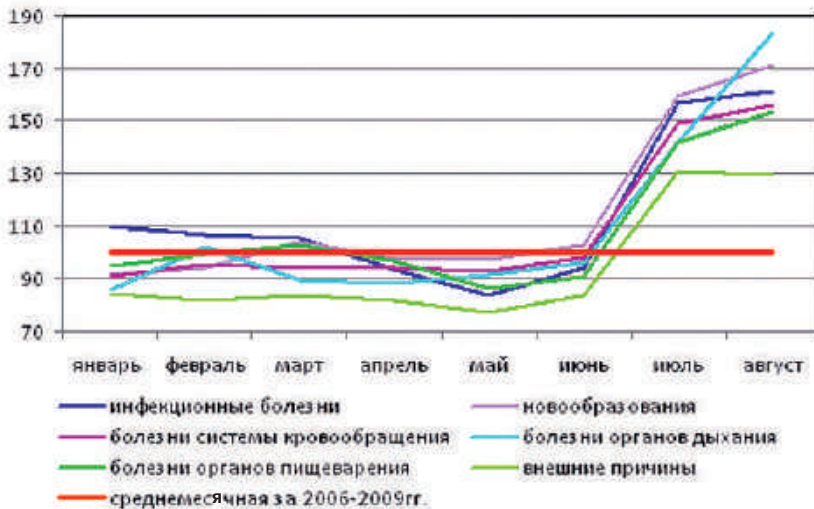


Рис. 5.4. Отношение показателей смертности в Москве по месяцам в 2010 году к средней за 2006–2009 годы, % [13]

На основании опыта отечественных исследований и мирового опыта известно, что во время волн жары увеличивается число смертельных исходов от сердечно-сосудистых заболеваний, заболеваний органов дыхания, диабета, но в июле—августе 2010 года в Москве произошел также значительный рост смертности от инфекционных и паразитарных заболеваний (на 61,5% по сравнению с июлем-августом 2009 года), новообразований (на 70,2%).

Отличительной особенностью августа 2010 года — месяца пожаров, было увеличение в 2 раза смертности от заболеваний органов дыхания по сравнению с аналогичным месяцем предыдущего года. Значительно выросла также смертность от внешних причин (на 52,9%), по-видимому, во время волн жары



для профилактики травм необходимы дополнительные меры по безопасности труда, для предотвращения суицидов — активная деятельность службы психологической поддержки.

По данным Росстата, в июле 2010 г. число умерших по сравнению с июлем 2009 года, увеличилось на 8,6%, то есть был прерван положительный тренд снижения смертности в целом по стране. Дополнительная смертность на территориях с аномальной жарой составила 14 130 случаев среди 56 млн человек, то есть июльская ситуация сопоставима с последствиями аномальной жары 2003 года во Франции (14400 дополнительных смертей среди 60 млн человек), но в августе число дополнительных случаев смерти в пределах температурной аномалии резко увеличилось.

По сравнению с августом 2009 года, в августе 2010 года смертность возросла в целом по стране на 27,4%, в том числе на 22 территориях, попавших в температурную аномалию, число смертей увеличилось на 30,1 тысячи.

В мегаполисах влияние жары и загрязненного атмосферного воздуха на показатели смертности проявляются гораздо более выражено, чем в других городах. Среди городского населения областей рост смертности был более значительным, чем в среднем по областям.

Результаты изучения влияния волн жары 2010 года на показатели смертности населения Якутска показали, что смертность от ишемической болезни сердца



и инфарктов во время волн жары увеличивается более чем вдвое, а смертность от всех естественных причин возрастает примерно в полтора раза.

Результаты исследований влияния температурных волн на показатели смертности населения Москвы и Якутска позволили дать следующую градацию городов:

в городах с численностью до 200 тыс. человек определить влияние температурных волн на смертность населения крайне проблематично, так как повышение смертности во время любой температурной волны, скорее всего, будет статистически недостоверно;

в городах с численностью населения от 200 тыс. до 1 миллиона человек возможно выявить влияние только длинных волн (продолжительностью примерно от 9 дней);

в больших городах от 1 миллиона реально выявить влияние как длинных, так и коротких (продолжительностью от 5 дней) температурных волн.



## Литература

1. Устав ВОЗ <http://www.who.int/entity/ru/>
2. Оценочные доклады МГЭИК <http://www.ipcc.ch>
3. Изменение климата и здоровье. Информационный бюллетень ВОЗ. 2014. № 266. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/ru/>
4. Методы оценки чувствительности здоровья человека и адаптации общественного здравоохранения к изменению климата. ВМО; ЮНЕП; Министерство здравоохранения Канады; ВОЗ, 2005.
5. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2013 год / Под общ. ред. С.Н. Бобылева. ООО «РА ИЛЬФ», 2013. 202 с.
6. Изменение климата и его потенциальное воздействие на здоровье: призыв к объединенным действиям // Бюллетень Всемирной организации здравоохранения. 2010. Вып. 88. № 3.
7. Ревич Б.А. Изменение здоровья населения России в условиях меняющегося климата // Проблемы прогнозирования 2010. № 3. С.140–150.
8. Ревич Б.А. Изменение климата и угроза здоровью населения России // Россия в окружающем мире-2004: Аналитический ежегодник / Под ред. Н. Н. Марфенина. М.: Модус-К-Этернаб, 2005. С. 62–80.
9. Шестое национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной Конвенции. М., 2013. [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)
10. Влияние глобальных климатических изменений на здоровье населения российской Арктики. ООН, 2008.
11. Цатуров Ю.С., Клепиков А.В. Современное изменение климата Арктики // Арктика: экология и экономика. 2012. № 4 (8).
12. Ревич Б.А., Малеев В.В. Изменения климата и здоровье населения России. Анализ ситуации и прогнозные оценки. М.: Ленанд, 2011.
13. Ревич Б.А. Волны жары и смертность населения. Демоскоп weekly. № 439. <http://polit.ru/article/2010/11/15/demoscore439/>
14. Ревич Б.А. О необходимости защиты здоровья населения от климатических изменений // Гигиена и санитария. 2009. № 4. С. 60–64.
15. Принятие мер по защите здоровья населения Европы от изменений климата. Цифры и факты. Копенгаген, 4 апреля 2008.
16. Города и изменение климата: направление стратегии. Программа ООН по населенным пунктам. ООН-Хабитат, 2011 г.
17. Защитим здоровье от изменений климата. Всемирный день здоровья 2008 года. ВОЗ.
18. Изменение климата и его потенциальное воздействие на здоровье: призыв к объединенным действиям // Бюллетень Всемирной организации здравоохранения. 2010. Вып. 88. № 3.
19. Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска: Методические рекомендации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. 48 с.
20. Плюснин Ю.М. Изменение климата и его влияние на жизнедеятельность человека: методическое руководство по организации и осуществлению «народного мониторинга» климатических изменений и их влияния на природопользование и жизнедеятельность человека на Севере. М.: Издательство Научный мир, 2013. 200 с.
21. Климатическая доктрина РФ. 2009. Распоряжение президента РФ от 17.12.2009 № 861-пр. [http://www.climatechange.ru/files/Climate\\_Doctrine.doc](http://www.climatechange.ru/files/Climate_Doctrine.doc)
22. Акимов В.А., Соколов Ю.И. Риски аварий в сфере жилищно-коммунального хозяйства России / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013.
23. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствия на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2009. Т. 2. С.86–95. [<http://climate2008.igce.ru>]



**ГЛАВА 6**

**ВОЗДЕЙСТВИЕ  
ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА  
НА ОТРАСЛИ  
ЭКОНОМИКИ  
И РЕГИОНЫ СТРАНЫ**







## **6.1. Влияние изменений климата на динамику экономического развития**

Изменение климата на планете уже влияет на темпы экономического роста, показатели внешнеэкономической деятельности и государственные финансы. От погоды зависит не только сельское хозяйство, но и топливно-энергетический комплекс, транспорт, коммунальная сфера [1].

Самыми уязвимыми странами станут беднейшие государства или же те, чьи рейтинги находятся на минимуме. Все это связано с высокой зависимостью от сельского хозяйства, где также сосредоточена большая часть рынка труда. Сильное изменение климата или экстремальные погодные влияния могут привести к необходимости смены экономической модели.

Результаты базового моделирования на конец XXI века (при глобальном потеплении на 5–6 °С) дают оценку экономических потерь от 5% до 10% мирового ВВП. При этом нижняя граница учитывает только прямые рыночные воздействия климатических изменений. Учет внерыночных воздействий повышает оценку экономического ущерба в среднем до 11% ВВП и даже до 14% ВВП, если реализуется самый неблагоприятный сценарий изменения климата с учетом факторов обратной связи. В этом случае ущерб для наименее развитых стран, экономики которых слабы и особенно уязвимы к изменению климата, составит до 25% ВВП.

Объединение всех видов возможных экономических потерь от изменения климата позволило сделать вывод о том, что при неблагоприятном развитии событий уровень жизни населения (или потребление товаров и услуг на душу населения) может упасть к концу века на 20% от сегодняшнего уровня [2].

Россия относится к числу стран, сельское хозяйство которых зависит от колебаний и изменений климатических условий. В краткосрочной перспективе в отдельных районах улучшатся условия для ведения сельского хозяйства, но в других — ухудшатся. В долгосрочной перспективе снижение урожайности в отдельных районах в 1,5–3 раза может привести к сокращению общей продуктивности сельскохозяйственного производства на 20–25%.

Климатические перемены разнообразно и существенным образом влияют на динамику и структуру экономического роста, развитие базовых отраслей и регионов страны. Как отмечается в Климатической доктрине Российской Федерации: «Последствия изменений климата различны для регионов Российской Федерации, а в пределах одного региона по-разному влияют на группы населения, отрасли экономики и природные объекты... Население, природные объекты, объекты экономики, военные объекты и объекты государственной инфраструктуры различаются по характеру и степени их уязвимости к неблагоприятным последствиям изменений климата».

Климат оказывает очевидное влияние и на потребительские свойства многих объектов, которые занимают важное место в жизни человека. Это касается, прежде всего, жилища, транспортных средств и путей, технических систем и изделий. Климат в значительной мере определяет их эффективность, долговечность и безопасность в использовании.

Изменения климата обуславливают потребность в изменении сложившихся условий хозяйствования, которые, в свою очередь, требуют перемен в образе жизни и экономическом поведении населения и способах ведения хозяйства на всех уровнях. На микроэкономическом уровне эти перемены предполагают изменения в деятельности домохозяйств, а также изменения производственных технологий и форм организации и управления предприятиями, обеспечивающие их адаптацию к новым климатическим и погодным реалиям. На мезо- и макроэкономическом уровнях возникает необходимость корректировки среднесрочных и долгосрочных программ отраслевого и регионального развития, а также экономической политики в региональном и федеральном масштабах исходя из специфики последствий изменений климата для экономики конкретных территорий.

Причиненный ущерб при существующих тенденциях изменения регионального климата, включая экстремальные и опасные природные явления, может достигать в среднем в год 1–2% ВВП. В частности, ущерб экономике России только от последствий аномально жаркого лета 2010 года составил порядка 500 млрд рублей, или примерно 1,2% ВВП. При этом на отдельных, причем достаточно обширных территориях, этот показатель может быть существенно выше — 4–5% регионального ВВП.

В *Прогнозе долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года* отмечается, что примерно к 2030 году могут возникнуть климатические барьеры, тормозящие экономический рост. С другой стороны, в том же государственном документе, отмечаются «окна возможностей», которые могут открыться к 2030 году для развития экономики в связи с климатическими изменениями. Они связаны с обусловленной потеплением климата и благоприятной для значительной части территории России тенденцией сокращения отопительного сезона и соответственно потребностей и затрат на топливо и отопление (при этом чистые выгоды могут составлять в среднем в год порядка 200—250 млрд рублей) и, кроме того, с тенденцией увеличения

продолжительности вегетационного периода, расширения зоны земледелия и, следовательно, роста сельскохозяйственного производства и укрепления продовольственной безопасности страны, а также увеличения сроков навигации и соответственно возможностей развития водного транспорта и т. д. [5].

В то же время, совокупный эффект перечисленных тенденций в отношении прямых последствий изменений климата для экономики страны в период до 2030 года будет характеризоваться превышением издержек (включая, прежде всего, ущерб от опасных природных явлений) над упомянутыми выгодами.

Всемирный экономический форум (ВЭФ) представил прогноз «Глобальная повестка 2014» (*Outlook on the Global Agenda 2014*) и сопровождающий его рейтинг 10 основных глобальных тенденций 2014 года, которые будут иметь решающее значение и оказывать наибольшее влияние в мире.

Авторы исследования считают, что предупреждение о предстоящих вызовах должно помочь государственным лидерам сформулировать эффективные ответные меры. Представленные глобальные тенденции ранжированы по степени их влияния на ситуацию в мире. В число топ-5 вошло *изменение климата* и сделан вывод, что бездействие по проблеме изменения климата может в итоге уничтожить 20 лет экономического и социального развития во многих регионах мира. По оценкам ученых, каждый год из-за замедления роста, связанного с влиянием глобального изменения климата на Земле, мировая экономика теряет 1,5% ВВП или 1,2 триллиона долларов. К 2030 году эти показатели увеличатся вдвое. Причем для самых бедных государств мира экономические потери могут достигать 11% ВВП.



## **6.2. Влияние изменений климата на развитие отдельных секторов экономики России**

### 6.2.1. Топливо-энергетический комплекс

Влияние изменения климатических условий на работу всех отраслей энергетического сектора экономики в настоящее время не вызывает сомнений [3, 4].

В России энергетический комплекс является одной из ключевых стратегически важных отраслей отечественной экономики. ТЭК включает в себя системы добычи ископаемых энергоносителей (угля, нефти, газа), системы генерации энергии (на основе использования углеводородного топлива, гидроэнергии, ядерной энергии, альтернативных (возобновляемых) источников энергии), а также системы транспортировки энергии.

Общее число производственных объектов в ТЭК России приближается сейчас к 1,5 млн. Из них около 400 тыс. объектов относятся к электроэнергетике, около 350 тыс. — к нефтегазодобывающим областям и около 600 тыс. — к объектам газоснабжения.

В недрах территории России сосредоточено до 40% мировых запасов газа, 13% нефти и около 30% угля, которые составляют основу тепловой энергетики (генерация энергии на тепловых электростанциях (ТЭС), на ТЭС с конденсационными турбинами (КЭС), на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ), на государственных районных электростанциях (ГРЭС)). Кроме того, тепло и электроэнергию вырабатывают гидроэлектростанции (ГЭС), использующие энергию падающей воды, а также атомные станции (АЭС), использующие ядерную энергию. Это так называемая «большая» энергетика, которая производит основной объем тепловой и электроэнергии.

Климатическая информация о температуре, осадках, влажности и ветре используется, главным образом, при проектировании и строительстве энергетических объектов. Нормативные требования к специализированным климатическим параметрам аналогичны требованиям к параметрам других строительных объектов, хотя и имеют некоторые особенности. Так, период повторения расчет-

ных температур, скорости ветра и атмосферных нагрузок при проектировании АЭС, как наиболее опасного объекта, равен 10 тыс. лет.

При выборе площадок для ТЭЦ, ГРЭС и котельных необходимо построить розу ветров на высотах до 600 м через каждые 100 м, а при проектировании КЭС учитываются характеристики температурно-влажностного комплекса за так называемый неблагоприятный период, то есть период, когда требуется кондиционирование.

Для проектирования ТЭС и котельных важным является районирование территории по пыльным бурям и обильным осадкам. Проектирование и функционирование ГЭС требует учета средних месячных значений испарения с водной поверхности, данных об осадках, стоке и интенсивности снеготаяния.

Увеличение осадков приводит к намоканию угля на открытых топливных складах, уменьшая на 1–3% тепловой КПД энергоустановок. В масштабе страны это ведет к дополнительному расходу в размере 0,5–1,0 млн т.у.т. в год.

На эффективность работы газотурбинных установок оказывают значительное влияние колебания температуры воздуха. При повышении среднегодовой температуры на 5 °С экономичность газотурбинной ТЭЦ может снизиться на 1,5–2,5%.

## 6.2.2. Нефтегазовый комплекс

В районах нефтегазовых промыслов возведены буровые установки высотой 30–40 м. На шельфе для добычи нефти и газа используются буровые платформы, на которых также имеются высотные установки. Поэтому эти сооружения чувствительны к ветровым, гололедным и гололедно-ветровым нагрузкам. Низкая температура воздуха ( $\leq -30$  °С с ветром и  $\leq -35$  °С без ветра) при непрекращающихся работах на буровых установках создает аварийные ситуации. Необходимо отметить, что, несмотря на потепление климата в аспекте средних температур, экстремальность климата увеличивается, и число температурных экстремумов не уменьшается [3, 4].

### 6.2.2.1. Разведка и разработка месторождений нефти и газа

На работы по разведке нефти и газа и разведочное бурение, также как и по разведке углеродного топлива, оказывают влияние все климатические факторы, усложняющие работы на открытом воздухе. В частности — это метеорологические опасные явления (ОЯ): сильный ветер, особенно при отрицательной температуре воздуха, сильная метель, туман, ливни, снегопады и гололедица на дорогах. Эти явления затрудняют и удорожают работы, а некоторые из них приводят к прекращению работ [3, 4, 7].

В связи с потеплением климата и, как результат этого, с таянием вечной мерзлоты происходит таяние «зимников», основных дорог в данном районе, и значительно сокращается время возможного перемещения в арктической зоне Российской Федерации людей и грузов.



Для этих районов характерна, кроме того, болотистая почва, поэтому при таянии вечной мерзлоты и автомобильные, и железные дороги «проседают», укладываемые плиты для автодорог расходятся и дорога разрушается. Поэтому число транспортных магистралей ограничено. Самолетное и вертолетное сообщение и доставка оборудования также недостаточно, вследствие плохого состояния в это время года взлетно-посадочных полос. В отдаленных районах Восточной Сибири происходит таяние естественных ледовых причалов на побережье океана.

При потеплении климата и разрушении вечной мерзлоты возрастает возможность пересыхания многих мелких рек, прудов, что также препятствует перемещению на лодках.

Рост повторяемости штормовых нагонов привел к усилению береговой эрозии, что угрожает портовым причалам. С другой стороны, потепление расширяет вследствие таяния морского льда доступ к топливным ресурсам.

Россия, как уже отмечалось, обладает огромными запасами нефти и газа. Только на севере Западной Сибири находится более 40 месторождений газа и более 5 тысяч скважин. При таком их количестве невозможно полностью исключить аварии. За последние 10 лет число аварий увеличилось, и примерно 60% аварий связано с природными и, в основном, с климатологическими факторами. Поэтому важно определить климатические показатели, приводящие к авариям нефтяных и газовых скважин.

Одной из основных причин аварий всей инфраструктуры нефтегазовой отрасли и в частности буровых скважин является таяние вечной мерзлоты и последствия этого. При таянии вечной мерзлоты скважины деформируются и их иногда «глушат» затоплением жидкостью, а последующее восстановление приводит к потерям на 10-20% производительности скважин.

#### 6.2.2.2. Транспортировка сырой нефти

Транспортировка сырой нефти осуществляется по сети промысловых трубопроводов, которые поставляют нефть от скважин к хранилищам на промысле или к магистральным терминалам. По магистральным трубопроводам нефть перекачивают к нефтеперерабатывающим заводам или терминалам танкеров. Нефть и продукты ее переработки перекачиваются насосными (компрессорными) станциями. Переработка нефти выполняется в районе ее добычи или вблизи главных потребителей и рынков сбыта [3, 4, 7].

Природный газ добывается как вместе с нефтью, так и отдельно из газовых месторождений. Линии газопроводов подразделяются на промысловые (газосборные), магистральные и распределительные. Магистральные трубопроводы поставляют газ местным службам, которые распределяют его. Магистральные трубопроводы, как правило, прокладываются подземно (на глубине 0,8–1,1 м от верха трубы в зависимости от глубины промерзания почвы). В исключительных случаях трубопроводы могут быть проложены по поверхности в насыпи (наземно) или на опорах (надземно).

Вся система транспортировки нефти и газа и ее безопасность зависят от климата и весьма чувствительны к его изменениям. Изменения температуры воздуха влияют на регулировку подачи газа. Гарантированная мощность турбин на компрессорных станциях рассчитана на давление 760 мм рт. ст. и температуру 15 °С. При температуре воздуха выше 15 °С мощность турбин уменьшается, давление в газопроводе становится недостаточным. Зимой в газопроводе при низкой температуре могут образовываться гидратные соединения углеводородов с водой, которые замерзают и образуют пробки. При этом уменьшается или полностью прекращается транспортировка газа по газопроводу.

Неравномерное распределение температуры по трассе газопровода вызывает термическую напряженность труб, что приводит к их гофрированию и образованию свищей. Экстремальные перепады температуры по сечению трубопроводов также приводят к отказам и авариям, так как для наземных трубопроводов нижняя часть трубы испытывает только сезонные колебания температуры, а верхняя — еще и суточные.

Частые повышения температуры воздуха в зимний период и увеличение числа случаев выпадения жидких осадков, в том числе переохлажденного дождя, ведут к росту рисков опасного гололедообразования и аварий на ЛЭП (разрыв проводов и разрушение опор). При аварии на ЛЭП от энергоснабжения отключаются целые районы, и в том числе компрессорные станции на магистральных трубопроводах, многие из которых не имеют автономного энергоснабжения. В последнем случае нарушается транспортировка нефти и газа к генераторам энергии, не вырабатывается энергия, что создает угрозу энергобезопасности на значительной части территории страны.

В результате потепления действие основных угрожающих факторов (таких как экстремально низкая температура воздуха и почвы) будет ослабевать. С другой стороны, если в настоящее время сезонное протаивание вечной мерзлоты сравнительно невелико, то к середине XXI века сезонное протаивание будет представлять серьезную опасность для трубопроводов и других линейных сооружений.

Серьезной проблемой, возникающей в процессе функционирования трубопроводов, являются температурные градиенты, как по сечению трубопровода, так и по длине. Так, например, значительное число отказов промысловых трубопроводов Самотлорского месторождения приходится на летнее время (56% аварий нефтегазопроводов и 48% водоводов системы поддержания пластового давления). Большинство этих аварий вызвано максимальными перепадами температур по сечению трубопровода, которые наблюдаются в это время года. В летний период верхняя образующая наземных нефтегазопроводов нагревается до температур 40–45 °С, в то время как нижняя часть имеет температуру потока (31–37 °С). В этих условиях возникают локальные напряжения, которые могут значительно превысить предел прочности материала труб. Колебания температуры, особенно в условиях крайнего Севера и Западной Сибири, могут быть весьма значительными. Обусловлены они погодными условиями (например, вы-

падением осадков), сменой периода суток, сезонностью и термодинамическим режимом перекачки продукции скважин. Суммарные колебания температуры могут достигать 20–30 °С. Особенно опасны такие колебания для нефтепроводов, уложенных на поверхности.

Деформация трубопроводов может быть вызвана и морозным пучением грунта в условиях многолетней мерзлоты. При этом газопроводы подземного заложения неравномерно перемещаются в вертикальной плоскости, что создает изгибные деформации относительно оси трубопровода.

## 6.2.3. Генерация энергии

### 6.2.3.1. Гидроэнергетика

Гидроэнергетика составляет значительную часть электроэнергетического баланса России. По величине экономического потенциала гидроэнергетических ресурсов Россия занимает второе место в мире после Китая, но использует из этого потенциала только 19%. Гидроресурсы России сопоставимы с современной выработкой всех электростанций страны, но их освоение (кроме малых и микро-ГЭС) требует достаточно больших объемов капитальных вложений и продолжительных сроков строительства. Суммарная установленная мощность всех ГЭС Российской Федерации составляет сейчас примерно 44,5 млн кВт [3, 4, 7, 9].

Изменения климата влияют, в первую очередь, на следующие характеристики функционирования и развития гидроэнергосистем:

- изменение потенциальных гидроэнергоресурсов страны;
- изменение фактической выработки энергии на существующих ГЭС;
- изменение потребной гарантированной выработки электроэнергии, связанное с климатическими изменениями (например, вследствие снижения энергозатрат на отопление зданий или уменьшения энергопотребления орошаемого земледелия при снижении оросительных норм).

Оценка и прогноз влияния изменений климата на гидроэнергетику затрудняется тем, что в современных условиях ГЭС приходится рассматривать не только как объект энергосистем, но и в качестве одного из объектов комплексных водохозяйственных систем, использующих речной сток для достижения одновременно или последовательно нескольких целей.

Оценка и прогноз влияния изменений климата на гидроэнергетику затрудняется тем, что в современных условиях ГЭС приходится рассматривать не только как объект энергосистем, но и в качестве одного из объектов комплексных водохозяйственных систем, использующих речной сток для достижения одновременно или последовательно нескольких целей.

Изменение выработки гидроэлектроэнергии на конкретных ГЭС в отдельные годы при неизменности технических условий функционирования их оборудования и стабильности экономической ситуации в значительной степени зависит от притока воды к створу гидроузла. При снижении притока следует ожидать отрицательного влияния на производство гидроэлектроэнергии, а при увеличении притока, если он правильно регулируется во времени, — положительного. Например, увеличение суммарного среднего годового притока воды в десять крупнейших водохранилищ европейской части России на 10–30% выше нормы, что приводит к увеличению выработки электроэнергии лишь на 3–10% по срав-

нению с проектными значениями, что является следствием неполного использования стока и повышения уровня воды нижнего бьефа.

Основной особенностью современных изменений водного режима рек на преобладающей части территории страны является существенное увеличение в последние 25–30 лет водности в меженные периоды, особенно в зимние месяцы. На ЕЧР водность рек в зимний сезон увеличилась на 50–100%. На АЧР статистически значимые положительные тренды зимнего стока отмечаются в бассейне Лены (реки Витим, Олекма, Алдан, Амга) и на левобережных притоках Иртыша и Тобола. В бассейне Лены зимний сток за последние 20–25 лет увеличился на 10–30%, на реках Иртыше и Тоболе — на 40–70%.

Летне-осенний сток увеличился на большей части территории России, причем наиболее отчетливо этот процесс проявился на реках лесостепной и степной зон ЕЧР. Существенное увеличение летне-осеннего стока наблюдается и в лесной зоне ЕЧР южнее 60° с. ш., где для большей части рек оно составило 30–50%. Севернее этой зоны для большинства бассейнов также отмечается увеличение стока, но не более чем на 20–25%.

Выявлен и наиболее проблемный с точки зрения перспективной динамики водных ресурсов регион — юго-запад ЕЧР, включающий бассейн Дона и российскую часть бассейна Днепра. В соответствии с рядом климатических сценариев, в первой половине XXI века здесь может произойти существенное уменьшение водности.

Ожидаемое (в соответствии с климатическими сценариями) в ближайшие десятилетия изменение притока воды в существующие водохранилища большинства ГЭС России в основном благоприятно скажется на выработке электроэнергии. Исключение составляют Цимлянская, Новосибирская и Зейская ГЭС, на которых уменьшение выработки электроэнергии под воздействием изменений климата может составить до 3–10% проектной. Ситуация на этих ГЭС может усугубиться до критической, если будет наблюдаться затяжное маловодье в пределах водосборов их водохранилищ [14].

Ожидаемые изменения среднего годового притока воды в крупнейшие водохранилища России, которые оцениваются по наиболее вероятному сценарию изменения стока рек на ближайшие десятилетия, в целом не выходят за пределы 10–15% нормы; при этом уменьшение притока на 3% ожидается только в Цимлянское водохранилище. Повышение годового стока и притока воды к водохранилищам ГЭС в целом благоприятно скажется на выработке электроэнергии.

Ожидаемые к середине XXI века изменения потенциала гидроэнергетических ресурсов в целом благоприятны для дальнейшего развития гидроэнергетического строительства на большей части территории страны. Однако в южных районах ЕЧР возможно уменьшение слоя стока и, как следствие этого, уменьшение выработки электроэнергии на ГЭС.

Условия погоды существенно влияют на выработку гидроэлектроэнергии. Особенно важна для проектирования ГЭС информация о режиме осадков, от которого зависят сток и, следовательно, объем притока воды в водохранилище,

а также уровни в верхнем и нижнем бьефах. Так, изменение в месячных суммах осадков на 1% в среднем вызывает 1%-ное изменение в выработке электроэнергии на ГЭС.

Если объем притока воды оказывается значительно больше нормы, то могут потребоваться холостые сбросы воды, представляющие опасность для населенных пунктов, расположенных ниже по течению.

Если же объем притока будет меньше нормы, то водохранилище может оказаться незаполненным до нормального подпорного горизонта. Возникающую при этом недовыработку ГЭС приходится в этих случаях компенсировать энергией от других источников.

Предполагаемое в рамках некоторых сценариев в течение XXI века увеличение осадков, с одной стороны, может привести к учащению затопления объектов, расположенных вблизи ГЭС, и к затратам, связанным с необходимостью изменения режима работы ГЭС.

#### 6.2.3.2. Атомные станции

Все системы охлаждения (пруды-охладители, градирни, «сухие градирни») АЭС имеют свои достоинства и недостатки. Проблема особенно актуальна в связи с началом реализации масштабной программы развития атомной энергетики [3, 4, 7].

Считается, что на АЭС вероятное потепление и увеличение осадков не приведут к авариям, так как принятая степень защиты очень велика. Однако при увеличении повторяемости и интенсивности опасных природных явлений может быть изменена степень угрозы (всего три степени опасности) комплекса зданий и сооружений, на которых используются ядерные или радиационно опасные технологии. Наиболее опасными климатическими явлениями для АЭС следует считать смерчи и ураганы. Поэтому в районе размещения объектов использования атомной энергии следует проводить мониторинг смерчей в грациях зоны опасности этого опасного природного явления. При этом начиная с III класса интенсивности смерчей по шкале *Фуджиты* (табл. 6.1), следует учитывать предметы, переносимые смерчами, в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ. В качестве ударной скорости при переносе смерчем предметов следует брать 35% максимальной горизонтальной скорости вращательного движения стенки смерча.

#### 6.2.4. Сфера ЖКХ

В сфере жилищно-коммунальных услуг в России задействовано около 4200 предприятий коммунальной энергетики, эксплуатирующих более 32 тыс. муниципальных котельных, 70 тыс. км муниципальных теплосетей, около 400 тыс. км воздушных и кабельных электросетей, 201 тыс. км водопроводных сетей. Степень риска возникновения аварий на объектах ЖКХ велика и на ближайшие 20 лет сохранится большой. Основными причинами аварийности на объектах

Таблица 6.1

## Шкала Фуджиты

Торнадо		Диапазон скоростей			Характеристика наносимого ущерба
Категория	Словесная характеристика	м/с	км/ч	миль/ч	
F0	Штормовой	18–32	64–116	40–72	Повреждает дымовые трубы и телевизионные вышки, ломает ветки деревьев, валит старые деревья, сносит вывески, повреждает дорожные знаки, разбивает окна
F1	Умеренный	33–50	117–180	73–112	Срывает крыши с домов, выбивает окна, опрокидывает мобильные дома, разрушает легкие постройки, может разрушать гаражи, валит старые деревья, перемещает автомобили
F2	Значительный	51–70	181–253	113–157	Значительные разрушения: срывает крыши с домов, наносит значительный ущерб стенам зданий, разрушает мобильные дома, разваливает или переносит легкие постройки, вырывает деревья с корнем, сдувает автомобили с дороги
F3	Сильный	71–92	254–332	158–206	Срывает крыши с домов и разрушает полностью или частично стены зданий, опрокидывает поезда, большую часть деревьев вырывает с корнем, поднимает в воздух и бросает тяжелые автомобили, срывает легкое покрытие с дороги
F4	Разрушительный	93–116	333–418	207–260	Частично или полностью разрушает прочные дома, легкие дома поднимает в воздух и переносит на некоторое расстояние, создает и всасывает в себя большое количество мусора и обломков, вырванные деревья переносит на некоторое расстояние, сдувает верхний слой почвы, поднимает в воздух и переносит на значительное расстояние автомобили и тяжелые предметы
F5	Невероятный	117–142	419–512	261–318	Колоссальные разрушения: сносит с фундамента прочные дома и переносит их на большие расстояния, наносит значительный ущерб прочным железобетонным конструкциям, переносит тяжелые автомобили на расстояние 100 м и более, полностью вырывает с корнем все деревья, производит прочие невероятные разрушения
F6–F12	Невообразимый	Свыше 142	Свыше 512	Свыше 318	Ущерб невозможно себе представить. Для оценки разрушений, производимых такими торнадо, необходимы дальнейшие исследования



ЖКХ является некачественная подготовка инженерной инфраструктуры к новому отопительному сезону (до 32%) и стихийные бедствия при ветхости сооружений (до 21%) [10].

Влияние климатических процессов отражается на инженерной инфраструктуре — теплотрассы, водопровод, канализации. Из-за изменения климата возникает необходимость менять модели инженерной инфраструктуры — не только заглублять (в целях предотвращения перемерзания), но и менять принципы строительства. Например, холодной зимой 2010/11 годов впервые за сто лет перемерз чугунный водопровод монастыря в городе Макарьево на Волге, проложенный еще в XIX веке на глубине 2 м. В зиму 2011/12 годов перемерзли водопроводы многих станиц в Краснодарском крае, что до того не бывало, глубина прокладки которых составляет обычно 1-1,5 м.

Отсутствие воды заставляет людей существенно перестраивать не только привычки (реже стирать, ходить в баню, изменить правила пользования туалетом и т. п.), но и всю систему своей жизнедеятельности.

Затраты на промышленное кондиционирование (бытовое кондиционирование составляет небольшой процент в общей сумме) вследствие изменения климата заметно не увеличиваются, так как антропогенное повышение температуры воздуха происходит в основном зимой. Вообще, задача оценки увеличения расходов на кондиционирование является приоритетной для южных районов России. В южных районах при изменении средней суточной температуры воздуха на 2 °С энергопотребление кондиционера изменяется на 8%.

Требуют пересчета годовые расходы тепла, холода и влаги при проектировании систем кондиционирования для таких мест с повышенной влажностью, как бассейны, аквапарки.

## 6.2.5. Строительство

Инфраструктура строительства состоит из следующих основных звеньев: гидрометеорологические изыскания для строительства, посадка здания на местности и принятие архитектурных решений, конкретное проектирование и производство строительных работ [4, 6, 8].

В связи с изменением климата, гидрометеорологические изыскания должны проводиться особенно тщательно, так как требования к климатической информации, особенно специализированной, меняются, усложняются и расширяются. Формирование специализированной информации, используемой для обоснования инвестиций в строения и сооружения, имеющие разное функциональное назначение, требует повышенной конкретизации и проблемной ориентации.

На этапе проектирования здания возникает необходимость учитывать всю совокупность воздействий, вытекающих из природно-климатических условий, которым оно будет подвергаться. Выявить все последствия, обусловленные основными видами климатических воздействий, с учетом вероятности их возник-

новения, повторяемости и совпадения  $\frac{3}{4}$  — основная задача конкретного проектирования.

В расчетах теплозащиты зданий участвуют следующие специализированные климатические параметры.

Для холодного периода:

- температура воздуха наиболее холодных суток и наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 92 и 98%;
- абсолютная минимальная температура воздуха;
- средняя сумма градусодней отопительного периода;
- средняя продолжительность отопительного периода;
- средняя температура воздуха отопительного периода;
- средняя и максимальная суточная амплитуда температуры воздуха;
- средние и квантили сумм суммарной солнечной радиации при ясном небе по часовым интервалам и за сутки на вертикальную поверхность различной ориентации (южной, юго-восточной, юго-западной, западной);
- квантиль условного распределения скорости ветра при нормативных значениях температуры воздуха.

Для теплого периода такими параметрами являются:

- температура воздуха наиболее жарких суток и наиболее жаркой пятидневки обеспеченностью 92 и 98%;
- абсолютный максимум температуры воздуха;
- продолжительность периода охлаждения (конденсации);
- средняя сумма градусодней периода охлаждения;
- средняя и максимальная суточная амплитуда температуры воздуха;
- средние и квантили сумм суммарной солнечной радиации при ясном небе по часовым интервалам и за сутки на вертикальную поверхность различной ориентации (южной, юго-восточной, юго-западной, восточной);
- минимальная из скоростей ветра по румбам за июль, повторяемость которой составляет 16% и более;
- средняя упругость водяного пара для теплого периода.

Недостаточно квалифицированно проведенные гидрометеорологические изыскания влекут за собой увеличение стратегических рисков на последующих этапах строительства.

Оптимальное расположение здания относительно сторон горизонта и вторичное использование энергии приводят к значительному сокращению потребления энергии и являются важнейшими адаптационными мероприятиями.

Архитектурные решения в условиях меняющегося климата, особенно при увеличении осадков и при резких перепадах температуры воздуха, должны быть приспособлены к новым климатическим условиям, что уменьшит риски порчи внешнего вида здания и ухудшения его внутреннего климата.

Неблагоприятные последствия для зданий создаются под влиянием выпадения осадков при ветре («косые дожди»). Такие дожди часто наблюдаются на северо-западе России, на Дальнем Востоке и в горных районах на юго-западе. При

потеплении в рамках многих сценариев увеличиваются количество осадков и их повторяемость. Дождь с ветром промачивает стены зданий, ухудшая эксплуатационные качества конструкций. При этом увеличиваются теплопроводность ограждающих конструкций и теплоотдача влажных стен. Во влажном ограждении поселяются грибок и плесень, вследствие чего деревянные части ограждений быстро гниют. В шлакобетонных домах становится холодно и сыро. Даже каменные конструкции быстрее разрушаются. Водяной пар, попавший в поры материалов во время оттепели, при последующем охлаждении конденсируется. Потом вода замерзает и производит разрушительное действие на ограждение. На облицовочной части зданий образуется иней.

Морозостойкость влажных стен значительно меньше, чем сухих. Промачивание стен панельных зданий под влиянием «косых дождей» может происходить двумя способами. Если наблюдается сильный ветер, то влага забивается в стыки зданий и проникает глубже в толщу ограждающих конструкций. Если даже при не очень сильном ветре наблюдается продолжительный дождь, то происходит активное капиллярное всасывание влаги, также ведущее к промачиванию стен и повышению влажности в помещениях [6].

Конкретное проектирование зданий и сооружений зависит от температурно-ветрового, температурно-влажностного и радиационного режимов окружающей среды. При проектировании теплозащиты зданий в проектные расчеты вводятся либо квантили средней температуры воздуха за определенные периоды (сутки, пятидневки, семидневки и т. д.) заданной обеспеченности, либо число градусосуток за отопительный период. Эти специализированные климатические характеристики связаны с термическим сопротивлением ограждающих конструкций. При потеплении термическое сопротивление может быть уменьшено (стены можно делать тоньше или с использованием материалов с большей теплопроводностью). Однако стратегия строительства на ближайшие 20 лет состоит в увеличении теплозащиты в целях последующей экономии топлива.

Некоторые атмосферные нагрузки на здания и сооружения — ветровые, снеговые и гололедные — под влиянием изменений климата могут увеличиться. Однако процессы формирования нагрузок на сооружения являются весьма сложными, и их изменения при изменении климата еще недостаточно изучены.

Ветровая нагрузка на здание рассчитывается только при его высоте более 40 м. Воздействие ветра на большую часть зданий наиболее существенно проявляется в увеличении их теплопотерь. Для высотных сооружений, таких как телевизионные мачты и радиомачты, дымовые трубы и т. п., ветровая нагрузка является основной. Ее учитывают при определении сечения конструкции, стоимости сооружения, надежности, сроков эксплуатации.

Поскольку ветровая нагрузка зависит от ряда факторов, таких как высота и форма здания, ориентация, местоположение, в СНиП выделены только наиболее характерные типы зданий, для которых даны рекомендации по методике расчета нагрузок. Для оценки ветровых нагрузок в условиях меняющегося климата необходимо рассчитать «скоростной напор» ветра, возможный один раз в период  $T$

лет (период повторения). В Стандарте организации (СТО, 2008) принят период  $T = 50$  лет. Для АЭС период повторения расчетных скоростей ветра принимается равным 10 000 лет. АЭС и многие другие сооружения очень чувствительны к изменению скорости ветра.

Снеговые нагрузки на горизонтальную поверхность определяются давлением — весом снежного покрова в расчете на единицу площади. Нормативная снеговая предельная нагрузка на разные покрытия рассчитывается как произведение снеговой нагрузки на горизонтальную поверхность и коэффициента, зависящего от технических параметров покрытия.

К середине XXI века в ряде районов страны снеговые нагрузки на горизонтальную поверхность могут уменьшиться. Тем не менее, проектировать покрытия следует по нормативам СТО (*Стандарт организации 36554501-015-2008*). Дело в том, что в весеннее время, когда снег на крышах начинает таять, объём льда и снега приближается к объёму воды, и это очень сильно утяжеляет покрытие.

Необходимо подчеркнуть, что аварии зданий и сооружений, связанные с экстремальными условиями погоды, происходят преимущественно на фоне изношенности оборудования технических объектов и технологических ошибок при проектировании и строительстве. Воздействия погоды чаще всего служат лишь непосредственным толчком к аварии.

Из сказанного выше следует, что изменения климата существенно повлияют в основном на безопасность и качество строительства в связи с увеличением атмосферных нагрузок на здания и сооружения. В отдельные годы они создадут трудности эксплуатационного характера, которые необходимо заранее предусмотреть (планирование работ в нештатной ситуации, пополнение уборочной техники, разработка системы страхования от опасных явлений и др.).

Поскольку опасные климатические воздействия часто сочетаются с техническими недоработками, специалисты гидрометеорологической службы принесут пользу, участвуя в принимаемых хозяйственных, технических и управленческих решениях (при строительстве крупных объектов, перспективном планировании экономической деятельности и др.).

### 6.2.6. Транспорт

Инфраструктура транспортной системы состоит из следующих транспортных комплексов:

- сухопутного (автомобильный и железнодорожный);
- водного (речной и морской);
- воздушного (авиация).

Погода влияет на работу наземного транспорта — от автомобилей, снижающих скорость на мокрой дороге, и автофургонов, задерживающих доставку товаров из-за сильного ветра, до железнодорожных поездов, останавливающихся из-за снега и льда (табл. 6.2).

Таблица 6.2

**Влияние гидрометеоусловий на работу наземного транспорта**

Параметры	Категория	Последствия воздействий
Элементы осадков	Переохлажденные осадки, накопление снега, жидкие осадки, осаждаемый водяной пар, почвенная влага, наводнение, глубина водоема, пожароопасная погода	Потеря тяги и контроля, задержки, снижение скорости, нагрузка на детали машин и шины, мокрая поверхность дороги, водяная пыль на дорогах, затопление дорог, изменение маршрута движения, слабое и неровное торможение, воздействие на разные виды транспорта, размягчение железнодорожного полотна, размыв дорожного полотна; засуха, вызывающая пыль и дым, которые снижают видимость, закрытие автострад
Связанные с грозами	Траектории сильных гроз, молния, град, мгновенные значения ветра (порывы)	Опасные быстро меняющиеся условия с множественными рисками столкновений и повреждений из-за потери управления, ухудшения видимости; оползни, создающие опасность столкновений и задержек, наносящие ущерб инфраструктуре и блокирующие железнодорожные пути
Связанные с температурой	Температура воздуха и поверхности, включая максимальную и минимальную, тепловой индекс, дни похолодания и потепления	Нагрузка на детали машин, инфраструктуру и (при высокой температуре) скоропортящийся груз, прогиб рельсов, снижение скорости на ж/д путях
Ветры	Скорость ветра	Неустойчивость транспортного средства, потеря управления, переворачивание автомобилей
Видимость	Ограничения из-за тумана, дымки, пыли, смога и слепящего солнечного света; ограничения в верхней атмосфере из-за вулканической пыли и пыли из пустынь	Снижение скорости, опасность столкновений и повреждения вследствие быстрых изменений
Состояние моря	Циклоны (пути и элементы, влияющие на маршруты эвакуации), лед в открытом море, высокий прибой, штормовой нагон, аномальные высокие или низкие приливы, ветры ураганной силы, состояние моря, наводнение, высота ветровых волн, высота морских волн	Нарушения каналов поставок, перекрытие дорог, большой ущерб инфраструктуре и транспортным средствам, преграды на ж/д путях; подъем уровня моря, наносящий ущерб инфраструктуре и влияющий на сельскохозяйственное и товарное производство и доставку продукции

Железные дороги, порты, плотины, водопропускные трубы автомагистралей, мосты и другая транспортная инфраструктура спроектированы таким образом, чтобы выдерживать воздействие разнообразных метеорологических условий. Но когда погода становится более экстремальной, то есть выходит за пределы того, что считается «нормальным» климатом, транспортная инфраструктура становится менее надежной и менее безопасной. Повышение уровня моря и более интенсивный паводок влияют на безопасность и функциональность мостов и эстакад. Высокие температуры приводят к изгибу железнодорожных рельсов и мостовых. Более сильные циклоны вызывают затопление и повреждение транспортной инфраструктуры, в результате чего задерживается доставка товаров и услуг [11].

Увеличение времени перевозки и снижение надежности и эффективности доставки, в свою очередь, влияют на стоимость всех товаров, транспортируемых этими системами. Дополнительные экономические затраты влечет за собой модификация инфраструктуры с целью ее адаптации к изменившемуся климату.

Принятие решений в области управления дорожным хозяйством в значительной мере зависит от точности наблюдений и прогнозов самых разных метеорологических явлений, таких как туман, сильные дожди и снегопады, дожди со снегом, переохлажденные дожди, лесные пожары и дым, песчаные бури, низовые метели и заносы.

Высокие температуры оказывают особо сильное влияние на железнодорожные пути. В настоящее время спроектирована железнодорожная колея, способная выдерживать внутреннюю нагрузку, вызванную сильным перепадом температур. Однако если нагревание превышает расчетные критерии, может возникнуть тепловая разрегулировка и изогнутость рельса, в результате чего может произойти крушение железнодорожного состава.

Устойчивые высокие температуры также могут оказывать влияние на автодороги и мосты. Материалы, используемые при строительстве дорог, имеют ограниченную теплоустойчивость, превышение которой приводит к термическому растрескиванию. Продолжительная жара, превышающая расчетные критерии, может также вызвать преждевременный износ дорог и сократить их эксплуатационный ресурс. Кроме того, высокая температура поверхности дороги повышает риск разрыва шин, особенно у транспортных средств с тяжелым грузом.

Влияние на транспорт высоких температур требует кратковременной оперативной и долговременной адаптации инфраструктуры во избежание проблем с эффективностью и безопасностью транспорта. За последние годы значительно возросли объемы грузоперевозок по автомагистралям с целью обеспечения своевременной доставки товаров, что, по существу, превратило дорожную систему между разными регионами в товарный склад страны.

Осадки являются основной причиной задержек и аварий транспортных средств, связанных с погодой. Продолжительные и интенсивные дожди могут затопить дороги и тоннели. Наводнения приводят к размыву дорожного полот-



на. Наводнения повреждают или размягчают поддерживающие конструкции железнодорожной насыпи, что приводит к затоплению путей и оползням. Сильные осадки могут разрушить всю систему наземного транспорта, включая транспортировку товаров поездами, грузовиками, судами и баржами.

В противоположном экстремальном случае дефицит осадков вызывает понижение уровня воды, что негативно отражается на использовании внутриматериковых водных путей.

Влияние метеорологических явлений на транспортные операции и влияние изменения климата на транспортную инфраструктуру будет расти по мере увеличения частоты и интенсивности экстремальных метеорологических явлений. Оперативная информация, связанная с погодой, будет иметь большое значение для минимизации задержек доставки товаров и для повышения безопасности, надежности и эффективности работы транспорта.

Идентификация воздействий изменения климата для местных условий обеспечивает проектировщиков инфраструктуры наилучшей информацией, которая им необходима для уменьшения опасности и повышения эффективности и надежности новых модифицированных транспортных систем.

#### 6.2.6.1. Сухопутный транспорт

Дорожно-транспортный автомобильный комплекс состоит из автомобильного транспорта, автомобильных дорог и организаций, обеспечивающих их функционирование.

Ключевыми проблемами дорожно-транспортного автомобильного комплекса, возникающими в связи с изменением климата, являются зимнее содержание дорог, безопасность и бесперебойность движения по дорогам в сложных погодных условиях [3, 4, 6].

Зимой опасность на дороге создает скользкость в виде гололедицы, гололеда, черного льда, снежного наката. На образование скользкости дорог влияют как метеорологические, так и дорожные условия и, прежде всего, температура дорожного покрытия.

При длительных снегопадах и метелях (12 ч и более), при слабом ветре, увеличении высоты снежного покрова на 6–10 см, а также при скорости ветра  $\geq 15$  м/с в действие вводится снегоуборочная техника. При ветре  $\geq 15$  м/с и увеличении высоты снежного покрова более 10 см возникает стихийное бедствие. Если увеличение высоты снежного покрова за сутки составляет более 20 см или интенсивность снегопада превышает 0,4 мм/мин, движение становится аварийно опасным, а при увеличении более 30 см — вообще невозможным для основного парка машин (табл. 6.3).

В результате потери маневренности происходят опрокидывание автомобилей, столкновение, наезды на неподвижные препятствия. От 12 до 15% общего количества ДТП происходит из-за скользкости дорог.

Железнодорожный транспорт (так же как и автомобильный) круглосуточно работает под открытым небом, и поэтому бесперебойность и безопасность его

Таблица 6.3

**Скорость движения транспортных потоков при разном состоянии дорожного покрытия (Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики, 2008)**

Состояние покрытия	Скорость движения, км/ч		
	Среднее значение	Доверительный интервал для среднего значения для доверительной вероятности	
		0,90	0,95
Снежный накат	41,8	30,6–62,4	27,7–65,4
Гололед	33,8	20,5–47,1	18,2–49,4
Рыхлый снег	46,5	27,3–56,2	24,5–59,1
Мокрое (I техническая категория)	67,8	56,6–80,0	54,9–80,7
Мокрое (I–III технические категории)	54,5	42,9–66,1	41,4–67,6
Сухое	77,7	67,4–88,0	65,4–90,0

работы во многом зависят от условий погоды. На работу основных служб железных дорог оказывают влияние практически все явления погоды. Наиболее подтверждена влиянию погодно-климатических условий служба пути.

Одним из самых опасных явлений погоды для железнодорожного транспорта можно считать сильные снегопады и метели. Эти опасные явления ежегодно приводят к нарушению работы станций, узлов и даже целых направлений. Иногда сотни стрелочных переводов на крупных станциях (например, на ст. Санкт-Петербург 300 стрелочных переводов) при постоянной занятости путей требуют ручной уборки с привлечением большого числа уборочных бригад.

Другим опасным для бесстыкового пути метеорологическим фактором являются экстремальные температуры воздуха ( $\geq 25$  °C и  $\leq -25$  °C) особенно, если они удерживаются длительное время. При данных температурах могут происходить выбросы пути, разрыв стыков и излом рельсов. Для снятия температурных напряжений надо знать температуру рельсов, что требует ведения постоянных наблюдений.

На состояние пути также оказывают влияние оттепели, дожди и туманы, весенние и дождевые паводки.

Повторяемость всех перечисленных явлений увеличивалась в последнее десятилетие. Предполагается дальнейшее увеличение их повторяемости.

Второй по зависимости от погодно-климатических условий является служба сигнализации и связи. На ее работу влияют температура воздуха, ветер, осадки, гололедно-изморозевые отложения и туман. Особенно опасны резкие перепады температуры, очень жаркая и очень морозная погода. При этом нарушается автоблокировка управления сигналами («красный свет» может самопроизвольно смениться на «зеленый»), что может приводить к авариям.

Экстремальные температура, ветер, гололед оказывают негативное влияние и на другие железнодорожные службы: электрификации и энергетического хозяйства, вагонную и пассажирскую, контейнерных перевозок, локомотивную и движения.

#### 6.2.6.2. Морской и речной транспорт

В климатическое обслуживание морского транспорта входит обеспечение морских портов, рыбопромыслового, нефтепромыслового, торгового, военного и пассажирского флота, а также добычи полезных ископаемых (железородных конкреций) и проводки судов по Северному морскому пути [3, 4].

В результате увеличения площади зеркала вод в арктических морях происходит таяние как природных причалов, а также эрозия береговой зоны, в первую очередь северного побережья азиатской части России.

При опасной высоте волн (более 10 м) происходят потери ходового времени судов (около 2% общего времени).

Для речного транспорта основные опасности возникают в зоне река—море, особенно в северных районах, где образуются заторы и зажоры. При выносном ветре в северных портах необходимо проводить «околку» льда.

В северных районах водный транспорт часто является безальтернативным. При этом на северных реках наблюдается обмеление, что отрицательно сказывается на доставке грузов в населенные пункты.

#### 6.2.6.3. Воздушный транспорт

Надежды на то, что к концу XX века авиация станет всепогодной, широко обсуждавшиеся в 1960 годах, оправдались не вполне. Полеты современных самолетов происходят в более высоких слоях атмосферы, где они подвергаются дополнительным негативным воздействиям. На сегодняшний день оценка влияния ожидаемых изменений климата на авиацию затруднена в связи с недостаточностью получаемой с помощью климатических моделей информации о будущих условиях в верхней тропосфере и стратосфере (зоны повышенной турбулентности, вызывающей болтанку самолета, эквивалентный ветер на уровне полетов, изменение температуры и скорости ветра с высотой, мощность облаков, зоны обледенения и т. д.). Однако можно с уверенностью утверждать, что в связи с изменением климата и увеличением повторяемости опасных явлений участились задержки вылета и прибытия самолетов.

С опасными явлениями связаны случаи ухудшения состояния взлетно-посадочной полосы (увеличение скользкости покрытия, снежные заносы, которые не удается быстро ликвидировать, а также резкое ухудшение видимости при метелях). В результате таяния вечной мерзлоты при потеплении выходят из строя вертолетные площадки в северных районах, где вертолетами доставляется оборудование для буровых установок и компрессорных станций. В результате создаются угрозы мобильности нефтегазовой системы. Утрачивается важное свойство авиационного транспорта — маневренность.

### 6.2.7. Туризм и рекреация

Туризм пока играет недостаточно значительную роль в экономическом развитии России, однако его потенциал весьма велик, учитывая, что на Россию приходится всего около 1% мирового туристского потока [3, 4].

Влияние глобального потепления на качество летнего отдыха будет наиболее заметным, вероятно, в конце столетия. Прежде всего, изменится продолжительность пляжного сезона. Согласно прогнозам, наибольшее увеличение числа дней с «очень благоприятными» условиями ожидается в Северо-Западном, Центральном и Уральском регионах (22–30 дней), с «превосходными» — в Южном и Приволжском округах (20–25 дней). В целом, изменения будут небольшими. В то же время, велика вероятность переориентации большого потока туристов, направляющегося на летний отдых в страны Южной Европы, в первую очередь на средиземноморские курорты, где для американских и европейских туристов станет чересчур жарко, на Россию. Некоторые исследователи полагают, что от изменения климата курорты России могут лишь выиграть: климат северного побережья Черного моря станет больше похож на климат средиземноморского побережья Турции. Станет мягче климат и на побережье Балтии.

Влияние изменения климата на зимний туризм уже наблюдается. В горных районах заметно изменение географии лыжной индустрии. Горнолыжный сезон укорачивается, снежные зимы наступают в Европе все позже, а заканчиваются с каждым годом все раньше. Число лыжных районов в Альпах, где всегда было много естественного снега, в случае повышения температуры до конца текущего столетия на 2 °С сократится более чем на 30%, и центры зимних горных видов спорта будут перемещаться в сторону Евразии и в северные районы Европы, включая Россию.

### 6.2.8. Сельское хозяйство

Изменения в температурном режиме и режиме осадков привели к важным для сельского хозяйства последствиям [3, 4, 13]:

- увеличилась продолжительность вегетационного периода;
- значительно выросли суммы активных температур;
- существенно повысилась экстремальность климата;
- наблюдается тенденция роста засушливости периодов вегетации сельскохозяйственных культур;
- стали мягкими зимы с большим числом интенсивных оттепелей, что является важным фактором, определяющим условия перезимовки растений и опасность развития почвенно-деградационных процессов.

Перечень социально-экономического ущерба для сельского хозяйства, в результате глобального изменения климата:

- потери плодородия почв за счет эрозии и дефляции;
- уплотнение, минеральное голодание, засоление и загрязнение почв;

- перестройка почвенной биоты, снижение продуктивности земель;
- рост числа засушливых явлений в регионах;
- опустынивание и снижение биологической продуктивности в аридном поясе;
- увеличение паводков и наводнений в регионах с избыточным увлажнением;
- изменение состава возбудителей болезней и сорняков, а также их распространение и миграция;
- снижение продуктивности и повышение заболеваемости домашних животных.

Среди множества воздействий климатических факторов на агроэкосистемы для России наиболее значимы засухи, сильные морозы и недостаток тепла за короткий безморозный период. Частые и обширные засухи — основная причина значительной межгодовой изменчивости урожаев зерновых культур в России. Неустойчивость урожаев усиливают периодически повторяющиеся холодные зимы, приводящие к гибели посевов озимых культур. И, наконец, короткий вегетационный период затрудняет проведение сельскохозяйственных работ, увеличивает потери при уборке урожая, а недостаток тепла ограничивает произрастание наиболее продуктивных в средних широтах сельскохозяйственных культур — кукурузы, проса, подсолнечника, сахарной свеклы, сои и др. [15].

Оценка влияния изменений агроклиматических условий на продуктивность зерновых культур по регионам России в 1975—2004 годах отражена на рис. 6.1 [12].

Изменения климата на территории России, произошедшие в последней четверти XX века—в начале XXI века, были благоприятны для растениеводства. Комбинация термических факторов и факторов увлажнения была такова, что их совместное воздействие оказало положительное влияние на урожай сельскохозяйственных культур. Однако в будущем в XXI веке, при существующих сценариях антропогенного воздействия на климатическую систему Земли в условиях дальнейшего потепления можно ожидать возникновение дефицита увлажнения. Это может негативно сказаться на урожаях.

В последнее время начали обостряться проблемы с расширением ареалов вредителей сельскохозяйственных растений, а также с усилением эпизодов их массового размножения. Ущерб от таких явлений уже измеряется десятками миллиардов рублей в год. В качестве примеров можно привести дальнейшее расширение ареала колорадского жука — опасного вредителя картофеля, томатов и ряда других пасленовых, а также усиление вспышек массового размножения саранчи на юге ЕЧР.

При дальнейшем потеплении в России может возрасти неблагоприятное воздействие насекомых-вредителей сельскохозяйственных культур на валовые сборы продукции растениеводства (эта тенденция наметилась в конце XX—начале XXI века). Многие из этих организмов существенно зависят от климата, при потеплении может возрасти их численность и расшириться ареал.

Ожидаемые изменения климата создадут предпосылки для дальнейшего распространения саранчовых в Ставропольском крае, Калмыкии, Волгоградской,

Регион	Доля в валовых сборах, %	Увлажненность		Теплообеспеченность		Термические условия зимовки		Континентальность климата	
		тренд	оценка	тренд	оценка	тренд	оценка	тренд	оценка
Северо-Кавказский	19,3	↗	+	↗	+	↗	+	↘	+
Поволжский	17,6	↗	+	↔	↔	↗	+	↘	+
Уральский	15,7	↗	+	↘	—	↗	+	↘	+
Западно-Сибирский	13,7	↔	↔	↗	+	↘	—	↔	↔
Центрально-Черноземный	10,6	↘	—	↗	+	↗	+	↘	+
Центральный	10,1	↘	↔	↗	+	↗	+	↘	+
Волго-Вятский	5,7	↗	+	↔	↔	↔	↔	↔	↔
Восточно-Сибирский	5,3	↘	—	↗	+	↗	+	↔	↔
Дальневосточный	1,2	↘	↔	↗	+	↗	+	↘	+
Северо-западный	0,6	↘	+	↗	+	↗	+	↘	+
Обозначения									
Характеристика тренда	↗	Рост		↘	падение		↔	Без существенных изменений	
Оценка изменения агроклиматических условий	+	Улучшение		—	ухудшение				

Рис. 6.1. Оценка влияния изменений агроклиматических условий на продуктивность зерновых культур по регионам России в 1975–2004 гг.

Астраханской, Саратовской, Ростовской и Омской областях, Забайкальском, Краснодарском и Красноярском краях, Республике Саха (Якутия) и Республике Тыва.

Вследствие изменения климата к 2025 году можно ожидать дальнейшее продвижение границы ареала колорадского жука на север. Однако существенного значения для производства картофеля в стране в целом это иметь не будет, если современные границы возделывания картофеля существенно не изменятся.

Климатообусловленная урожайность (расчетная величина) ярового ячменя увеличилась на территории Уральского ФО и в Сибири (30% валового производства ячменя) на 5–11% по сравнению со средней урожайностью за 1975–2010 годы. В то же время, на значительной части европейской России выявлена слабовыраженная тенденция к снижению урожайности ярового ячменя и зерновых и зернобобовых культур, обусловленная изменениями климата, которая оценивается величиной порядка 1% за 10 лет.

Сельское хозяйство России уже столкнулось с первыми проявлениями климатических изменений. В 2010 и 2012 годах засухи привели к резкому сокращению производства зерна в стране, росту цен на зерновые культуры. Суммарный



ущерб только от падения урожайности составил более 300 миллиардов рублей в эти годы. При отсутствии адекватных мер по адаптации сельского хозяйства к изменению климата, ожидаемый ежегодный экономический ущерб от снижения климатообусловленной урожайности в России оценивается в 108 млрд рублей к 2020 году и более 120 млрд рублей к 2050 году.

Для зерновых культур в целом по России ожидается снижение урожайности до 17% к 2050 году. При этом в Центральном, Приволжском, Уральском федеральных округах падение урожайности будет «катастрофическим» — на 14, 30 и 38% к 2050 году, соответственно [13].

Меняющийся климат уже приводит к снижению сбора зерновых в России. Эти выводы подтверждают и оценки, представленные Росгидрометом, согласно которым к 2020 году ожидается значительное сокращение климатообусловленной урожайности зерновых на Северном Кавказе, на Урале и в Центрально-Черноземном регионе (наиболее урожайных районах). При этом ежегодные потери для страны могут составить 10–12 млн т или около 13% от валового сбора зерна в 2011 году.

На основе этих данных можно сделать несколько выводов о состоянии сельхозугодий на перспективу до 2050 года:

- в самых южных районах России на значительной территории возможно полное прекращение использования земель для выращивания пшеницы;
- обширные районы юго-западной части страны столкнутся с сокращением урожайности более 25%;
- снижение урожайности менее чем на 25% ожидается в различных районах юга Европейской части России, южного Урала, Восточной и Западной Сибири;
- увеличение климатообусловленной урожайности пшеницы в пределах 5–25% может наблюдаться в приграничных с Казахстаном регионах, на юге Западной Сибири;
- вовлечение новых земель в сельскохозяйственный оборот для производства пшеницы незначительно.

10 декабря 2013 года Коллегия Счетной палаты Российской Федерации рассмотрела результаты аудита эффективности осуществления госрегулирования и использования в 2013 году государственных средств, выделенных на мероприятия по сохранению и восстановлению плодородия почв и агроландшафтов, а также реализацию мер по адаптации и смягчению антропогенного воздействия на климат. В ходе аудита проанализирована реализация государственных мер по вопросам изменения климата и его последствий для сельского хозяйства и результативность мероприятий, направленных на адаптацию сельского хозяйства России к климатическим изменениям, а также оценена их эффективность. По данным Минсельхоза России, в Российской Федерации вследствие неблагоприятных климатических явлений за последние 10 лет сумма ущерба, нанесенного сельскому хозяйству, возросла почти в 3 раза. Только в 2013 году — 41,8 млрд рублей. При этом почти две трети ущерба покрываются за счет средств федерального и региональных бюджетов.

На Коллегии отмечалось, что в проверяемый период поставленные Президентом Российской Федерации в Климатической доктрине в декабре 2013 года задачи по развитию и применению законодательства Российской Федерации с учетом климатического фактора на отрасли экономики, а также разработке и применению мер по адаптации к последствиям изменения климата не решаются, как на федеральном, так и на региональном уровнях. Единственным документом, определяющим государственные меры по адаптации сельского хозяйства к климатическим изменениям, является федеральная целевая программа «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006–2010 годы и на период до 2013 года».

### 6.2.9. Лесное хозяйство

Значение лесного комплекса в экономике России определяется огромными запасами древесины, широким территориальным распространением лесных ресурсов и тем, что леса имеют ключевое значение в борьбе с изменением климата. При общей площади земель лесного фонда России 1183 млн га запас углерода в фитомассе (живых частях растений) оценен в 41,2 Гт, из которых 96% приходится на покрытую лесом площадь. Годичное депонирование углерода составляет для той же площади 212 млн т в год, в том числе 10% приходится на непокрытую лесом и нелесную площадь. Леса и болота обеспечивают длительную консервацию углерода и существенно влияют на глобальный цикл углерода. Лесные пожары могут значительно сдвигать углеродный баланс в пользу поступления  $\text{CO}_2$  в атмосферу [3, 4, 9].

В России, как и во всем мире, наибольшее хозяйственно-экономическое значение имеют хвойные леса. В Российской Федерации продуктивность естественных хвойных насаждений максимальна в зонах южной тайги и смешанных лесов. Ожидаемое изменение климата приведет в целом к повышению продуктивности бореальных лесов России.

Границы растительных зон будут в основном сдвигаться к северу. Из-за изменения уровня грунтовых вод во многих лесных областях (в первую очередь, в центре и на северо-западе России) во все больших масштабах будет отмечаться нарушение экологического равновесия, вытеснение одних биологических видов другими; в частности, возможна частичная замена хвойных пород лиственными. Кроме того, увеличится вероятность массового размножения вредителей леса. Ожидаемое повышение повторяемости сильных ветров может привести к более частым буреломам.

Предпосылками больших лесных пожаров на территории России и соседних стран являются малоснежная зима, длительный период без дождя (15–20 дней) с высокой (выше средней многолетней) среднесуточной температурой воздуха и малой относительной влажностью, наличие на лесопокрытой территории бесконтрольных антропогенных источников огня и (или) частые грозовые разряды.

Изменения климата могут оказывать воздействие на повторяемость, интенсивность и пространственный масштаб лесных пожаров.

Пожароопасная обстановка в лесах возникает при сухой и жаркой погоде. Опасность нарастает с увеличением продолжительности периода с такими условиями погоды.

Высокая летняя температура усиливает горимость леса, и возгорание сдерживается только при выпадении атмосферных осадков. Известно, что если длительная сухая погода привела к масштабным лесным пожарам в каком-то регионе, то даже летние ливни локального характера не могут полностью погасить пожары. Остановить лесные пожары могут только обложные осенние дожди или установление снежного покрова.

В ближайшее десятилетие для большей части территории России увеличение числа дней с пожароопасной обстановкой составит до пяти дней за сезон. Сильнее всего увеличится продолжительность периода пожароопасной обстановки (более семи дней за сезон) на юге Ханты-Мансийского автономного округа, в Курганской, Омской, Новосибирской, Кемеровской и Томской областях, в Красноярском и Алтайском крае, в Республике Саха (Якутия).

Рост числа лесных пожаров в России и лесной площади, пройденных пожарами, за 1985–2004 годы отражен на рис. 6.2.

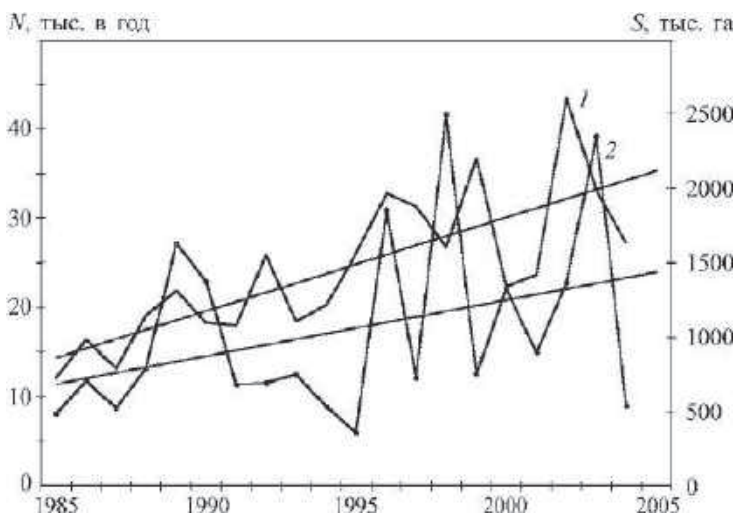


Рис. 6.2. Число лесных пожаров в России N (1) и лесная площадь S (2), пройденная пожарами, в 1985–2004 гг. Прямые линии — линейные тренды

В целом можно выделить ряд параметров ответной реакции лесных экосистем на изменение климата:

- смещение зон в т. ч. в горах;
- потеря лесов сопровождается определенным ущербом для гидрологических систем, увеличением эрозии почв;

- разрушение лесов, вызывающее выброс углерода в атмосферу, может способствовать глобальному потеплению;
- уменьшение биоразнообразия;
- изменение продуктивности;
- увеличение экстремальности увлажнения (заболачивание, иссушение);
- рост пожарной опасности;
- снижение количества и качества семян;
- влияние на возобновление (особенно хвойных);
- увеличение вредоносности болезней и вредителей;
- снижение устойчивости лесных экосистем из-за увеличения частоты неблагоприятных краткосрочных явлений (периодов аномально теплой погоды и заморозков, сильных ветров, снегопадов и т. п.).

Наблюдаемая динамика свидетельствует о том, что в последние 20 лет заметно ухудшается процесс лесовосстановления (а значит, снижается качество и ценность лесных культур для будущих поколений), возрастают риски от вредителей и болезней леса, которые усугубляются происходящими в России климатическими изменениями.

На втором по значимости месте по ущербу для лесов (после пожаров) стоит воздействие неблагоприятных погодных условий, число которых в России значительно возросло за последние 20 лет. В 2010 году по этой причине погибло 126 тысяч га леса, от антропогенных факторов — 16 тысяч га, от вредных организмов — 36 тысяч га (табл. 6.4). Риски для лесного хозяйства от погодно-климатических факторов возрастают, прежде всего, в связи с уменьшением осадков, ростом температуры приземного воздуха, что приводит к формированию пожароопасных условий, распространению болезней и вредителей леса.

Таблица 6.4

**Площадь погибших лесных насаждений в России (тысяч гектаров)**

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Погибло лесных насаждений — всего	777,5	988,2	311,1	319,3	273,4	446,6	804,9
в том числе:							
от лесных пожаров	709,7	465,5	174,9	200,2	170,7	346,2	625,6
от воздействия неблагоприятных погодных условий	38,2	461,9	56,7	56,7	36,9	63,3	126,7
от антропогенных факторов	2,0	5,3	7,5	14,8	17,4	5,5	16,1
от воздействия вредных организмов — всего	27,5	55,5	72,1	47,5	48,5	31,6	36,4
в том числе:							
от повреждения вредными насекомыми	20,5	33,6	31,0	24,0	28,8	7,4	9,3
от иных групп вредных организмов	5,8	21,6	40,6	23,4	19,5	23,9	26,9

Источник: «Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России», 2011

## 6.2.10. Водное хозяйство

Российская Федерация отличается обилием природных вод, хорошо развитой речной сетью и системой озер, принадлежащих бассейнам Северного Ледовитого, Тихого, Атлантического океанов и внутренних водоемов. Для страны характерна также огромная протяженность водного побережья, составляющая порядка 60 тыс. км [9, 14].

Основой водных ресурсов Российской Федерации является речной сток, образованный более 2,7 млн рек и ручьев, общая протяженность которых составляет около 8 млн км. Занимая 12,6% территории Земли, Россия отличается хорошо развитой речной сетью, а также уникальным водным побережьем, имеющим протяженность порядка 60 тыс. км.

Основная величина водных ресурсов России формируется в пределах страны и только около 5% поступает с территорий сопредельных государств. К бассейну Северного Ледовитого океана относится более половины территории России (65%). Бассейну Тихого океана принадлежит около 19% территории России. К бассейну Атлантического океана относится около 5% площади России. Площадь Каспийской бессточной области составляет 11% территории нашей страны.

Особенность строения речной сети России заключается в преимущественно меридиональном направлении течения большинства рек.

Ежегодно возобновляемые водные ресурсы речного стока России составляют в среднем 4258,6 км<sup>3</sup>. В 2010 году они составили 4 331,7 км<sup>3</sup>, превысив среднее многолетнее значение на 1,7%.

В общем объеме водных ресурсов России доля годового речного стока составляет 55%, из которых около 90% приходится на водосборные бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов.

В целом на долю Российской Федерации приходится (без учета ледников и подземных вод) примерно пятая часть мировых запасов пресной воды. Среднее многолетнее значение речного стока на территории России находится на уровне порядка 4,2-4,3 тыс. км<sup>3</sup> в год (10% мирового речного стока, второе место в мире после Бразилии). В расчете на душу населения в нашей стране приходится около 30 тыс. м<sup>3</sup> речного стока в год.

В озерах Российской Федерации сосредоточено более 26,6 тыс. км<sup>3</sup> пресных вод, причем среднемноголетний (возобновляющийся) сток из них превышает 530 км<sup>3</sup>/год. Примерно 3000 км<sup>3</sup>/год воды, сконцентрированной в болотах, обеспечивают ежегодный сток (расход) порядка 1000 км<sup>3</sup>.

На территории России, за исключением крупных островов Северного Ледовитого океана, в среднем выпадает 9653 км<sup>3</sup> осадков, которые условно могут «покрыть» сушу слоем 571 мм. Из этого количества на испарение затрачивается 5676 км<sup>3</sup> (336 мм) осадков. По данным Росгидромета количество осадков, выпавших в целом за год по всей территории Российской Федерации, в 2012 году было значительно выше нормы. Особенно много осадков выпало осе-

нию — максимум с 1936 года, и весной: во многих районах наблюдались сезонные экстремумы.

В изменении годовых сумм осадков на территории России преобладает тенденция к росту. Тренд среднегодовых осадков, осредненных по территории РФ, составляет +0,8мм/мес./10 лет. Скорость роста почти нигде не превышает 5%/10 лет, исключая часть Северо-Кавказского ФО и ряд областей в Сибири и на Дальнем Востоке. Крупная область убывания годовых осадков (от 0%/10 лет до — 5%/10 лет) — в южной (южнее 60°с. ш.) половине Европейской части России и на Южном Урале. Осадки также убывают в полосе вдоль южной границы Дальневосточного ФО и на севере Якутии и Чукотского АО.

Количество осадков на территории РФ растет в основном за счет весеннего сезона (1,4 мм/мес./10 лет): положительный и на обширных территориях превышающий 5%/10 лет тренд весенних осадков наблюдается на всей территории страны. Положительные изменения преобладают также осенью, с максимумом в Дальневосточном ФО. Зимой и летом имеются большие области, где осадки уменьшаются: зимой на севере Дальневосточного ФО и в Средней Сибири. Летом убывают осадки на Европейской части России (кроме севера), на Арктическом побережье (Таймыр и восточнее), Камчатке и на юге Дальневосточного ФО (последняя тенденция сохраняется и для осени).

Фаза повышенной водности рек страны, начавшаяся с конца 1970 годов, была продолжена и в начале XXI столетия, когда водные ресурсы также выше нормы. За последние три десятилетия только три года (1982, 1987 и 1992) характеризовались водными ресурсами несколько ниже нормы, зато в пяти годах (1990, 1997, 1999, 2002, 2007) было превышено максимальное значение, наблюдавшееся ранее (4706 км<sup>3</sup>, 1974 год), а в 2007 году было отмечено максимальное значение водных ресурсов страны за весь период наблюдений (4875 км<sup>3</sup>) [15].

Наиболее значительное увеличение годового стока произошло на крупнейших реках бассейна Северного Ледовитого океана. Водные ресурсы Печоры, Енисея, Лены в 2001–2011 годах превысили норму на 11–13%.

Общее увеличение водных ресурсов России за 1981–2011 годы составило в среднем 211 км<sup>3</sup>/год или на 5,0% выше, чем в 1930–1980 годах (рис. 6.3). При этом оно было характерно для всех федеральных округов России. Наибольшее абсолютное увеличение речного стока произошло в Сибирском (54,7 км<sup>3</sup>/год), Дальневосточном (50,8 км<sup>3</sup>/год) и Северо-Западном (46,5 км<sup>3</sup>/год) федеральных округах; наименьшее — в Центральном (9,9 км<sup>3</sup>/год) и Уральском (11,9 км<sup>3</sup>/год) федеральных округах. Наибольшее относительное увеличение речного стока имело место в Приволжском (13,5%), Южном (включая Северокавказский) (8,8%), Центральном (7,9%) и Северо-Западном (7,7%) федеральных округах; наименьшее — в Уральском (2,0%) и Дальневосточном (2,7%) федеральных округах.

Последствия быстрой изменчивости климатических условий проявляются в росте повторяемости опасных гидрометеорологических явлений (паводки и наводнения, снежные лавины и сели, ураганы и шквалы и другие явления), и



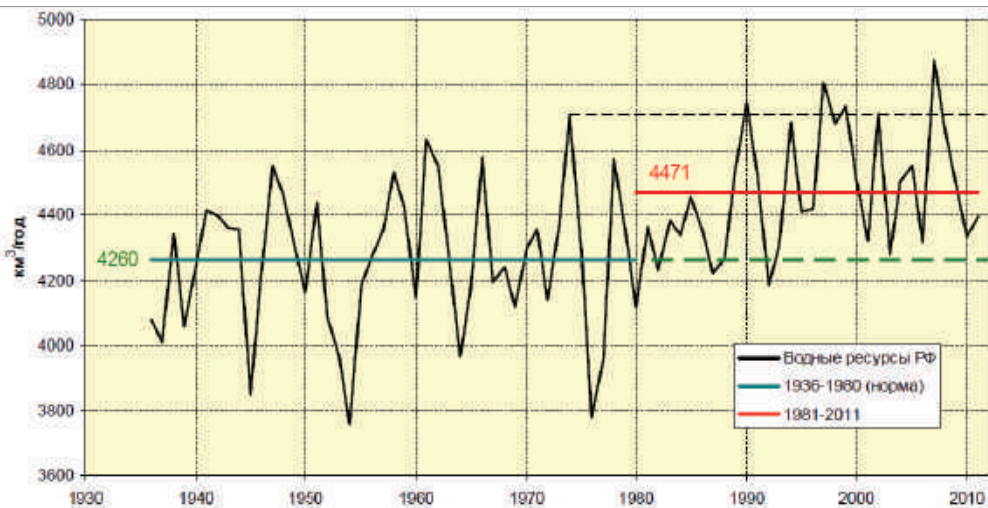


Рис. 6.3. Изменения водных ресурсов Российской Федерации

в увеличении неблагоприятных резких изменений погоды, которые приводят к огромному социально-экономическому ущербу, непосредственно влияют на эффективность деятельности таких жизненно важных секторов экономики, как энергетика (в первую очередь гидроэнергетика), сельскохозяйственное производство, водопользование и водопотребление, речное и морское судоходство, жилищно-коммунальное хозяйство.

Наблюдаемые на территории Российской Федерации изменения характеризуются значительным ростом температуры холодных сезонов года, ростом испаряемости при сохранении и даже при снижении количества атмосферных осадков за теплый период года, возрастанием повторяемости засух, изменением годового стока рек и его сезонным перераспределением, изменением условий ледовитости в бассейне Северного Ледовитого океана и в устьях северных рек.

Динамика случаев сильных осадков на территории Российской Федерации за 2009–2012 годы отражена на рис. 6.4.

Вероятность возникновения наводнений на территории России увеличивается год от года. К паводкоопасным территориям в первую очередь относятся части территории бассейнов рр. Амура, Енисея, рек о. Сахалина, Забайкалья, Среднего и Южного Урала, Нижней Волги, Северного Кавказа (рис. 6.5).

Среднегодовое общее (прямое и косвенное) повреждение от наводнения в настоящее время оценивается суммой свыше 40 млрд руб. в год и величина ущерба имеет тенденцию к увеличению.

Из всех стихийных бедствий наводнения на реках занимают первое место по суммарному среднегодовому ущербу (прямые экономические потери от наводнений составляют более 50% общего ущерба от всех ОЯ).

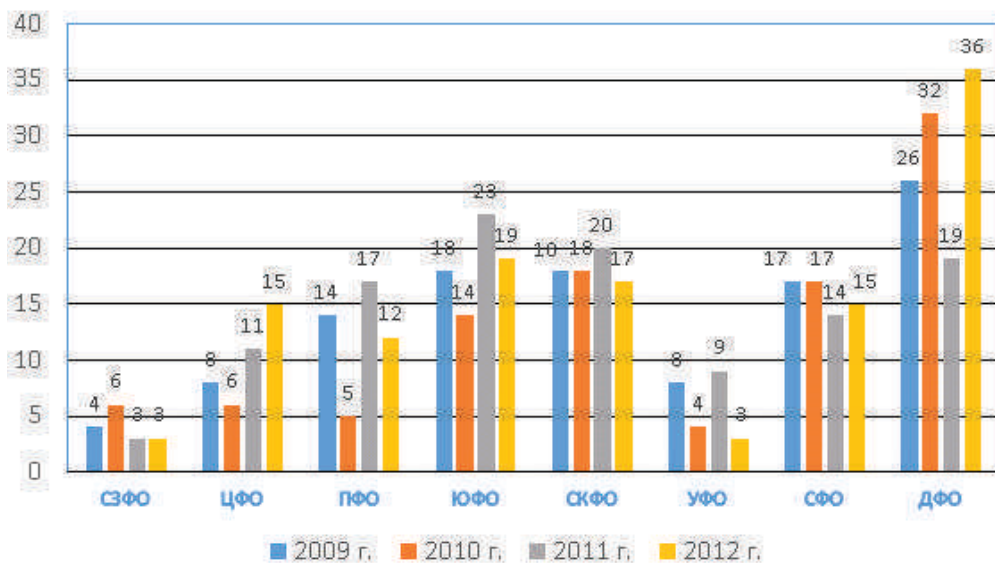


Рис. 6.4. Динамика случаев сильных осадков на территории Российской Федерации (по оперативным данным Росгидромета)

Для многих городов и заселенных территорий России характерна повторяемость частичных затоплений 1 раз в 8-12 лет, а в городах Барнаул, Бийск (предгорья Алтая), Орск, Уфа (предгорья Урала), частичное затопление бывает 1 раз в 2-3 года. Особенно опасные наводнения с большими площадями затопления и продолжительным стоянием воды имели место в последние годы. Так, в 2001 году значительный ущерб хозяйству страны был нанесен при затоплении ряда городов и населенных пунктов в бассейнах рр. Лены, Ангары, в 2002 году — в бассейнах рек Кубани и Терека, в 2012 году — катастрофические паводки в Крымском и Туапсинском районах Краснодарского края, в 2013 г. — на Дальнем Востоке.

В связи с прогнозируемым увеличением максимальных запасов воды в снежном покрове мощность весенних паводков может возрасти на реках Архангельской области, Республики Коми, субъектах Российской Федерации Уральского региона, на реках водосбора Енисея и Лены. В районах, подверженных опасности катастрофических и опасных наводнений в период весеннего половодья, где максимальные расходы усложняются заторами льда (центральные и северные районы европейской территории России, Восточной Сибири, северо-восток азиатской части России и Камчатка), максимальная продолжительность затопления пойменных участков может возрасти до 24 суток (в настоящее время она составляет до 12 суток).

На плотно заселенных территориях Северного Кавказа, бассейна р. Дона и его междуречья с Волгой (Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская, Астраханская и Волгоградская области), где в настоящее время интенсивный

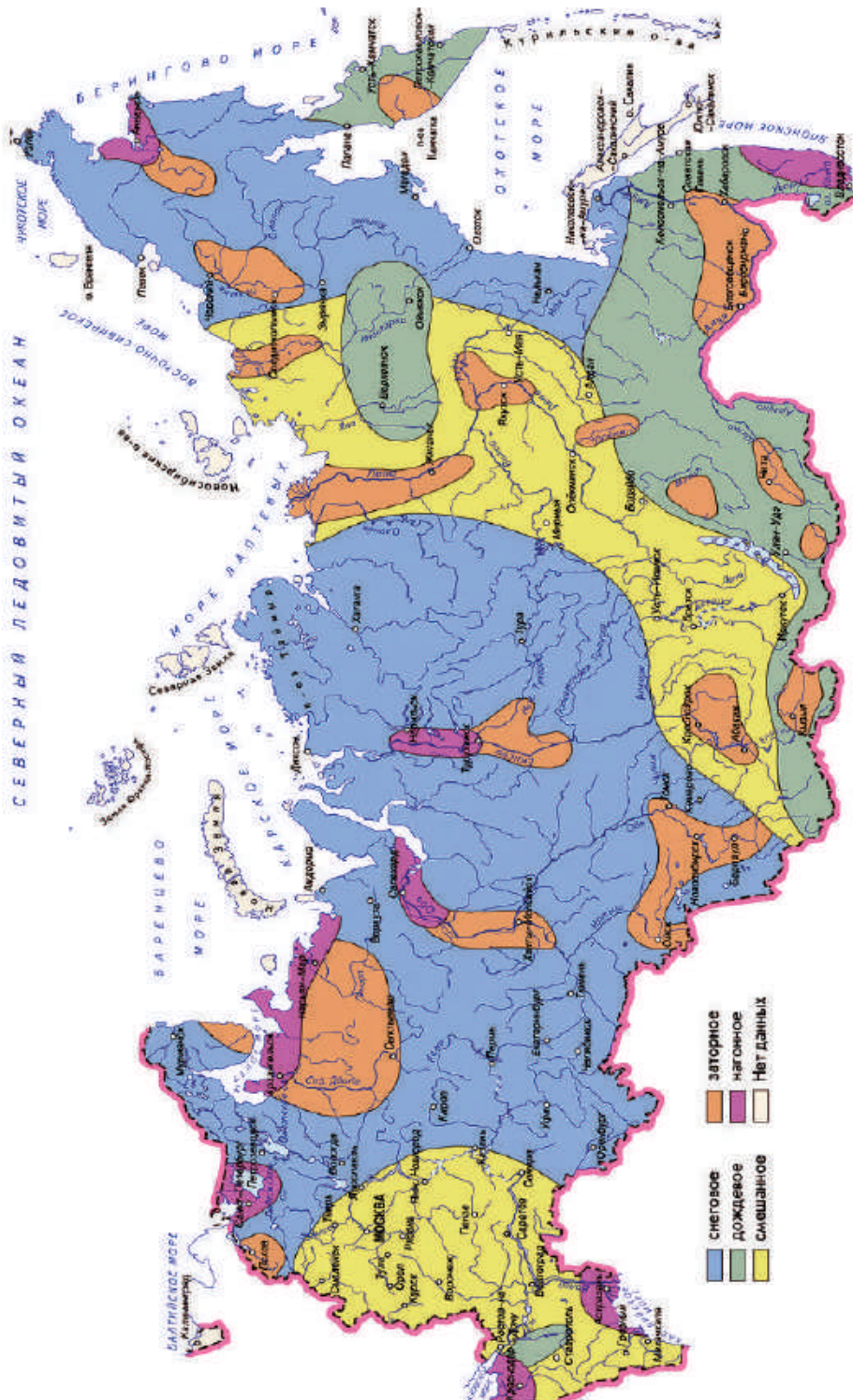


Рис. 6.5. Районирование территории России по генезису опасных паводков и половодий [14]

выход воды на пойму отмечается один раз в 5 лет, а один раз в 100 лет происходит наводнение (аналогичное июньскому 2002 г.) с семикратным превышением среднесезонных максимальных расходов воды, прогнозируется увеличение частоты возникновения катастрофических наводнений в период весеннего и весенне-летнего половодья с нанесением большого ущерба.

При потеплении климата наиболее опасными последствиями представляются наводнения и паводки. В перспективе ожидается увеличение примерно в два раза повторяемости максимальных уровней наводнений в результате муссонных осадков в Дальневосточном федеральном округе, заторных наводнений на реке Лене и на ряде других сибирских рек. Повторяемость паводков, вызванных сильными дождями, на Дальнем Востоке увеличится в 1,2–1,5 раза: в среднем с одного паводка в 10–15 лет в последней четверти XX века до одного паводка в 7–12 лет в первой четверти XXI века.

Ожидается повышение в 2–3 раза частоты паводков, обусловленных сильными дождями, на Дальнем Востоке и в Приморье (Приморский и Хабаровский края, Амурская и Сахалинская области, Еврейская авт. обл.). В горных и предгорных районах Северного Кавказа (Республики Северного Кавказа, Ставропольский край), Западных и Восточных Саян в летний период увеличивается опасность дождевых паводков и селевых потоков, развития оползневых процессов.

В нижнем течении р. Терек (Республика Дагестан) в ближайшие годы также следует ожидать увеличения опасности катастрофических паводков (такие паводки наблюдаются один раз в 10–12 лет). Ситуация усугубляется тем, что в этих регионах русло реки находится выше окружающей местности и активно развиты русловые процессы. Здесь необходимо значительное укрепление дамб обвалования для исключения их прорыва и нанесения материального ущерба населенным пунктам и сельскому хозяйству.

Ряд опасных явлений будет иметь место в связи с предполагаемыми изменениями вечной мерзлоты, наиболее заметными вблизи ее южной границы. В зоне, ширина которой составит от нескольких десятков километров в Иркутской области, Хабаровском крае и на севере ЕТР (Республика Коми, Архангельская область), до 100–150 км в Ханты-Мансийском АО и в Республике Саха (Якутия), начнется таяние островов многолетнемерзлого грунта, которое будет продолжаться несколько десятилетий. Будут усиливаться различные неблагоприятные и опасные процессы, такие, как оползни на оттаивающих склонах и медленное течение талого грунта (солифлюкция), а также значительные просадки поверхности за счет уплотнения грунта и его выноса с талыми водами (термокарст). Такие изменения окажут негативное воздействие на экономику регионов (и особенно на здания, инженерные и транспортные сооружения) и на условия жизни населения.

Бассейн Дона является одним из крупнейших регионов по производству промышленной и сельскохозяйственной продукции, где проживает более 20 млн человек. Данные наблюдений показывают, что годовой сток в левобережных притоках Дона увеличился на 10–15% за 1978–2000 годы. Вместе с тем, в на-





стоящее время безвозвратные потери стока Дона составляют  $6,4 \text{ км}^3$ , то есть 23% естественной нормы в его устье. Дальнейшее развитие экономики в этом бассейне будет определяться наличием необходимых водных ресурсов. От притока Дона в Азовское море также зависит его биологическая продуктивность. Поэтому возможное уменьшение водности приведет к возникновению целого комплекса проблем, связанных с водообеспечением населения и экономики, и возникновению серьезной водно-экологической проблемы в системе бассейна Дона—Азовское море.

В результате изменений климата и экономического развития ожидаются уменьшение водных ресурсов и водообеспеченности (до 10–20%) и увеличение нагрузки на водные ресурсы (до 25%) в первой четверти XXI века в черноземных областях Центрального федерального округа и в ряде субъектов Южного федерального округа, а кроме того, в верховьях Оби и Иртыша и юго-западной части Сибирского федерального округа.

В маловодные годы водообеспеченность Белгородской и Курской областей, Ставропольского края и Республики Калмыкия может быть очень низкой или критически низкой ( $1000\text{--}1500 \text{ м}^3$  на человека в год). В этом случае нехватка пресной воды становится фактором, сдерживающим экономический рост и повышение благосостояния населения, и потому необходимо строгое регулирование и ограничение водопотребления.

К негативным последствиям изменения климата относятся сокращение сроков действия ледовых переправ, приводящее к затруднениям в работе грузового



и пассажирского транспорта, повышение шугоносности верхних бьефов водохранилищ ГЭС, образование полыней на крупных водоемах и повышение туманообразования.

Прогнозируемые сокращения продолжительности ледостава на многих водных объектах Российской Федерации потребуют сдвига начала навигации на более ранние сроки весной и более поздние осенью. Выгода от продления сроков навигации будет существенной и перекроет затраты на адаптацию отрасли к новым условиям плавания.

Автозимники, прокладываемые по льду рек, озер или морей, являются важнейшими транспортными артериями в холодное время года, особенно в районах Крайнего Севера. Они ежегодно организуются на обширных пространствах от Кольского полуострова до побережья Берингова моря в зоне севернее  $60^{\circ}$  с. ш. Изменения продолжительности ледостава и толщины льда на больших реках имеют огромное значение для Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, особенно для Якутии, Магаданской области и Чукотского АО, где основной объем грузов доставляется по рекам — летом судами, а зимой автомобильным транспортом.

Прогнозируемое увеличение годового и межennaleго стока и продолжительности навигации практически для всех крупных рек Российской Федерации благоприятствует развитию речного судоходства и увеличению объема грузоперевозок. Открывающиеся возможности развития речного судоходства могут быть в полной мере реализованы при возобновлении дноуглубительных работ на перекатах судоходных рек в объемах, которые выполнялись в начале 1990 годов.



## 6.3. Уязвимость объектов и процессов к изменению климата РФ в территориальном аспекте

Уязвимость объектов и процессов к наблюдаемому и ожидаемому в XXI веке изменению климата РФ в территориальном аспекте отражена в табл. 6.5.

Таблица 6.5

**Уязвимость объектов и процессов к изменению климата РФ в территориальном аспекте [3, 4]**

Объект, процесс	Характер возможного наблюдаемого или/и ожидаемого ущерба	Особо уязвимые территории России
1. Технические системы (здания; сооружения; транспорт)	1.1. Ускоренное старение зданий, автодорог и других сооружений из-за усиления разрушающего воздействия температурно-влажностных деформаций 1.2. Аварийные разрушения трубопроводов вследствие повышения риска возникновения оползневых и селевых процессов, связанного с увеличением интенсивности осадков 1.3. Рост интенсивности ливневых осадков и частоты продолжительных сильных дождей повышает вероятность речных наводнений, вызывающих затопление и разрушение всей прибрежной инфраструктуры 1.4. Увеличение числа аварий, связанных с деформацией железнодорожных путей при экстремально высоких температурах воздуха. 1.5. Уменьшение доступности воды для охлаждения энергоблоков в связи с ростом летних температур и увеличением дефицита осадков. Снижение генерируемой и передаваемой мощности с возможностью полного прекращения подачи электроэнергии	1.1. Европейская часть России (ЕЧР), южные районы Сибири, Приморье  1.2. Районы со сложными гидрогеологическими условиями (пример: о. Сахалин)  1.3. Горные районы  1.4. Юг РФ  1.5. Юг РФ

Продолжение табл. 6.5

Объект, процесс	Характер возможного наблюдаемого или/и ожидаемого ущерба	Особо уязвимые территории России
	<p>1.6. Перегрев зданий при волнах жары вызывает повышенное энергопотребление и способствует возникновению критических ситуаций с энергоснабжением и водоснабжением городского населения</p> <p>1.7. Рост числа аварий на ЛЭП из-за увеличения числа гроз, шквалов, смерчей и других опасных метеорологических явлений</p>	<p>1.6. Центральные и южные районы РФ</p> <p>1.7. Сибирский ФО (южные районы)</p>
<p>2. Здоровье населения (волны жары; климатозависимые инфекции; последствия экстремальных климатических явлений)</p>	<p>2.1. Повышение смертности городского населения при волнах жары, особенно выраженное в группе старше 65 лет</p> <p>2.2. Повышение заболеваемости населения, особенно при сочетании воздействия высоких температур и повышенного уровня загрязнения атмосферного воздуха при пожарах лесов и торфяников</p> <p>2.3. Повышение заболеваемости населения острыми кишечными инфекционными заболеваниями</p> <p>2.4. Повышение заболеваемости населения паразитарными заболеваниями — гельминтозами</p> <p>2.5. Увеличение риска заболеваемости различными инфекционными заболеваниями бактериальной и вирусной природы (сибирская язва, лептоспироз, туляремия, геморрагическая лихорадка с почечным синдромом)</p> <p>2.6. Увеличение риска инфицированности и заболеваемости населения трансмиссивными заболеваниями, связанными с клещами (крымская геморрагическая лихорадка, клещевой энцефалит, иксодовый клещевой боррелиоз (болезнь Лайма), клещевой сыпной тиф (клещевой риккетсиоз) Северной Азии</p>	<p>2.1. Центральные и южные районы РФ</p> <p>2.2. Все регионы, кроме Арктической зоны. Наиболее уязвимы: крупные города с населением более 300 тыс. жителей; города с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (Норильск, Ачинск, Братск, Иркутск, Красноярск, Магнитогорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Новочеркасск, Селенгинск, Чита)</p> <p>2.3. ЮФО, особенно Республика Калмыкия, Астраханская обл. в связи с дефицитом питьевой воды должного качества. Арктические регионы в местах деградации вечной мерзлоты и авариях на водопроводных и канализационных системах</p> <p>2.4. Северные территории, особенно арктические и субарктические, заселенные преимущественно коренными малочисленными народами севера</p> <p>2.5. Арктическая зона, Приволжский ФО</p> <p>2.6. Южный и Северокавказский ФО. Возможно расширение области распространения инфекции в северном направлении. Все ФО, кроме Южного и Северокавказского, в первую очередь Уральский и Сибирский. Возможно расширение области распространения клещевого энцефалита</p>

Объект, процесс	Характер возможного наблюдаемого или/и ожидаемого ущерба	Особо уязвимые территории России
	<p>2.7. Увеличение риска инфицированности и заболеваемости населения трансмиссивными заболеваниями, связанными с комарами (лихорадка Западного Нила, лихорадка денге и желтая лихорадка; малярия)</p> <p>2.8. Различные изменения состояния здоровья населения, вплоть до роста риска смертельных исходов при наводнениях и других экстремальных климатических явлениях</p>	<p>в северном направлении (в Кировской, Свердловской, Омской, Псковской, Архангельской областях, Красноярском крае, Республике Бурятия, Республике Тыва и Забайкалье). Все ФО, в меньшей степени Сибирский и Дальневосточный.</p> <p>Возможно расширение области распространения болезни Лайма в северном направлении.</p> <p>Сибирский и Дальневосточный ФО</p> <p>2.7. Приволжский, Южный и Северокавказский ФО, в первую очередь, Волгоградская, Астраханская и Ростовская области.</p> <p>Вероятно возникновение природных очагов и проявление клинических случаев лихорадки Западного Нила в Саратовской, Самарской, Оренбургской, Воронежской, Курской, Белгородской, Омской и Новосибирской областях, Алтайском крае.</p> <p>Возможно возникновение отдельных случаев лихорадки денге на территории Северокавказского и Южного ФО в связи с укоренением и возможностью распространения экзотических переносчиков <i>Aedes aegypti</i> и <i>Ae. Albopictus</i>.</p> <p>Западные и северо-западные области России</p> <p>2.8. Риск опасных наводнений увеличится в регионах, где максимальные расходы воды в реках определяются дождевыми паводками или продолжительными муссонными дождями — юг Дальнего Востока, Краснодарский край (бассейн Кубани и реки Черноморского побережья), а также в горных и предгорных регионах страны.</p> <p>Сохраняется опасность заторных наводнений на реках бассейна Северного Ледовитого океана и на Амуре (Северо-Западный, Уральский, Сибирский и Дальневосточный ФО)</p>
<p>3. Водные ресурсы</p>	<p>3.1. Снижение годового стока ожидается на равнинных реках юга ЕТР (Дон) и южной Сибири — в регионах, имеющих и в настоящее время весьма напряженный водохозяйственный баланс, что приведет к уменьшению водообеспеченности населения и объектов экономики</p>	<p>Дальневосточное приморье</p>

Продолжение табл. 6.5

Объект, процесс	Характер возможного наблюдаемого или/и ожидаемого ущерба	Особо уязвимые территории России
4. Растениеводство (продуктивность; вредители)	<p>4.1. Аридизация климата в результате роста испарения и уменьшения осадков в теплый период года. Рост экстремальности климата — увеличение повторяемости и масштабов засух, дестабилизирующих сельскохозяйственное производство</p> <p>4.2. Частичное (иногда практически полное) уничтожение урожая, повреждение сельскохозяйственных и плодово-ягодных растений, снижение качества, вкусовых свойств и товарного вида получаемой сельскохозяйственной и плодово-ягодной продукции</p>	<p>4.1. Обнаружена заметная уязвимость некоторых растениеводческих субъектов РФ:  - к середине XXI века это Волгоградская, Ростовская, Саратовская области, Ставропольский и Краснодарский края, Алтайский край, а также Красноярский край, Новосибирская, Омская, Курганская области;  - к концу XXI столетия это южные регионы Центрального и Сибирского ФО, Приволжский, Южный, Северокавказский ФО</p> <p>4.2. Сельскохозяйственные регионы России, в том числе зернопроизводящие (ЦФО, ЮФО, СФО — преимущественно Алтайский край, Омская и Новосибирская области; ПФО, СКФО — преимущественно Ставропольский край, юг СЗФО, ДФО и УФО), картофелеводческие (ЦФО, ЮФО, СЗФО, СФО, ПФО, УФО, ДФО — Приморский, Камчатский и Хабаровский края, Сахалинская, и Амурская области), овощеводческие (СЗФО, ЦФО, ЮФО, СКФО, ПФО, юг СФО и УФО) и садоводческие (ЦФО, ЮФО, СКФО, ПФО)</p>
5. Природные экосистемы суши	<p>5.1. Изменение путей миграции крупных млекопитающих и птиц в связи с опустыниванием и аридизацией климата</p> <p>5.2. Сокращение ареала белого медведя</p> <p>5.3. Расширение ареалов непарного шелкопряда и шелкопряда-монашенки — вредителей леса</p> <p>5.4. Уменьшение интервала времени между лесными пожарами и рост их общей площади приводит к деградации лесных ландшафтов</p>	<p>5.1. Юг Восточной Сибири</p> <p>5.2. Почти вся арктическая зона</p> <p>5.3. Север ЕЧР, юг Восточной Сибири, центр Якутии</p> <p>5.4. Лесные регионы РФ (с увеличением риска к югу)</p>
6. Континентальная многолетняя мерзлота — объекты, на ней расположенные	Нарушение нормативного режима функционирования всех видов инфраструктуры (дорожно-транспортных объектов, трубопроводов, зданий, инженерных сооружений добывающих отраслей промышленности и т. п.) из-за уменьшения несущей способности многолетнемерзлых грунтов, усиления и развития деструктивных процессов	Северо-Западный, Уральский, Сибирский, Дальневосточный ФО, на территории которых распространены многолетнемерзлые грунты. Высокую уязвимость имеют многие береговые сооружения, расположенные вблизи арктического побережья

Продолжение табл. 6.5

Объект, процесс	Характер возможного наблюдаемого или/и ожидаемого ущерба	Особо уязвимые территории России
	<p>(просадки грунта, термокарст). В результате — выход из строя, частичное (иногда полное) разрушение объектов инфраструктуры. Возможны многочисленные неблагоприятные последствия, как социально-экономические, так и экологические (загрязнение окружающей среды при аварии нефте- и продуктопроводов; попадание в среду обитания человека опасных химических, биологических и радиоактивных веществ при разрушении специализированных мест их длительного хранения и захоронения). Особо уязвимыми являются линейные (протяженные) объекты, пересекающие границу различных типов многолетнемерзлых грунтов, по-разному реагирующих на изменение климата</p>	
<p>7. Прибрежные зоны морей</p>	<p>7.1. Негативное влияние аномального цветения вод (и ухудшение качества вод) на курортные зоны и рыболовство в Балтийском, Черном, Азовском и Каспийском морях                      7.2. Абразия берегов, подтопление прибрежной инфраструктуры и поселков на Азовском море в результате подъема уровня моря                      7.3. Подтопление территорий, инфраструктуры и поселков в результате возможного подъема уровня Каспия, который плохо предсказуем                      7.4. Временное нарушение транспортных коммуникаций в результате учащения аномально холодных зим на Азовском, Черном и Каспийском морях.                      7.5. Увеличение риска нефтяного загрязнения Арктических морей РФ в результате интенсификации эксплуатации Северного морского пути</p>	<p>7.1. Калининградская, Ленинградская, Ростовская и Астраханская области, Краснодарский край, Республики Калмыкия и Дагестан                      7.2. Ростовская область и Краснодарский край                      7.3. Астраханская область, Республики Калмыкия и Дагестан                      7.4. Ростовская и Астраханская области, Краснодарский край, Республики Калмыкия и Дагестан                      7.5. Арктические острова и побережье РФ</p>
<p>8. Наводнения</p>	<p>8.1. Увеличение максимальных расходов воды в реках, вызывающих наводнения, в регионах, где они определяются дождевыми паводками или продолжительными муссонными дождями                      8.2. Опасность заторных наводнений на реках бассейна Северного Ледовитого океана и на Амуре</p>	<p>8.1. Дальний Восток (бассейн р. Амур, Сахалин, Камчатка). Южный ФО (особенно Краснодарский край — бассейн Кубани и реки Черноморского побережья)                      8.2. Северо-Западный, Уральский, Сибирский и Дальневосточный ФО)</p>

Объект, процесс	Характер возможного наблюдаемого или/и ожидаемого ущерба	Особо уязвимые территории России
9. Сели и лавины	Риск схода лавин и селей повышается в связи с текущим изменением климата из-за большей снежности вследствие роста твердых осадков в ряде горных районов, большей частоты экстремальных снежных штормов и ливней, повышения температур воздуха. Это способствует сходам селей, а также лавин. Эти опасные явления наносят ущерб здоровью людей, жилищам и хозяйственным объектам, составляют угрозу жизни людей	На Северном Кавказе, в связи с потеплением климата: - возрастет селевая деятельность, особенно на высотах более 2000 м; - снеголавинная деятельность возрастет на высотах более 2000 м, а на высотах менее 2000 м она уменьшится. Уязвимы: Южный и Северо-Кавказский ФО (горные районы Кабардино-Балкарии, Северной Осетии-Алании, Дагестана, Карачаево-Черкессии, Ингушетии, Чечни, Адыгеи и Большого Сочи). Негативному воздействию селей и снежных лавин подвержены автомобильные дороги (ТрансКАМ, Приэльбрусская и другие дороги), а также туристско-альпинистские и спортивные комплексы. На Дальнем Востоке высокая уязвимость к лавинам характерна для Камчатки и Сахалина, для Магаданской области
10. Лесные пожары и пожары на торфяниках	Пожары уничтожают древесину и пагубно влияют на возобновление ее ресурсов. Лишая почву растительного покрова, они приводят к долговременному ухудшению водосборных бассейнов. Пожар уничтожает материальные ценности, в нем гибнут животные и растения, представляет угрозу здоровью и жизни людей (как непосредственно, так и через загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов). Крупные лесные пожары сопровождаются значительными эмиссиями CO <sub>2</sub> в атмосферу. При пожарах затраты и убытки несут и другие отрасли хозяйства (временное прекращение судоходства, полетов авиации, свертывание деятельности изыскательских партий)	Центральный и Приволжский ФО. Юг Сибирского ФО (Томская, Новосибирская, Кемеровская, Иркутская область, Республика Бурятия, Алтайский край, Республика Хакасия, Забайкальский край, юг Красноярского края). Дальневосточный ФО (юг Республики Саха-Якутия), Амурская область, Еврейская АО, юг Хабаровского края, Приморский край



## Литература

1. *Клапцов В.М.* Социально-экономические последствия изменения климата: Доклад на Втором Азиатско-Тихоокеанском форуме «Российское председательство в АТЭС и новые перспективы интеграции России в Азиатско-Тихоокеанский регион».
2. Обзор доклада Николааса Стерна «Экономика изменения климата» Изд. 2-е, доп. и перераб. М.: WWF России, 2009.
3. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 года и дальнейшую перспективу / Под ред. В.М. Катцова и Б.Н. Порфирьева / Росгидромет. М.: Д'АРТ: Главная геофизическая обсерватория, 2011. 252 с. <http://www.voeikovmgo.ru>
4. Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствия на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014.
5. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года / Минэкономразвития России. М., 2013. [www.economy.gov.ru](http://www.economy.gov.ru)
6. Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами / Под ред. д. геогр. н., проф. Н.В. Кобышевой. СПб., 2008. 336 с.
7. *Акентьева Е.М., Кобышева Н.В.* Стратегии адаптации к изменению климата в технической сфере для России. <http://www.voeikovmgo.ru/download/563.pdf>
8. СП 131.13330.2012. Строительная климатология / Минрегион России.
9. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. М.: Росгидромет, 2012.
10. *Акимов В.А., Соколов Ю.И.* Риски аварий в сфере жилищно-коммунального хозяйства России / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013.
11. Последствия изменения погоды и климата для наземного транспорта в США. [http://www.wmo.int/pages/publications/bulletin\\_ru/archive/58\\_2\\_ru/58\\_2\\_mcquirk\\_ru.html](http://www.wmo.int/pages/publications/bulletin_ru/archive/58_2_ru/58_2_mcquirk_ru.html)
12. Пятое национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и статьей 7 Киотского протокола. М., 2010.
13. Экономический анализ влияния изменения климата на сельское хозяйство России: национальные и региональные аспекты (на примере производства зерна) // Научно-исследовательские отчеты OXFAM. Апрель, 2013.
14. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2012 году». М.: НИА-Природа, 2013.
15. Шестое национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной Конвенции. М., 2013. [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)



**ГЛАВА 7**

**АДАПТАЦИЯ  
К ИЗМЕНЕНИЮ  
КЛИМАТА**





## 7.1. Что понимается под адаптацией?

В 2007 году МГЭИК пришла к заключению о том, что неизбежные последствия и перемены, происходящие в результате изменения климата, выйдут за рамки возможностей совладания с ними, поэтому обществу и экосистемам придется применять адаптационные меры.

Существует целый ряд определений термина «адаптация к изменению климата». Согласно принятой терминологии МГЭИК, адаптация — это «приспособление естественных или антропогенных систем в ответ на фактическое или ожидаемое воздействие климата или его последствия, которое позволяет уменьшить вред или использовать благоприятные возможности». То есть меры по адаптации могут быть направлены как на снижение климатических рисков, так и на извлечение потенциальных выгод от изменения климата.

Примерами таких действий являются:

- экономное использование дефицитных водных ресурсов;
- изменение существующих строительных норм с расчетом на устойчивость зданий к воздействию будущих климатических условий и экстремальных погодных явлений;
- возведение защитных стенок от наводнений;
- повышение уровня дамб для защиты от растущего уровня морей;
- создание засухоустойчивых культур;
- отбор лесных видов и методов ведения лесного хозяйства, менее уязвимых к ураганам и пожарам;
- обустройство территорий и коридоров, помогающих миграции видов;
- улучшение сезонных прогнозов погоды;
- обеспечение продовольственной безопасности;
- создание запасов пресной воды;
- страховая защита.

Успешные «адаптационные стратегии» требуют действий на различных уровнях: общинном, национальном, региональном и/или международном [4, 9].

Адаптация на национальном уровне включает разработку эффективной реализации стратегии адаптации:

- совершенствование научной базы, являющейся основой для принятия решений;
- создание методов и средств для определения стоимости адаптации;
- разработку общеобразовательных программ, улучшение практической подготовки и повышение общественной осведомленности об этой проблеме, особенно среди молодежи;
- мобилизацию сил на индивидуальном и институциональном уровнях;
- технологическое развитие и передачу технических достижений;
- поддержание местных стратегий преодоления трудностей.

РКИК ООН, также упоминаемая как Конвенция, представляет основу для международной деятельности в сфере смягчения последствий изменения климата и адаптации к этим последствиям. РКИК ООН вошла в силу в 1994 г. и сегодня объединяет 191 Сторону (стран-членов). Она обязывает эти Стороны сотрудничать в подготовке к адаптации вследствие изменения климата.

Кроме того, высший орган Конвенции, Конференция Сторон (КС), приняла в течение ряда лет несколько решений, касающихся адаптации. Эти решения относятся к поддержке и финансированию развитыми странами, являющимися Сторонами Конвенции, в целях оказания помощи развивающимся странам для оценки воздействия, уязвимости и адаптации; создания потенциала, обучения, образования и осведомления общественности; проведения конкретных мероприятий по адаптации; содействия передаче технологий; а также обмена опытом посредством региональных семинаров.

Без целевого финансирования процесс адаптации может лишиться своей направленности и ограничиться лишь финансированием, по оказанию кратковременной помощи в чрезвычайных обстоятельствах. Это не будет способствовать достижению стабильного развития и приведет к значительным расходам.

Государства-члены, поддержавшие Рамочную конвенцию ООН об изменении климата, создали несколько возможностей для финансирования адаптационных проектов. Среди них — Глобальный экологический фонд (ГЭФ) и три специальных фонда: Фонд для наименее развитых стран, Специальный фонд для борьбы с изменением климата и Адаптационный фонд Киотского протокола.

Борьба с глобальным потеплением осуществляется международным сообществом и отдельными государствами. Особую роль в работе на международном уровне играет ООН. Именно под эгидой этой организации были приняты Рамочная конвенция об изменении климата (РКИК ООН) и Киотский протокол.

Секретариат Конвенции ООН по изменению климата подсчитал, что к 2030 году развивающимся странам потребуется 28–67 млрд долларов США в целях адаптации к изменениям климата. Это соответствует 0,2–0,8% глобаль-

ных инвестиционных потоков, или всего лишь 0,06–0,21% прогнозируемого глобального валового продукта в 2030 году.

Дополнительные издержки в целях адаптации к прогнозируемому изменению климата в развивающихся странах составят порядка 10–40 млрд долларов в год (Всемирный Банк, 2006). Кроме того, согласно подсчетам в Обзоре экономики изменения климата Стерна, общий размер ущерба будет эквивалентен потере не менее 5% глобального валового продукта ежегодно, а в большей части развивающихся стран потери будут еще большими, если не будут предприняты меры по смягчению последствий изменения климата.

Климатические изменения есть процесс, а, следовательно, происходят постепенно. Это дает возможность приспособиться и минимизировать их негативные воздействия, организовывать мероприятия по адаптации (защите) к меняющимся условиям.

Адаптационные меры направлены на создание мер защиты населения и территории, а также экономики в условиях меняющегося климата. Возможные начальные действия по адаптации могут включать разработку соответствующего законодательства и нормативно-правовой базы для поддержания адаптационной деятельности [2, 3].

Хотя человечество постоянно адаптируется к окружающей обстановке, плановая предупредительная адаптация возникла только недавно в ответ на последствия антропогенного изменения климата, происходящего в мировом масштабе. Лица, отвечающие за проведение политики, признали, что мир стоит перед лицом реальной и непосредственной угрозы, поэтому адаптация к происходящим изменениям является необходимой.

Следует отметить, что адаптация не является альтернативой сокращению выбросов парниковых газов. Для смягчения последствий изменения климата необходим глобальный мониторинг выбросов.

Изменение климата затронет каждый аспект общества, окружающей среды и экономики. Это означает осуществление корректировок в поведении, средствах проживания, инфраструктуре, законах и политике, а также институциональной структуре в ответ на произошедшие или ожидаемые климатические изменения. Такие корректировки могут включать повышение гибкости институциональной и управленческой систем по отношению к рассмотрению неопределенных будущих изменений, или же они могут действовать на базе имеющих место последствий и угроз и/или прогнозируемых изменений. Плановая адаптация требует тщательного продумывания вопроса о том, как системы будут функционировать в отдаленном, среднем и ближайшем будущем (табл. 7.1).

Кроме того, возможные начальные действия по адаптации могут включать разработку соответствующего законодательства и нормативно-правовой базы для поддержания адаптационной деятельности.



Таблица 7.1

**Оценки, необходимые в качестве основы для определения вариантов адаптации [2]**

Оценка уязвимости	Оценка текущих рисков, связанных с изменением климата	Оценка будущих рисков, связанных с изменением климата	Оценка текущих и меняющихся социально-экономических условий
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структура оценки уязвимости: определить и согласовать определения, структуру и задачи.</li> <li>2. Выявить уязвимые группы с точки зрения приверженности опасности и оценить границы.</li> <li>3. Оценить чувствительность (текущая уязвимость отдельной системы и уязвимой группы) и адаптивная способность.</li> <li>4. Оценить будущую уязвимость.</li> <li>5. Связать результаты уязвимости с политикой по адаптации</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создать концептуальные модели.</li> <li>2. Охарактеризовать изменения климата, экстремальные проявления и опасности.</li> <li>3. Провести оценку воздействия (количественно-качественными методами).</li> <li>4. Определить критерии оценки риска.</li> <li>5. Оценить текущие климатические риски.</li> <li>6. Определить базовый уровень климатического риска</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбрать подход</li> <li>2. Собрать информацию о будущем климате (сценарии выбросов МГИК и прогнозируемые изменения климата).</li> <li>3. Провести эксперименты по чувствительности.</li> <li>4. Определить горизонты планирования и политики.</li> <li>5. Разработать климатические сценарии.</li> <li>6. Провести оценки риска в связи с изменением климата.</li> <li>7. Управлять климатическими рисками</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить границы для исследований.</li> <li>2. Разработать и применить индикаторы.</li> <li>3. Охарактеризовать текущие социально-экономические условия.</li> <li>4. Исследовать специальные характеристики (демография, экономика, использование природных ресурсов, руководство и политика, культура).</li> <li>5. Охарактеризовать текущие адаптационные меры.</li> <li>6. Охарактеризовать изменение социально-экономических условий, используя исторические сюжетные линии и прогнозы социально-экономических перемен</li> </ol>

Источник: Разработано на базе Адаптационной политической структуры, Технические доклады, ПРООН.

## **7.2. Управление рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации**

В 2012 году был подготовлен специальный доклад МГИЭК по управлению рисками экстремальных явлений и бедствий «*Управление рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата. Резюме для политиков*» (СДЭБ), в котором говорится, что экстремальные явления могут способствовать возникновению стихийных бедствий, однако на риск этих бедствий влияют не только опасные физические явления [7].

Риск стихийных бедствий возникает в результате взаимодействия метеорологических или климатических явлений — физических факторов, способствующих риску стихийных бедствий, — с подверженностью и уязвимостью, которые являются антропогенными факторами, способствующими возникновению риска. Стихийные бедствия с трудом поддаются изучению вследствие сочетания таких обстоятельств, как суровые последствия, редкость случаев бедствий, а также наличие определяющих факторов как антропогенного, так и физического происхождения. Лишь за последние несколько лет наука, занимающаяся изучением этих явлений, их воздействий и вариантов противодействия им, стала достаточно зрелой для выполнения всесторонних оценок.

В доклад включено резюме для политиков, которое содержит выводы доклада по управлению рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата. В СДЭБ эта тема рассматривается посредством оценки научной литературы по проблеме в диапазоне от вопросов соотношения между изменением климата, экстремальной погодой и климатическими событиями («климатическими экстремумами») до их последствий для общества и устойчивого развития. Эта оценка охватывает взаимодействие климатических, экологических и человеческих факторов, которые могут быть причинами последствий и стихийных бедствий, варианты управления рисками, возникающими вследствие воздействий и стихийных бедствий, а также важную роль, которую не климатические факторы играют в определении последствий. В докладе определены основные понятия, занимающие центральное место в СДЭБ (рис. 7.1).

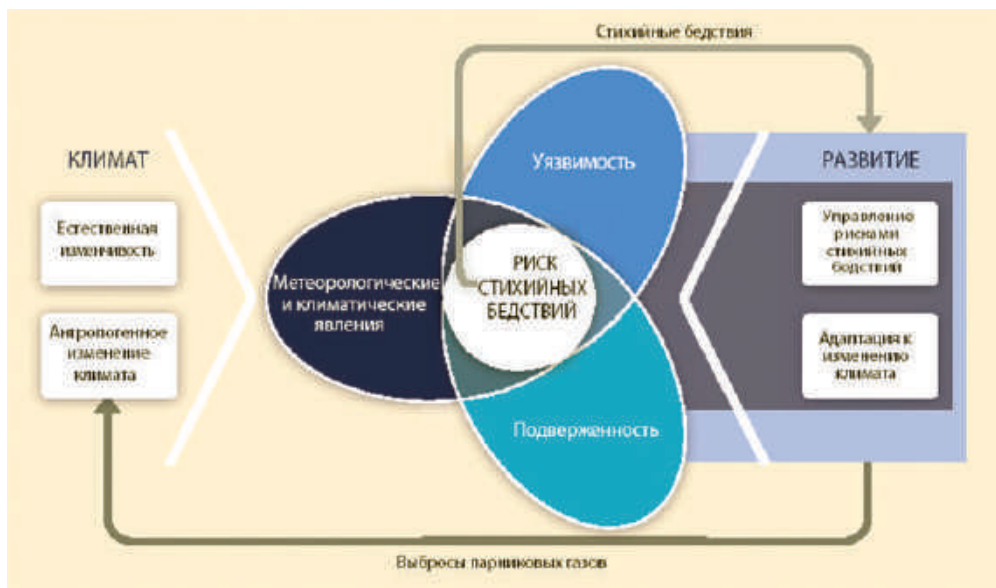


Рис. 7.1. Иллюстрация основных понятий СДЭБ: спектр факторов, включая изменение климата в результате деятельности человека, естественную изменчивость климата и социально-экономическое развитие

Характер и серьезность последствий экстремальных климатических явлений зависит не только от самих этих явлений, но также и от подверженности и уязвимости. В настоящем докладе неблагоприятные последствия считаются бедствиями в тех случаях, когда они вызывают широкомасштабный ущерб и приводят к резким изменениям в нормальном функционировании каких-либо сообществ или общества в целом. На климатические экстремальные явления, подверженность и уязвимость влияет широкий спектр факторов, включая изменение климата в результате деятельности человека, естественную изменчивость климата и социально-экономическое развитие.

Управление рисками стихийных бедствий и адаптация к изменению климата направлены главным образом на снижение подверженности и уязвимости и повышение сопротивляемости потенциальным неблагоприятным последствиям экстремальных климатических явлений, даже когда полностью исключить риск невозможно (рис. 7.2). Адаптация и смягчение последствий могут дополнять друг друга и вместе могут значительно уменьшать риски, связанные с изменением климата.

В рамках доклада под адаптацией в антропогенных системах понимается процесс приспособления к существующему или ожидаемому климату и его воздействиям с тем, чтобы смягчить ущерб или воспользоваться выгодными возможностями. В естественных системах — это процесс приспособления к существующему климату и его воздействиям; вмешательство человека может способствовать приспособлению к ожидаемому климату.



Рис. 7.2. Концепции адаптации и управления рисками стихийных бедствий в целях уменьшения рисков стихийных бедствий и управления ими в условиях меняющегося климата

Сопrotивляемость определяется как способность системы и составляющих ее частей своевременно и эффективно предполагать воздействия опасного явления, компенсировать их, приспосабливаться к ним или восстанавливаться после них, в том числе посредством обеспечения сохранения, восстановления или усовершенствования своих существенных базовых структур и функций.

Под трансформацией понимается изменение основополагающих характеристик системы (включая систему ценностей; регулирующие, законодательные или бюрократические режимы; финансовые учреждения; технологические или биологические системы).

Изменение климата ведет к изменениям в частоте, интенсивности, пространственных масштабах, продолжительности и сроках экстремальных метеорологических и климатических явлений, и его результатом могут быть беспрецедентные экстремальные метеорологические и климатические явления. Изменения в экстремальных явлениях могут быть связаны с изменениями в среднем значении, дисперсии или форме распределений вероятности или же всех этих показателей. Некоторые из климатических экстремальных явлений (например, засухи) могут являться результатом соединения метеорологических или климатических явлений, которые не являются экстремальными, если рассматривать их отдельно друг от друга. Многие экстремальные метеорологические и климатические явления по-прежнему являются результатом естественной изменчивости климата.

Естественная изменчивость будет являться важным фактором в формировании будущих экстремальных явлений в дополнение к воздействию антропогенных изменений в климате.

Будущие изменения, связанные с подверженностью, уязвимостью и экстремальными климатическими явлениями, которые являются результатом естественной изменчивости климата, антропогенного изменения климата и социально-экономического развития, могут изменить воздействия экстремальных климатических явлений на естественные и антропогенные системы, а также возможности возникновения бедствий.

Степень достоверности при прогнозировании изменений, связанных с направленностью и интенсивностью экстремальных климатических явлений, зависят от многих факторов, включая тип экстремального явления, регион и сезон, объем и качество данных наблюдений, уровень понимания основополагающих процессов и достоверность их имитации при помощи моделей.

Модели прогнозируют существенное повышение экстремальных температур к концу XXI века. Фактически определено, что увеличение частоты и интенсивности экстремальных температур теплой части суток и уменьшение частоты и интенсивности температурных экстремумов холодной части суток произойдет в глобальном масштабе в XXI веке.

Экстремальные явления будут оказывать более серьезное воздействие на сектора, имеющие более тесные связи с климатом, такие как водоснабжение, сельское хозяйство и продовольственная безопасность, лесное хозяйство, здравоохранение и туризм. Например, несмотря на то, что в настоящее время невозможно надежно прогнозировать конкретные изменения в масштабе водосборного бассейна, имеется высокая степень достоверности того, что изменения климата обладают потенциалом, чтобы серьезным образом затронуть системы управления водными ресурсами.

Адаптация к изменению климата и управление рисками бедствий обуславливают появление целого ряда взаимодополняющих концепций для управления рисками экстремальных климатических явлений и бедствий. Эффективному применению и комбинированию этих концепций может способствовать рассмотрение вопроса в более широком контексте устойчивого развития.

Меры, которые приносят пользу при существующем климате и целом ряде сценариев будущего изменения климата, называемые минимизирующими ущерб мерами, являются основой для рассмотрения прогнозируемых тенденций в области подверженности, уязвимости и экстремальных климатических явлений. Они могут приносить пользу сейчас и закладывают фундамент для анализа прогнозируемых изменений. Многие из этих минимизирующих ущерб стратегий являются источником совместных выгод, способствуют рассмотрению других целей в области развития, таких как совершенствование средств к существованию, благосостояние человека и сохранение биоразнообразия, а также способствуют минимизации масштабов осуществления неправильной адаптации.

Потенциал для минимизирующих ущерб мер, включает системы заблаговременного предупреждения; связь для сообщений о наличии риска между принимающими решения лицами и местными жителями; устойчивое управление земельными ресурсами, включая планирование землепользования; а также управление экосистемами и их восстановление. К числу других минимизирующих ущерб мер относятся совершенствование надзора за состоянием здоровья, водоснабжения, санитарных условий, а также ирригационных и дренажных систем; защита инфраструктуры от климатических воздействий; разработка и обеспечение соблюдения строительных кодексов; совершенствование образования и информированности населения.

Существенно важное значение для уменьшения риска экстремальных климатических явлений имеют действия, лежащие в диапазоне от дополнительных мер до трансформационных изменений. Дополнительные меры направлены на повышение эффективности в рамках существующих технологических и управленческих систем, а также системы ценностей, в то время как трансформация может охватывать изменения фундаментальных атрибутов этих систем. Трансформационные изменения, там, где они необходимы, также стимулируются посредством уделения повышенного внимания адаптационному управлению и процессу обучения. Если уязвимость является высокой, а адаптационные возможности незначительными, то изменения в экстремальных климатических явлениях могут затруднить устойчивую адаптацию систем без трансформационных изменений. Уязвимость часто характерна для стран или групп с низким уровнем дохода, хотя страны или группы с высоким уровнем дохода могут быть также уязвимыми для экстремальных климатических явлений. Социальная, экономическая и экологическая устойчивость может быть повышена благодаря концепциям управления рисками бедствий и адаптации к ним. Предварительным условием для обеспечения устойчивости в контексте изменения климата является устранение базовых причин уязвимости, включая структурное неравенство, которое создает нищету и делает ее устойчивой, а также ограничивает доступ к ресурсам. Это подразумевает интеграцию управления рисками бедствий и адаптации во все сферы социальной, экономической и экологической политики.

Самые эффективные действия по адаптации и уменьшению рисков бедствий — это действия, которые приносят пользу процессу развития в относительно короткой перспективе, а также уменьшение уязвимости в долгосрочной перспективе.



## **7.3. Планирование мероприятий по адаптации к изменению климата**

Даже если человечество сегодня же прекратит выбрасывать парниковые газы, влияния изменения климата избежать уже не получится. Поэтому адаптация к изменениям климата необходима во всех регионах мира и может включать в себя ряд новых задач [8].

### *а) Долгосрочное планирование*

Изменения климата влияют не только на распределение, характер и интенсивность опасных погодных явлений во всем мире, но также могут привести к появлению новых видов рисков, которые раньше либо не существовали, либо были крайне редкими. Пример климатических воздействий такого рода — прорыв ледниковых озер и разрушение плотин в горных районах из-за роста температуры и усиленного таяния ледников.

Также вероятны изменения факторов риска, вероятность негативных последствий становится выше. Таким образом, меры по адаптации необходимо осуществлять совместно со стратегиями по управлению рисками стихийных бедствий (УРСБ). Стратегии, политика и меры УРСБ должны быть направлены на предотвращение новых, более интенсивных и частых опасных погодных явлений. Например, включение оценок климатических рисков в процесс управления рисками катастроф, а также усиление существующих систем раннего оповещения и планов действий на случай чрезвычайных ситуаций — все это важно как с точки зрения адаптации к изменениям климата, так и УРСБ (рис. 7.3).

Основной вопрос, который стоит перед лицами, принимающими решение в области адаптации: что делать с неопределенностью в отношении меняющихся условий и связанных с ними последствий. Принятие решений на длительную перспективу в условиях недостатка информации — задача непростая. Разработка эффективной стратегии по адаптации к изменениям климата потребует долгосрочных, ориентированных на планирование подходов на национальном, региональном и местном уровнях. Простое реагирование на изменения в краткосрочной или среднесрочной перспективе без внимания к изменениям, кото-

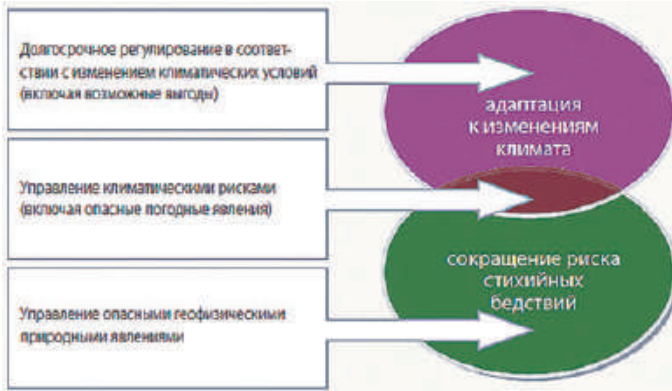


Рис. 7.3. Точки соприкосновения между управлением рисками стихийных бедствий и адаптацией к изменениям климата

рые будут происходить за более длительный период времени, может привести к неправильным инвестиционным решениям, затраты на которые могут превысить прямые потери от потепления климата.

Для существенного снижения климатических рисков работу следует планировать минимум на 50 лет вперед. Задача здесь состоит не в предсказании будущего, а в выявлении стратегий, политики и мер развития, необходимых, чтобы справиться с рядом возможных в будущем климатических и других социально-экономических изменений. Иными словами, цель долгосрочного планирования — определить соответствующий набор подходов к управлению существующими и ожидаемыми рисками и выгодами, связанными с климатическими изменениями.

Разработка стратегии на длительную перспективу — непростая задача для национального правительства, а для регионов она может оказаться еще сложнее. Климатические, биофизические (земля, вода и т. п.) и социально-экономические показатели необходимо анализировать в комплексе, чтобы разработать оптимальные методы управления, стратегии и политику. Важно иметь в виду, что точная, детальная оценка последствий изменения климата для разработки долгосрочной стратегии адаптации не требуется. Иногда достаточно простой оценки для того, чтобы определить оптимальные стратегии развития в контексте прогнозируемых изменений климатических условий. Таким же образом можно определить наиболее приемлемые стратегии адаптации, которые будут учитывать фактор неопределенности. Вначале можно разработать общую долгосрочную стратегию с использованием существующих данных и доступных подходов, а уже по мере накопления дополнительной информации, финансовых ресурсов и опыта — детализировать ее.

Национальные сообщения, которые страны регулярно направляют в РКИК ООН, для многих стран послужили толчком к началу активной работы в сфере

изменения климата. Этот опыт мог бы быть полезен регионам при подготовке комплексного регионального климатического плана.

Ключевая проблема для тех, кто принимает решения и пытается снизить риски, связанные с изменениями климата, — определить наиболее эффективные инструменты, которые бы соответствовали уникальным требованиям и возможностям их территорий.

*б) Включение адаптации в процесс принятия политических и инвестиционных решений.*

Частный сектор сам по себе вряд ли сможет разработать эффективные меры адаптации из-за неуверенности относительно временных рамок и масштаба прогнозируемых изменений климата, сомнений в общественной полезности целого ряда вариантов адаптации, а также долгосрочного характера предполагаемых выгод адаптации в противовес вполне конкретным и требующимся уже сейчас затратам. Чтобы поддержать осуществление целенаправленных мероприятий в области адаптации на самом раннем этапе, правительственным структурам стран необходимо:

- предоставить соответствующую информацию относительно будущих изменений климата;
- разработать стандарты эффективности и соответствующие нормы;
- предложить критерии для отбора приоритетных мер адаптации и их внедрения. Эти критерии могут включать соотношение затрат и выгод, а также критерии выносливости и гибкости;
- включить проблемы адаптации в национальные стратегии развития и государственные инвестиционные планы;
- разработать и внедрить долгосрочные стратегии защиты зависимых от изменений климата экосистемных и общественных услуг (водоснабжение, защита прибрежной зоны и др.).

Изменения климата — комплексная проблема. Разработка стратегий и мер по повышению устойчивости к последствиям климатических изменений необходимы для самых разных секторов экономики: энергетики, сельского хозяйства, здравоохранения, водных ресурсов, инфраструктуры и др.

Необходимо рассматривать как взаимные выгоды, так и возможные конфликты между предлагаемыми мерами по адаптации и смягчению последствий изменения климата, в том числе возможные отрицательные и положительные побочные эффекты. Излишняя концентрация внимания на отдельных целях адаптации и смягчения изменений климата, не принимая во внимание побочные эффекты и связь между ними, может привести к упущенным выгодам. Поэтому необходимы хорошо отлаженные механизмы координации на национальном, региональном и местном уровнях. Такие механизмы наиболее эффективны, когда они встроены в местную организационную и административную структуру, а также системы межрегионального сотрудничества.

Опыт показал, что неэффективно создавать отдельные ведомства, отвечающие за управление рисками, связанными с изменениями климата. Климати-

ческие изменения не могут быть единственной сферой ведения какого-либо учреждения или профессионального эксперта. Важнее усилить существующие системы управления, в том числе на региональном уровне. Это позволит разработать более действенную адаптационную стратегию по принципу «снизу-вверх».

Министерства, в чье ведение входят обеспечение государственных услуг, производство продуктов питания и управление водными ресурсами, отвечают за предоставление максимально эффективных государственных товаров и услуг при минимальном финансовом бремени климатических рисков. По сути, изменения климата стимулируют изменения в поведении людей и подходах к управлению, заставляя учитывать адаптационные мероприятия при принятии инвестиционных решений и решений в области развития на всех уровнях общества.

Традиционно, климатические данные не учитываются при планировании стратегий развития. Существующие методы планирования обычно сосредоточены на краткосрочных угрозах в двух или трех ключевых секторах и гораздо меньше внимания уделяют стабильности долгосрочных инвестиций в контексте изменчивости климата. Поэтому при проведении долгосрочного планирования те, кто принимает решения на региональном и местном уровнях, должны пересмотреть свои методы и подходы, чтобы включить в них вопросы изменения климата.

*в) Финансирование мер адаптации.*

Очевидно, что достижение целей развития будет стоить дороже в условиях меняющегося климата. Суммы, необходимые для адаптации к климатическим изменениям, значительно превышают ресурсы, которые в настоящее время доступны благодаря разнообразным источникам финансирования. Тем, кто принимает решения, придется определить приоритетные и наиболее эффективные меры адаптации, выбрать соответствующие меры по снижению структурных рисков и продвигать инициативы, связанные с адаптацией, которые не только сократят климатические риски, но будут способствовать скорейшему достижению целей развития и разработке новых механизмов финансирования адаптации.

В контексте долгосрочной климатической неопределенности особенно высок риск принятия недостаточных/избыточных мер адаптации, например, в сфере контроля над наводнениями.

Основная задача региональных властей на ближайшее десятилетие — создать благоприятную среду для решения проблемы изменения климата: разработать соответствующие стратегии и наделить необходимыми полномочиями министерства и ведомства, чтобы они отвечали за повышение эффективности и рентабельности инвестиционных решений в условиях изменчивого и неопределенного климата, а также обеспечить защиту уязвимых групп населения от новых и более частых экстремальных природных явлений. Чтобы выполнить эту задачу, региональные органы власти должны будут:

1. Оценить физические и социально-экономические последствия изменений климата.

2. Разработать новые подходы к долгосрочному планированию: переход от оперативных, краткосрочных, не связанных друг с другом мер реагирования к продуманному, долгосрочному регулированию климатических рисков для развития.

3. Включить адаптацию в планы регионального развития и планы предупреждения и ликвидации последствий стихийных бедствий: выход за рамки обычного бизнес-планирования и управления, при которых вопросы изменения климата отступают на второй план.

4. Определить беспроигрышные и безотлагательные меры адаптации, существующие адаптационные возможности и потребности.

Таким образом, разработка всеобъемлющей климатической стратегии, учитывающей местные приоритеты развития и интегрированной с общенациональными стратегиями, станет важным шагом на пути к устойчивому развитию региона.

При выборе соответствующих мер и подходов необходимо, в первую очередь, руководствоваться уникальными особенностями конкретной территории [8].

Деятельность в области адаптации к изменениям климата должна осуществляться во всех секторах на протяжении долгого периода времени. Она должна быть представлена как набор взаимодополняющих мер. Ключевой целью адаптационного компонента КРКП будет оказание помощи руководителям в определении трех типов мер в секторах с высокой степенью уязвимости:

1. Беспроигрышные адаптационные меры. Эта категория включает меры, которые, при их правильной разработке, не только снижают климатические риски, но и создают условия для получения чистой экономической выгоды. Они должны осуществляться как часть стратегии устойчивого развития региона даже при отсутствии проблем, связанных с изменениями климата.

2. Безотлагательные адаптационные меры — меры, реализацию которых — независимо от требуемых затрат — нельзя отложить либо по причине четко обозначенных рисков, связанных с изменением климата, либо из-за длительного срока их осуществления.

3. Долгосрочные адаптационные меры. К этой категории относятся меры, направленные на разработку политики и мер по смягчению как существующих, так и будущих климатических рисков, а также на снижение вероятности неправильных адаптационных решений, связанных с неопределенностью изменений климата (табл. 7.2).

Задачи по адаптации к изменениям климата тесно переплетены с задачами развития. Комплексный подход объединяет работу над снижением уязвимости и повышением способности реагировать на изменения внешней среды в контексте существующего климата, а также снижением рисков и получению возможных выгод, связанных с прогнозируемыми изменениями климата.

Подход к управлению рисками изменения климата должен базироваться на следующих основных элементах: управление, учреждения, возможности, фи-

Таблица 7.2

## Примеры беспроигрышных, безотлагательных и долгосрочных мер адаптации

Мера/Сектор	Сельское хозяйство	Водоснабжение	ЖКХ	Опасные погодные явления	Энергетика
Беспроигрышные адаптационные меры	Развитие механизмов перераспределения рисков, например страхования	Тарифы на воду, стандарты, поощряющие эффективное использование и передачу воды и электроэнергии	Лучшая теплоизоляция зданий	Совершенствование прогнозов погоды. Развитие институциональной базы на всех стадиях управления рисками стихийных бедствий	Повышение стандартов энергоэффективности и маркировка электробытовых приборов
Безотлагательные адаптационные меры	Новые виды культурных растений и изменение системы сельского хозяйства для повышения устойчивости к засухе	Разработка механизмов распределения водных ресурсов и разрешения конфликтов, связанных с их совместным управлением	Озеленение городских территорий и пересмотр планов городского развития	Расширение знаний о факторах и степени риска для принятия научно обоснованных решений по их управлению. Разработка мер по противодействию новым стихийным бедствиям	Диверсификация источников энергии
Долгосрочные адаптационные меры	Диверсификация сельскохозяйственных и несельскохозяйственных культур вместо монокультурного сельского хозяйства, более устойчивого для изменений климата	Включение информации о потенциальном воздействии изменений климата на водообеспечение в планы развития водного сектора (например, сокращение инвестиций в деятельность, затратную с точки зрения потребления воды, на территориях, которые в будущем будут испытывать нехватку водных ресурсов)	Новые строительные кодексы и подходы к городскому планированию, чтобы, например, избежать заселения территорий, особенно подверженных риску наводнений	Совершенствование системы предупреждения и реагирования в случае возникновения стихийных бедствий	Включение информации о потенциальном воздействии изменений климата на водоснабжение и другие секторы экономики и планы развития энергетического сектора (например, сокращение инвестиций в гидроэнергетику при прогнозируемом сокращении стока рек)



нансы и знания. Вероятность успешного решения проблемы изменения климата зависит от самых слабых из этих элементов, лежащих в основе адаптационной способности регионов и стран.

Принимая во внимание междисциплинарный характер и комплексность адаптационных задач, крайне важно представить результаты долгосрочного планирования, включая возможные меры адаптации, таким образом, чтобы эта информация была доступна всем основным заинтересованным сторонам в регионе.

Существует целый ряд инструментов, которые при относительно низких затратах помогают в осуществлении адаптационных решений. К таким инструментам относятся карты уязвимости для климатических рисков, которые информируют население, создают общественное мнение в пользу принятия соответствующих мер, а также способствуют учету адаптации в стратегиях развития и выделению на эти цели бюджетных средств. Картографические материалы — один из самых старых и наиболее эффективных механизмов анализа и передачи географической информации. Передать сложную информацию визуально с помощью карт легче, чем при помощи таблиц или графиков, так как карты позволяют увидеть различные взаимосвязи в пространстве.

В создании карт участвуют как технические специалисты (в сфере землепользования, климатологии, экономики и др.), так и ключевые заинтересованные лица. В основе каждой карты лежит комплексный анализ целого набора разнообразных данных: естественнонаучных, экономических, социальных и др.

Представленные в национальном и региональном/местном масштабах данные о климатических рисках обеспечат важнейшей стратегической информацией местные сообщества, бизнес, а также региональных/местных чиновников и национальное правительство.

## **7.4. Примеры адаптационных мер на территории отдельных государств [9]**

**США.** Администрация президента США разработала планы действий, позволяющие приспособиться к изменению климата и уменьшить его воздействие на окружающую среду. Эти планы были изложены в двух докладах, выпущенных разными ветвями власти. Рекомендации, поступившие от Совета консультантов Президента по науке и технике (PCAST) и Министерства внутренних дел, направлены на дальнейшее решение приоритетной задачи, ставшей главной темой обращения «О положении страны», с которым президент выступил в феврале 2013 года [<http://iipdigital.usembassy.gov/st/russian/texttrans/2013/02/20130213142502html#ixzz359lwhRVH>].

В докладе, в частности, прозвучало: «...на протяжении двенадцати лет из последних пятнадцати была зафиксирована рекордно высокая температура. Периоды сильной жары, засухи, лесные пожары, наводнения — все это в последнее время происходит все чаще и все сильнее. Можно, конечно, сказать себе, что и ураган «Сэнди», и самая сильная засуха за последние десятилетия, и самые губительные лесные пожары, с которыми только приходилось сталкиваться нескольким штатам, — все это лишь досадное совпадение. Но лучше прислушаться к неоспоримым научным данным и начать действовать, пока не стало слишком поздно».

В США для получения надежной информации о климате, на основании которой можно будет принимать меры по снижению негативных последствий от изменения климата, была учреждена межведомственная Программа по исследованиям глобальных изменений (USGCRP). В 2009 году программа стала называться Программой по исследованиям глобального изменения климата (Climate Change Science Program). В осуществлении этой программы участвуют тринадцать министерств и ведомств США.

Исследования, проведенные Бюджетно-контрольным управлением США в 2009 году, показали, что большинство из федеральных, региональных и мест-

ных органов пока не предпринимают никаких действий по уменьшению негативных последствий глобального потепления климата. Основными причинами такого отношения к адаптации являются отсутствие данных о возможных последствиях изменений климата для конкретных районов США и недостаточное финансирование мероприятий по минимизации ущерба.

Для более точного представления о таких последствиях в 2010 году администрация США приняла решение о формировании нового агентства — Климатической службы (Climate Service) в рамках Национального управления по исследованию океана и атмосферы (NOAA). В новое агентство перешли некоторые отделы Национальной метеорологической службы, Национальный центр климатических данных, а также шесть региональных климатических служб, которые должны исследовать последствия изменения климата для регионов.

Предполагается, что климатические изменения окажут серьезное влияние на водоснабжение в некоторых районах Калифорнии. По прогнозам, повышение зимних температур снизит накопление снега на хребте Сьерра-Невада, который для штата служит крупным хранилищем воды. Согласно прогнозам, сократится снежный покров в водосборных бассейнах в Сакраменто, Сан-Хоаким и Тринити (по сравнению со средними показателями за 1961–1990 годы). Сокращение снежного покрова, по оценкам ученых, составит 37% в период с 2035 по 2064 год и 79% — в 2070–2090 годы.

Калифорния уже признана штатом, страдающим от недостаточного водоснабжения, и поэтому была создана разветвленная система водохранилищ и каналов для направления потоков воды в засушливые районы. В «Обновленном плане водоснабжения» 2005 года Департамент водных ресурсов излагает всеобъемлющую стратегию для решения проблемы ограниченности водных потоков, в том числе меры по более эффективному сокращению использования воды в городах и сельском хозяйстве. О многом говорит рост инвестиций в систему очистки и возвращения в оборот воды, объем которой к 2020 году должен составить 930 млн куб. м, что приблизительно вдвое больше существующих показателей.

Калифорния также сталкивается с угрозой наводнений по двум направлениям: за счет роста уровня моря и ускорения таяния снега. Департамент водных ресурсов оценивает расходы на модернизацию системы контроля наводнений в Центральной долине и возведение дамб в дельте реки в более чем в 3 млрд долл. США. Изменения климата могут изменить прибрежную карту, в результате чего вся недвижимость на берегу моря окажется под водой, дамбы будут разрушены, а скалы будут размыты.

**Китай.** В Китае для борьбы с негативными последствиями изменения климата в 2007 году был создан Национальный комитет по изменению климата, возглавляемый премьер-министром. В состав комитета входят представители Государственного совета, МИДа, Национальной комиссии по развитию и реформам, министерств науки и технологий, финансов, земли и ресурсов, защиты окружающей среды, транспорта, водных ресурсов, сельского хозяйства, торговли, здравоохранения, развития городских территорий, бюро статистики, академии наук,

метеорологической службы, энергетического бюро и управлений гражданской авиации, лесов, океанов.

Одной из основных задач комитета является анализ влияния изменения климата на социально-экономическое развитие и разработка основных стратегий, планов и мер.

Одно из проявлений изменения климата в Китае связано с перераспределением осадков. Последние результаты мониторинга состояния почвы в Китае показали, что почти половина земли в стране подверглась негативным изменениям, в некоторых районах за последние годы ситуация сильно ухудшилась. По мнению китайских экспертов, причиной этого является деятельность человека и изменение климата, что привело к увеличению числа и площади засух и оказало сильное влияние на состояние растительного покрова земли.

Для уменьшения потерь сельскохозяйственных земель осуществляется проект «Зеленая китайская стена», призванный предотвратить расширение пустынь на территории КНР посредством высадки деревьев. Защитный пояс из деревьев, трав и кустарников, будет проходить через 13 провинций длиной более 4500 км и шириной около 100 км. Деревья будут задерживать движение ветра и песка, а корни — укреплять структуру почвы и препятствовать ее эрозии. Осуществление проекта началось в 1970 годы прошлого столетия, и будет продолжаться до 2050 года. В 12 пятилетке (2011–2015 годы) было принято решение увеличить площадь лесов на 12,5 млн га, а лесистость страны — до 21,66%.

Для увеличения осадков Китай проводит работу по активному воздействию на погоду. С каждым годом объем искусственно вызванных осадков увеличивается примерно на 50 млрд куб. м, а площади, защищаемые от града, — на 500 тыс. кв. км. Работы, проведенные в 2006–2009 годах в истоке трех крупных рек, привели к увеличению осадков на 26 млрд куб. м и к значительному расширению площади местных озер. В течение 2010 года активные воздействия на погоду проводились на площади свыше 3 млн кв. км.

**Нидерланды.** Плотной населенной, расположенной на низинных землях стране, четверть территории которой находится ниже уровня моря, приходится противостоять серьезным рискам, связанным с изменениями климата. Для борьбы с ними создана разветвленная система каналов, насосных станций и дамб. Дамбы строятся с целью противостояния погодным явлениям, которые могут произойти лишь раз в 10 тыс. лет. Не только море может представлять угрозу — река Рейн, образующая обширное устье при впадении в Маас, создает постоянную угрозу наводнения.

Планирование мер адаптации в Нидерландах рассматривается как вопрос национальной безопасности, учитывая рост уровня моря, все более разрушительные шторма и прогнозы климатических моделей, согласно которым количество осадков может возрасти примерно на 25%.

Осуществляемая политика водопользования допускает, что существующей инфраструктуры возможно недостаточно для нейтрализации негативных последствий повышения уровня воды в море и реках. Детальная схема адаптации

содержится в плане государственной политики, разработанном в 2000 году, под названием «Пространство для реки». Эта схема включает более строгий контроль за населенными пунктами, стратегии водосбора, реализуемые региональными властями в целях создания водохранилищ для аккумуляции паводка, и бюджет размером 3 млрд долл. США, направленный на инвестиции в защиту от наводнений. Политика должна защитить жителей Нидерландов от стока вод Рейна, объем которого к 2015 году может достичь 18 тыс. куб. м, что на 50% выше, чем самый высокий показатель, зарегистрированный к настоящему времени.

**Великобритания.** «Программа противодействия климатическим осложнениям» (UKCIP) содержит детальные региональные и секторальные исследования по проблемам адаптации к изменениям климата. В свете оценок рисков, связанных с повышением уровня моря и увеличением количества атмосферных осадков, разрабатываются стратегии управления наводнениями. Как ожидается, прогнозируемые изменения характера климата, штормовых явлений и количества осадков повысят риск наводнений. В отличие от Нидерландов, в Великобритании системы защиты от наводнений разрабатываются для противодействия очень сильным наводнениям, ожидаемым раз в 100–200 лет. Ввиду перспективы роста уровня моря и увеличения количества штормов и осадков, стратегии защиты от наводнений подвергаются пересмотру. Согласно оценкам страховщиков, число домов, подверженных риску наводнений, возрастет с 2 млн в 2004 году до 3,5 млн в долгосрочной перспективе, если не будет укреплена инфраструктура защиты от наводнений.

В настоящее время лишь половина национальной инфраструктуры для защиты от наводнений находится в хорошем состоянии. Агентство по охране окружающей среды запросило 8 млрд долларов США на укрепление барьера на Темзе — гидротехнического сооружения для защиты Лондона от наводнений. В настоящее время ежегодные расходы на контроль за наводнениями и уменьшение снижения береговой эрозии составляют примерно 1,2 млрд долларов США. Крупные наводнения 2007 года заставили вновь задуматься об увеличении финансирования.

**Япония.** В Японии внимание к разработке мер адаптации к изменению климата усилилось в 2004 году, когда страна подверглась разрушительному влиянию десяти тропических циклонов. Это больше, чем в любой другой год на протяжении последнего столетия. Общие потери составили 14 млрд долл. США, и примерно половина этой суммы была покрыта страховыми компаниями. Повышение температуры и повышение уровня моря также усилили риски. Средний уровень моря ежегодно повышается на 4–8 мм. Хотя в Японии одна из наиболее совершенных систем защиты от наводнений, порты и гавани считаются чрезвычайно незащищенными объектами. Ввиду прогнозируемого роста уровня моря на 1 м в течение XXI века, необходима разработка более эффективных систем защиты от наводнений. Согласно планам японского правительства, расходы на эту программу составят 93 млрд долларов США.

**Германия.** Большая часть территории Германии подвергается растущему риску наводнений по мере изменения климата. Исследования, проведенные в бассейне реки Неккар в земле Баден-Вюртемберг и в Баварии, прогнозируют увеличение числа небольших и средних наводнений на 40–50% к 2050 годам, в то время как частота «наводнений века» вырастет на 15 процентов.

По оценкам Министерства окружающей среды земли Баден-Вюртемберг, дополнительные расходы на развитие инфраструктуры для долгосрочной защиты от наводнений составят 685 млн долларов США. После крупных наводнений в 2002 и 2003 году Германия приняла Закон о контроле наводнений, включающий оценку климатических изменений в процесс национального планирования и наложивший строгие ограничения на использование затопляемых областей и поселений.

### **Европейский регион**

Характер мышления и подходы к адаптации к климатическим изменениям сместились от реактивного реагирования на катастрофы к предупреждению и управлению рисками. Яркий пример этому — внедрение в ряде стран систем раннего оповещения о волнах тепла (Португалия, Испания, Франция, Великобритания, Италия, Венгрия). Другие меры касаются долговременного изменения климата, включая разработку национальных планов действий по адаптации к изменениям климата, а более конкретные меры включены в европейские и национальные стратегии развития для сельского хозяйства, энергетики, лесного хозяйства, транспорта и других отраслей. В табл. 7.3 приведены обобщенные данные по возможным мерам адаптации к изменениям климата [10].

Ряд государств-членов ЕС уже приняли национальные стратегии адаптации. Они включают технологические решения (так называемые «серые» мероприятия), экосистемную адаптацию («зеленые» мероприятия), а также поведенческие, управленческие и законодательные подходы («мягкие» меры).

В целом данные адаптационные мероприятия направлены на формирование адаптационного потенциала, снижение риска и степени чувствительности, повышение потенциала для преодоления последствий чрезвычайных ситуаций и получение выгоды от измененных климатических условий.

В первую очередь должны быть разработаны мероприятия для соответствующего реагирования на последствия, представляющие наибольший риск для здоровья населения и жизнеобеспечивающих ресурсов (водных, земельных).

В течение последних нескольких лет в европейском регионе финансируются несколько крупных исследовательских проектов моделирования регионального климата и оценки последствий его изменения. В результате выполнения этих проектов разработаны высокоразрешающие карты, показывающие изменения таких характеристик как средняя температура и осадки, урожайность сельскохозяйственных культур, условия для туризма, смертность в связи с изменением теплового режима, утрата биологического разнообразия и т. д.

Например, проект ENSEMBLES, выполняемый под эгидой Европейского Союза, предлагает прогнозы изменения климата с точки зрения изменений природ-



Таблица 7.3

**Примеры возможных мер по адаптации к изменениям климата в различных отраслях экономики**

Отрасли хозяйства	Примеры действий по адаптации к изменениям климата
Сельское и лесное хозяйство	изменения в землепользовании в районах высокого риска; выведение и развитие альтернативных культур, новых теплолюбивых сортов, ветроустойчивых культур, совмещение различных культур; корректировка графика посадки и сбора урожая, повышение надзора за культурами; улучшение дренажа, создание плавающих сельскохозяйственных систем, водная уборка урожая; борьба с пожарами и их предупреждение посредством изменения компоновки лесонасаждений, планирования ландшафта, сбора сухостоя, вырубki подлеска
Водные ресурсы	усовершенствование систем водоснабжения; управление спросом на воду с помощью измерений потребления и цен на воду; сохранение почвенной влаги, например, путем мульчирования; опреснение морской воды, сохранение грунтовых вод путем искусственного пополнения; реализация мер защиты, в т. ч. прогнозирование наводнений и предупреждение о них, улучшение инфраструктуры по защите от наводнений
Здравоохранение	усиление роли государственных институтов и систем здравоохранения; улучшение обеспечения чистой питьевой водой населения; внедрение международных систем санитарно-эпидемиологического надзора и мониторинга
Социальная сфера	учет изменения климата в программных документах социально-экономического развития стран и регионов; улучшение консультативных услуг населению; разработка системы страхования по компенсации ущерба, вызванного чрезвычайными погодными условиями; программы специальной медицинской помощи особо уязвимым группам населения (людям, страдающим сердечно-сосудистыми заболеваниями и пожилым людям); эффективная помощь в чрезвычайных обстоятельствах и ликвидация их последствий

ного климата и воздействия человека на климат, а в рамках проекта PRUDENCE определены последствия будущего изменения климата для различных регионов Европы.

В настоящее время проводится крупный европейский исследовательский проект ADAM, который оценивает затраты и эффективность осуществления политики смягчения последствий и адаптации с целью обеспечения рационального перехода периода экологического развития, когда глобальное изменение климата будет обусловлено повышением температуры не более чем на 2 °С по сравнению с периодом промышленной революции. Будет разработан ряд стратегических решений и мероприятий на более длительный срок.

Основной целью проекта PESETA (Прогнозирование экономических последствий изменения климата для различных секторов в странах Европейского союза на основе анализа снизу вверх) является оказание помощи общественности в понимании вероятных экономических последствий изменения климата в Европе в XXI веке.

Проект координирует Институт технологических исследований будущего (IPFS) Объединенного исследовательского центра. PESETA изучает последствия изменения климата для следующих секторов: прибрежные системы, потребность в энергии, здоровье человека, сельское хозяйство, туризм и наводнения в бассейнах рек. Проект PESETA предлагает ценные данные по финансовым затратам изменения климата в Европе на основе современной оценки физических последствий и высокоточных климатических сценариев. Общий подход к оценке последствий изменения климата состоит в изначальной оценке физических последствий, а затем их финансовой оценке.

Эти примеры показывают, что неопределенность изменений климата не является причиной для промедления в осуществлении мер по адаптации. Государственные капиталовложения сегодня рассматриваются как метод страхования от будущих расходов. В Великобритании правительственные организации подсчитали, что каждый долл. США, вложенный в средства защиты от наводнений, экономит около 5 долл. ущерба от наводнений. Отдача в результате заблаговременного инвестирования в разработку мер адаптации к изменениям климата скорее всего будет увеличиваться по мере усиления негативных последствий климатических изменений.

По подсчетам Европейской комиссии, ущерб, понесенный в результате повышения уровня моря к 2020 году, будет почти в четыре раза больше, чем в случае принятия превентивных мер. К 2080 годам издержки на устранение негативных последствий изменений климата будут в восемь раз больше. Более того, расходы на подобные меры защиты составляют лишь малую часть тех потерь, которых можно избежать.

## **7.5. Адаптационные меры на территории Российской Федерации**

В Российской Федерации адаптация к климатическим изменениям рассматривает как один из ключевых элементов климатической политики. В Климатической доктрине Российской Федерации содержатся принципиальные элементы, предусматривающие совершенствование системы наблюдений за климатом, оценки климатических рисков и разработку мер адаптации к последствиям изменения климата [11].

В соответствии с Климатической доктриной России «задачами федеральных органов государственной власти в рамках выработки и реализации политики в области климата являются, в частности, включение мер по адаптации... в среднесрочные и долгосрочные планы социально-экономического развития Российской Федерации».

В Климатической доктрине России также отмечается: «Особенностью реакции климата, как на антропогенное воздействие, так и на меры по смягчению антропогенного воздействия, является ее запаздывание по отношению к такому воздействию. В рамках политики в области климата эта особенность предопределяет важную роль своевременной адаптации к неизбежным в ближайшие десятилетия климатическим изменениям... Адаптация к изменениям климата необходима для снижения потерь и использования выгод, связанных с наблюдаемыми и будущими изменениями климата».

Система адаптации должна включать различные административные уровни от федеральных до местных, с учетом региональных природных и социально-экономических особенностей. Для этого необходимо сотрудничество и согласование действий между различными административными уровнями, а также максимальное вовлечение в процесс адаптации всех заинтересованных сторон.

Общие мероприятия по адаптации и смягчению воздействия на климат включают в себя [11, 12]:

- разработку и внедрение экономических инструментов ограничения выбросов парниковых газов в отраслях экономики;

- поддержку реализации государственных (отраслевых, региональных) программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- реализацию мер по сокращению выбросов и увеличению абсорбции поглотителями парниковых газов в энергетике, промышленности, сельском и лесном хозяйстве;
- совершенствование сферы обращения с отходами;
- разработку и внедрение системы требований к энергоэффективности при разработке проектов и эксплуатации зданий и сооружений;
- осуществление мер по увеличению использования возобновляемых источников энергии, атомной энергетики;
- разработку и реализацию мер по повышению энергоэффективности существующих технологий промышленного производства;
- разработку и внедрение инновационных технологий утилизации метана и производства биогаза;
- охрану и повышение качества лесов как накопителей и поглотителей парниковых газов, применение рациональных методов ведения лесного хозяйства, включая облесение и лесовосстановление;
- разработку и совершенствование системы критериев и условий климатической безопасности страны;
- оценку уязвимости отдельных регионов к изменению климата;
- разработку отраслевых стратегий по адаптации к изменению климата и реализацию данных стратегий;
- минимизацию последствий опасных гидрометеорологических явлений, обусловленных изменением климата, в том числе разработку методик расчета рисков и оценки ущерба, а также сценариев адаптации к таким явлениям;
- минимизацию риска снижения производства продукции сельского хозяйства, включая снижение продуктивности сельскохозяйственных животных, урожайности и валовых сборов сельскохозяйственных культур;
- развитие сети мониторинга изменений климата и разработку планов адаптации населения климатически уязвимых регионов.

В масштабе России можно выделить следующие ключевые меры адаптации к изменению климата:

- повысить готовность к стихийным бедствиям и «волнам жары»;
- предпринять практические меры по профилактике болезней, распространению которых способствует изменение климата, усилить эпидемиологический надзор за инфекционными заболеваниями;
- усилить контроль за водными ресурсами в зонах их дефицита. Начать соответствующие защитные мероприятия, в частности, лесопосадки;
- планировать работу энергетических объектов и транспорта в условиях дополнительной нагрузки при экстремальных температурах воздуха и других негативных последствиях изменения климата;
- организовать широкую информационно-образовательную кампанию по разъяснению проблемы изменения климата и путей ее решения;

- поддерживать особо охраняемые природные территории и при необходимости расширять их границы;
- начать перестройку инфраструктуры в зоне вечной мерзлоты;
- принять более жесткие экологические нормы и правила для работы в Арктике, помогать коренному населению;
- разработать методики оценки уязвимости страны, связанной с возможными климатическими сдвигами;
- начать формирование культуры климатической безопасности.

При этом активная государственная политика имеет важнейшее значение для борьбы с изменением климата, и она совместима со стратегией устойчивого развития и экономического роста и является ее необходимым элементом.

К сожалению, в России наблюдается тенденция к снижению эффективности адаптации экономики и общества к изменениям климата. Как известно, европейская территория России подвергается засухе примерно каждые 25 лет. Поэтому в местах, где наблюдались засухи, в СССР было развернуто широкомасштабное создание лесополос, способствующих накоплению влаги в почве и создающих благоприятный микроклимат для выращивания сельскохозяйственных культур. С начала перестройки национальная система лесовосстановительных работ была практически ликвидирована. За первые 10 лет посадка и посевы лесов сократились в 3 раза. Гибель лесонасаждений намного превышает объем посадки: в 2000 году — в 3 раза, 2005 году — в 5 раз. Посадка и поддержание защитных лесных полос прекратились почти полностью. Лесополосы стали бесхозными и интенсивно вырубаются [12].

Одновременно с устройством полезащитных лесонасаждений в СССР создавались оросительные системы. Около 4 тысяч водохранилищ объемом 1200 км<sup>3</sup> воды позволили улучшить окружающую среду, построить большую систему водных путей, урегулировать сток множества рек, получать огромное количество дешевой электроэнергии, использовать накопленную воду для орошения полей и садов. В 1990 году площадь орошаемых земель в РСФСР составляла 6,2 миллиона гектаров. Степень использования оборудованных для орошения земель в 1980 годы равнялась 95%.

Созданная в 1960–1970 годы большая система ирригации и лесопосадок, дававшая засушливым районам достаточное количество воды для орошения и хозяйственных нужд, служила защитой России от засухи. Практически полное разрушение ее привело страну к резкому увеличению риска негативного влияния изменений климата.

Важнейшим направлением «развитие адаптационных мер» является развитие энергетики на основе использования возобновляемых (неисчерпаемых) источников (ВИЭ).

В Федеральном законе от 26 марта 2003 года № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» дано определение ВИЭ:

«Возобновляемые источники энергии — энергия солнца, энергия ветра, энергия вод (в том числе энергия сточных вод), за исключением случаев исполь-

зования такой энергии на гидроаккумулирующих электроэнергетических станциях, энергия приливов, энергия волн водных объектов, в том числе водоемов, рек, морей, океанов, геотермальная энергия с использованием природных подземных теплоносителей, низкопотенциальная тепловая энергия земли, воздуха, воды с использованием специальных теплоносителей, биомасса, включающая в себя специально выращенные для получения энергии растения, в том числе деревья, а также отходы производства и потребления, за исключением отходов, полученных в процессе использования углеводородного сырья и топлива, биогаз, газ, выделяемый отходами производства и потребления на свалках таких отходов, газ, образующийся на угольных разработках».

В широком смысле «зеленая» энергетика — это все такие решения в области энергетики и энергоснабжения, которые позволяют сократить выбросы парниковых газов.

Реализация нового зеленого курса предполагает минимизацию использования невозобновимых полезных ископаемых для производства электроэнергии за счет инвестиций в возобновляемые энергоносители.

По мнению экспертов, ВИЭ уже сегодня могут замещать ископаемое топливо в четырех сферах: производстве электроэнергии, приготовлении пищи и отоплении помещений, производстве моторного топлива, автономном снабжении энергией удаленных потребителей и в сельской местности.

В России ВИЭ могут иметь несколько сфер применения. Во-первых, это энергообеспечение северных и других труднодоступных и удаленных районов, не подключенных к общим сетям, где проживают более 10 млн человек. В целом «северный завоз» оценивается в 7 млн т нефтепродуктов и 23 млн т угля. При этом топливо доставляется водным, автомобильным и даже воздушным транспортом. Такое топливоснабжение обходится стране в сотни млрд рублей ежегодно. Себестоимость производства электроэнергии в таких регионах превышает 30 и даже 50 рублей за кВт·ч, а тепла 3000 рублей за 1 Гкал, что делает применение технологий ВИЭ коммерчески привлекательным [13, 14, 15, 16].

Более 15 млн россиян проживает там, где централизованное электроснабжение ненадежно и потребителей регулярно отключают от сети. Аварийные отключения дезорганизуют жизнь городов и сельской местности, наносят огромный ущерб промышленному и сельскохозяйственному производствам. Использование местных нетрадиционных ВИЭ, главным образом энергии ветра, малых ГЭС и биомассы позволило бы избежать таких потерь и одновременно сократить потребность в привозном топливе.

Децентрализованное снабжение электроэнергией и теплом сельских районов, в том числе отдаленных изолированных поселений, семейных ферм, индивидуальных загородных домов также является перспективной сферой использования нетрадиционных ВИЭ. Более того, часто это единственный способ их снабжения. В число потенциальных потребителей нетрадиционных ВИЭ могут также войти предприятия лесной и рыбной промышленности, метеорологиче-



ские, коммуникационные, археологические и геологические станции, радары, маяки, морские нефтяные и газовые платформы.

Россия располагает огромными ресурсами по всему набору видов ВИЭ. В отчете по результатам проекта TACIS «Перспективы развития ВИЭ в России» даны оценки валового, технического и производственного потенциала некоторых видов ВИЭ. Так производственный солнечный потенциал для выработки тепловой энергии оценивается в 1,4–1,7 млн т.у.т. в год, что достаточно для обеспечения 12–14 млн человек горячим водоснабжением с приемлемым качеством по цене менее 2000 рублей за 1 Гкал. Производственный ветровой потенциал для выработки электроэнергии оценивается в 36 млн т.у.т. в год или 120 млрд кВт·ч по цене около 2–2,5 рублей за кВт·ч.

Объем технически доступных ресурсов возобновляемых источников энергии в Российской Федерации составляет не менее 24 млрд тонн условного топлива. Однако вклад ВИЭ (без крупных ГЭС) в энергобаланс России пока не превышает 1%.

Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года отражены в распоряжении Правительства РФ от 8 января 2009 г. № 1-р.

На период до 2020 года устанавливаются следующие значения целевых показателей объема производства и потребления электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии (кроме гидроэлектростанций установленной мощностью более 25 МВт): в 2010 году — 1,5%; в 2015 году — 2,5%; в 2020 году — 4,5%.

С использованием возобновляемых источников энергии ежегодно вырабатывается не более 8,5 млрд кВт·ч электрической энергии (без учета гидроэлектростанций установленной мощностью более 25 МВт).

Низкие темпы развития электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии определяются следующими факторами:

неконкурентоспособность проектов использования возобновляемых источников энергии в существующей рыночной среде по сравнению с проектами на основе использования ископаемых видов органического топлива;

наличие барьеров институционального характера, связанных с отсутствием необходимых нормативных правовых актов, стимулирующих использование возобновляемых источников энергии в сфере электроэнергетики, отсутствием федеральной и региональных программ поддержки широкомасштабного использования возобновляемых источников энергии;

отсутствие инфраструктуры, требуемой для успешного развития электроэнергетики на основе возобновляемых источников энергии, в том числе недостаточность уровня и качества научного обслуживания ее развития, отсутствие надлежащей информационной среды, включая информацию о потенциальных ресурсах возобновляемых источников энергии, достоверных данных о показателях реализованных проектов, отсутствие нормативно-технической и методи-

ческой документации, программных средств, необходимых для проектирования, сооружения и эксплуатации генерирующих объектов, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии, недостаточное кадровое обеспечение и отсутствие механизмов использования общественного ресурса для поддержки развития электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии.

Россия пока отстает от ведущих стран по разработке и освоению технологий использования ВИЭ. Тем не менее, имеются примеры реализации успешных проектов в этой области. Это относится к созданию нескольких геотермальных станций на Камчатке, ввод которых позволил существенно сократить объемы завоза дизельного топлива в этот регион. Частный бизнес осуществил «прорыв» в освоении производства древесных пеллет из отходов деревопереработки. Россия вошла в число мировых лидеров по объему производства пеллет (более 2 млн т в год).

В Астраханской и Московской областях, Краснодарском крае, на Кольском полуострове, в Якутии, Крыму и в других регионах России осуществляются проекты по использованию ветровой и солнечной энергии. Более 30 российских производителей уже специализируются на выпуске ветроэнергетических установок и солнечных электростанций.

В Краснодарском крае и на полуострове Камчатка работают геотермальные электростанции. В частности, геотермальные электростанции ОАО «РусГидро» обеспечивают до 30% энергопотребления Камчатского края. На Кольском полуострове действует приливная гидроэлектростанция.

Российскими предприятиями налажен выпуск биоэнергетических установок для переработки органических отходов. Такие установки успешно эксплуатируются во Владимирской, Калужской и Московской областях, в Пермском крае.

4 февраля 2014 г. в Белгороде состоялось заседание президиума Совета по модернизации экономики и инновационному развитию России, в ходе которого участники заседания осмотрели крупнейшую в России биогазовую станцию «Лучки» в Прохоровском районе Белгородской области, обеспечивающей поставки электрической и тепловой энергии жителям района, где проживают более 30 тыс. человек. Пуск станции «Лучки» состоялся 25 июня 2012 года, а 20 июля 2012 года она вышла на проектную мощность 2,4 МВт. Биогазовая станция «Лучки» предотвратила выброс в атмосферу более 18 700 т углекислого газа, который произошел бы при выработке электроэнергии менее экологичными способами. Попутно станция перерабатывает около 75 тысяч тонн отходов ежегодно, что весьма важно для Белгородской области — одной из самых развитых по части сельского хозяйства областей России.

Начинаются реализовываться проекты малой гидроэнергетики в России после длительного периода забвения. Сейчас в России действуют порядка 300 малых ГЭС (МГЭС) общей мощностью около 1300 МВт. Основным игроком рынка МГЭС является компания ОАО «РусГидро», которая объединяет более 70 объектов возобновляемой энергетики. В организации разработаны програм-

мы строительства МГЭС, предполагающие сооружение 384 станций суммарной мощностью 2,1 ГВт. В ближайшие несколько лет в России можно ожидать ввода новых мощностей в малой гидроэнергетике в объеме 50–60 МВт установленной мощности ежегодно.

Россия, благодаря огромной территории, охватывающей несколько климатических поясов, имеет самый большой в мире потенциал ветровой электрогенерации (оценивается в 260 млрд кВт•ч электроэнергии в год, что составляет около 30 % нынешнего производства электроэнергии всеми электростанциями страны).

Следует отметить, что большая часть наиболее «богатых на ветер» регионов России — это местности, удаленные от основных электрогенерирующих мощностей страны. К таковым относятся Камчатка, Магаданская область, Чукотка, Сахалин, Якутия, Бурятия, Таймыр и др. Здесь в основном отсутствуют собственные ископаемые энергетические ресурсы, а удаленность от магистральных линий электропередачи и транспортных энергетических нефте- и газопроводов делают экономически необоснованным подключение регионов к централизованному энергообеспечению. По сути, единственным постоянным источником электроэнергии в удаленных местностях России служат дизель-генераторы, работающие на дорогом привозном топливе. Производимая с их помощью электроэнергия имеет чрезвычайно высокую себестоимость (20–40 руб за 1 кВт•ч). В таких регионах развитие ветровых электростанций является экономически выгодным даже без какой-либо финансовой поддержки со стороны государства.

Солнечная энергетика занимает первое место в мире среди всех типов ВИЭ по популярности и динамике развития. На рис. 7.4 представлена карта инсоляции России. В России эта область энергетики наиболее развита в Крыму. В Республике Крым 10% всей вырабатываемой электроэнергии уже приходится на энергию солнца и ветра. Мощность ветровой энергии на побережье Черного и Азовского морей является максимальной в стране и составляет 471–597 Вт/м<sup>2</sup>. Высокий потенциал развития в Крыму наблюдается и для солнечной энергетики, поскольку показатель солнечной радиации на протяжении года составляет 2300–2400 кВт/час на м<sup>2</sup>. По оценкам экспертов, наиболее благоприятными регионами являются территории, где солнечная радиация составляет не менее 2000 кВт/час на м<sup>2</sup> в год. Общая мощность трех крымских солнечных электростанций в «Родниковом», «Перово» «Охотниково» составляет 187,5 МВт. Суммарная потребность Республики Крым в электроэнергии составляет около 1200 МВт.



## 7.6. Общие адаптационные меры на территории федеральных округов Российской Федерации [12]

Некоторые региональные последствия возможных изменений климата в ближайшее десятилетие и примеры адаптационных мер для федеральных округов Российской Федерации отражены в табл. 7.4.

Таблица 7.4

### Региональные последствия возможных изменений климата в ближайшее десятилетие и примеры адаптационных мер на территории федеральных округов

Регион	Изменения климата	Последствия	Адаптационные меры
Северо-Западный федеральный округ	Значительное повышение средней температуры (зимой 1,7–2,0 °С; летом 0,9–1,0 °С). Увеличение среднего количества осадков (зимой 5–7%; летом 1–6%). Возрастание изменчивости температуры, включая интенсификацию волн тепла. Увеличение повторяемости оттепелей зимой и заморозков весной. Повышение температуры воздуха у поверхности (ТВП)	Сокращение отопительного периода на 2-3 дня. Сокращение вдвое долговечности блочных и панельных зданий, ухудшение качества теплоснабжения. Рост рисков опасного гололедообразования и аварий на ЛЭП (разрыв проводов и разрушение опор) и гололедицы на дорогах. Возрастание пожароопасности в лесах летом. В северной части увеличение повторяемости и высоты заторных наводнений. На юго-западе уменьшение повторяемости весенних наводнений, вызванных снеготаянием. Увеличение повторяемости и высоты нагонных наводнений в устьях рек. Улучшение условий для животноводства в результате увеличения кормовой базы и сокращения периода стойлового содержания скота	Реконструкция блочных и панельных зданий. Пересмотр нормативов по теплосопротивлению зданий. Обновление нормативов по отоплению. Создание систем раннего предупреждения об аномалиях тепла и холода. Мониторинг состояния покрытий зданий. Мониторинг обледенения ЛЭП и автомобильных дорог. Мероприятия по охране лесов, от пожаров, развитие систем раннего предупреждения о лесных пожарах. Пересмотр правил регулирования работы ГЭС и сложившихся сроков ремонта (в связи с увеличением зимнего стока). С целью повышения надежности электроснабжения создание на побережье Финского залива, Ладожского озера и на ряде островов ВЭС и отдельных крупных (мегаваттных) ВЭУ. Ускоренная адаптивная интенсификация сельского хозяйства на основе обеспечения нормативного уровня применения органических и минеральных удобрений, мелиорантов и средств защиты растений

Продолжение табл. 7.4

Регион	Изменения климата	Последствия	Адаптационные меры
Центральный федеральный округ	Повышение средней температуры (зимой 1,0–1,6 °С; летом 1,0–1,1 °С). Тенденция к уменьшению количества осадков летом при незначительном увеличении количества осадков зимой. Увеличение повторяемости и интенсивности волн тепла	Сокращение отопительного периода на 1-2 дня. Вследствие увеличения изменчивости температуры воздуха и учащения оттепелей зимой ускорение разрушения зданий и уменьшение срока их службы. Более частое и интенсивное обледенение проводов ЛЭП, других воздушных линий и разрыв проводов. Повышенная скользкость дорог. Ухудшение качества теплоснабжения. Рост риска аварий на магистральных трубопроводах. Возрастание повторяемости пожаров в лесах и на торфяниках. Уменьшение повторяемости весенних наводнений, вызванных снеготаянием. Дефицит воды для промышленных предприятий и хозяйственных нужд в отдельных районах. Риск снижения урожайности, прежде всего яровых зерновых культур, в результате уменьшения влагозапаса почв в вегетационный период. Улучшение условий увлажнения в осенний период и уменьшение повторяемости лет с вымерзанием озимых культур, что смягчает отрицательные последствия увеличения засушливости климата. Увеличение повторяемости смерчей и ураганов	Разработка систем раннего предупреждения о смерчах, ураганах, волнах тепла и холода, профилактические мероприятия для людей пожилого возраста и детей. Совершенствование систем управления водными ресурсами, включая разработку практических мероприятий по дополнительному водообеспечению населения и экономики Москвы и Московской области. Мероприятия по охране лесов, в том числе повышение продуктивности биомассы лесных насаждений, расширение объемов природного обновления, улучшение качества посадочного материала, ведение лесного семеноводства на селекционно-генетической основе, усиление мероприятий по борьбе с вредителями и болезнями, предупреждение и развитие систем раннего предупреждения о лесных пожарах. Расширение применения влагосберегающих технологий, увеличение доли озимых зерновых культур, расширение посевов засухоустойчивых теплолюбивых культур — кукурузы, сорго и проса, подсолнечника. Для использования дополнительных тепловых ресурсов — расширение посевов вторых пожнивных культур в благоприятные по увлажнению годы
Приволжский федеральный округ	Умеренное потепление (зимой 0,9–1,3 °С; летом 1,0–1,2 °С). Повышение летних экстремальных температур. Небольшое увеличение среднего количества осадков	Сокращение отопительного периода на 2-3 дня. Умеренное возрастание рисков, связанных с гололедными и снеговыми нагрузками (автотранспорт, ЛЭП). Улучшение условий для развития отдельных ВИЭ, прежде всего геотермальной энергии. Повышение удельной водообеспеченности. Благоприятное для выработки гидроэлектроэнергии повышение притока к водохранилищам крупных ГЭС. Улучшение условий зимовки сельскохозяйственных культур. Возрастание повторяемости засух, уменьшение биоклиматического потенциала и урожайности. Учащение летом экстремальных температур	Развитие геотермальной энергии. Мероприятия по охране лесов, в том числе повышение продуктивности биомассы насаждений, обновление леса путем создания благоприятных условий для естественного роста молодых деревьев (рубки ухода, рубки обновления, регулирование численности животных и т.д.), улучшение качества посадочного материала, ведение лесного семеноводства на селекционно-генетической основе, усиление мероприятий по борьбе с вредителями и болезнями, предупреждение и развитие систем раннего предупреждения о лесных пожарах. Пересмотр правил регулирования Волжско-Камского каскада ГЭС в связи с ростом зимнего стока. Совершенствование систем управления водными ресурсами, развитие программ рекреационного районирования.



Регион	Изменения климата	Последствия	Адаптационные меры
			<p>В сельском хозяйстве расширение посевов засухоустойчивых культур, а также озимых зерновых за счет сокращения посевов менее урожайного ярового ячменя и других ранних яровых.</p> <p>Расширение производства сильной и твердой яровой пшеницы.</p> <p>Пересмотр видового и сортового состава возделываемых сельскохозяйственных культур с целью отбора видов (сортов), более позднеспелых и более продуктивных, для использования дополнительных тепловых ресурсов, обусловленных потеплением.</p> <p>Расширение посевов теплолюбивых культур: кукурузы, сахарной свеклы, подсолнечника, сои и рапса озимого.</p> <p>Расширение спектра возделываемых на юге региона теплолюбивых культур за счет хлопчатника, нута др. для повышения урожайности при потеплении климата.</p> <p>Совершенствование систем управления водными ресурсами, составление программ по развитию гелиоэнергетики и рекреационному районированию в различные сезоны</p>
<p>Уральский федеральный округ</p>	<p>Возрастание повторяемости штормовых ветров, увеличение засушливости в южной части округа.</p> <p>Ожидаемое значительное потепление, более сильное на севере зимой (и на юге летом (зимой 1,5–1,6 °С; летом 0,9–1,1 °С)).</p> <p>Небольшое увеличение среднего количества осадков.</p> <p>Небольшое увеличение засушливости на юге</p>	<p>Сокращение отопительного периода на 4-5 дней.</p> <p>В северной части округа возможно таяние вечной мерзлоты; в южной части — увеличение повторяемости наводнений, вызванных интенсивным снеготаянием, возрастание повторяемости засух и жарких периодов, опасных для здоровья.</p> <p>Ухудшение условий для работы АЭС и ТЭС из-за повышения максимальных температур и нагревания прудов-охладителей.</p> <p>Улучшение условий для развития гелиоэнергетики.</p> <p>Возрастание пожароопасности в лесах.</p> <p>Повышение риска аварий за счет ветровых нагрузок на ЛЭП.</p> <p>В связи с потеплением и ростом повторяемости заморозков и оттепелей увеличение повторяемости гололедицы на дорогах.</p> <p>Улучшение условий производства зерна яровых культур.</p>	<p>В северной части — повышение надежности и обеспечение безопасной эксплуатации нефте- и газопроводов (урало-сибирского и юго-западного), в дальнейшем всего трубопроводного транспорта.</p> <p>В южных районах — рост теплопроводности ограждающих конструкций и расширение использования бытового и промышленного кондиционирования в связи с повышением температуры летом.</p> <p>Совершенствование управления водными ресурсами.</p> <p>Развитие гелиоэнергетики.</p> <p>Мероприятия по охране лесов, в том числе повышение продуктивности биомассы лесных насаждений, обновление леса путем создания благоприятных условий для естественного роста молодых деревьев (рубки ухода, рубки обновления, регулирование численности животных и т. д.), улучшение качества посадочного материала, ведение лесного семеноводства на селекционно-генетической основе, усиление мероприятий по борьбе с вредителями и болезнями, предупреждение и развитие систем раннего предупреждения о лесных пожарах.</p> <p>В сельском хозяйстве — посевы засухоустойчивых культур, расширение площадей, занятых озимыми зерновыми, более урожайными, чем яровые культуры.</p>

Продолжение табл. 7.4

Регион	Изменения климата	Последствия	Адаптационные меры
Сибирский федеральный округ	<p>Сильное потепление в северной части, умеренное — в центральной и южной частях, не только зимой, но и летом. На севере — возрастание повторяемости штормовых ветров, небольшое увеличение осадков. Увеличение повторяемости опасных явлений. Рост температур в районах вечной мерзлоты. Рост среднегодового количества осадков преимущественно за счет их увеличения в холодный период. Уменьшение повторяемости зим с минимальной температурой почвы.</p>	<p>Сокращение отопительного периода на 4-5 дней в северной части округа и на 3-4 дня в южной. Деградация вечной мерзлоты, особенно в южной части. Возрастание пожароопасности в лесах, особенно в юго-восточной части. Увеличение водных ресурсов на севере и уменьшение на юге. Увеличение повторяемости заторных наводнений. Возрастание частоты и размеров наводнений в южной части, вызванное увеличением дождевой составляющей весеннего половодья. Увеличение повторяемости оползней и селей в связи с быстрым таянием снега на юге округа. Улучшение условий для речного судоходства. На юге улучшение условий для развития гелиоэнергетики благодаря обилию солнечных дней в зимнее время. Риск произвольных сбросов вод из водоемов при ГЭС в связи с увеличением скорости снеготаяния и стока весной. Улучшение условий для развития сельского хозяйства, включая животноводство, повышение его продуктивности за счет широкого внедрения позднеспелых культур, сортов и гибридов. Укрепление кормовой базы животноводства за счет многоукосных трав и пожнивных посевов. Устойчивая продолжительная жаркая погода вызывает увеличение смертности и заболеваемости сердечно-сосудистыми заболеваниями.</p>	<p>Пересмотр видового и сортового состава возделываемых сельскохозяйственных культур с целью отбора видов (сортов), более позднеспелых и более продуктивных, для использования дополнительных тепловых ресурсов, обусловленных потеплением. Расширение посевов теплолюбивых культур: кукурузы, сахарной свеклы, масличных культур, подсолнечника, и сои. Расширение производства сильной и твердой яровой пшеницы на юге региона</p> <p>Развитие систем мониторинга безопасного функционирования линейных сооружений трубопроводов и железнодорожных магистралей. При проектировании новых трубопроводов — придание им дополнительной прочности. Разработка систем раннего предупреждения о наводнениях, лавинах, селях, оползнях. В целях развития речного судоходства — возобновление дноуглубительных работ на перекатах судоходных рек в необходимых объемах. Мероприятия по охране лесов, в том числе повышение продуктивности биомассы лесных насаждений, обновление леса путем создания благоприятных условий для естественного роста молодых деревьев (рубки ухода, рубки обновления, регулирование численности животных и т. д.), улучшение качества посадочного материала, ведение лесного семеноводства на селекционно-генетической основе, усиление мероприятий по борьбе с вредителями и болезнями, предупреждение и развитие систем раннего предупреждения о лесных пожарах. Внесение изменений в СНиП строительства гидротехнических сооружений, предусматривающих повышение их устойчивости к росту нагрузок, а также в Правила регулирования ГЭС и их каскадов в связи с увеличением стока и скорости снеготаяния весной. Развитие зон рекреации и курортов в Забайкалье. Повышение продуктивности зернового хозяйства за счет более эффективного использования почвенно-климатических ресурсов. В Восточной Сибири — использование дополнительных тепловых ресурсов и внедрение влагосберегающих технологий. На юге Западной Сибири — расширение площадей, занятых озимыми зерновыми, более урожайными, чем яровые культуры.</p>

Продолжение табл. 7.4

Регион	Изменения климата	Последствия	Адаптационные меры
		<p>Особо опасная ситуация в дни жары может сложиться в городах с крупными источниками загрязнения и плохими условиями рассеивания загрязняющих веществ — Норильске, Чите и многих других населенных пунктах. Увеличение числа лесных пожаров. Сильнее всего увеличится продолжительность пожароопасной обстановки (более чем 7 дней за сезон) на юге Ханты-Мансийского автономного округа, в Омской, Новосибирской, Кемеровской и Томской областях, в Красноярском и Алтайском краях, в Республике Саха (Якутия)</p>	<p>Пересмотр видового и сортового состава возделываемых сельскохозяйственных культур с целью отбора видов (сортов), более позднеспелых и более продуктивных, для использования дополнительных тепловых ресурсов, обусловленных потеплением; расширение посевов теплолюбивых культур: кукурузы, сахарной свеклы, и масличных культур.</p> <p>Преимущественное развитие в аридной зоне на юге Сибири пастбищного животноводства, эффективность которого повышается по мере потепления климата.</p> <p>Подготовка аварийно-восстановительных формирований.</p> <p>Слежение за безопасностью функционирования трубопроводов и авто- и железнодорожных магистралей</p>
<p>Дальневосточный федеральный округ</p>	<p>Значительное потепление зимой, особенно на северо-востоке округа, и умеренное летом. Небольшое увеличение осадков зимой и летом. Возрастание повторяемости сильных штормовых ветров, особенно на Чукотке и Сахалине</p>	<p>Сокращение средней продолжительности отопительного периода повсеместно на 4-5 дней на фоне больших межгодовых колебаний.</p> <p>Таяние вечной мерзлоты в южной части.</p> <p>Увеличение водных ресурсов и повышение водообеспеченности.</p> <p>Резкое увеличение повторяемости и повышение максимальных уровней наводнений (прежде всего, заторных) на реках западной части (бассейны Лены, Колымы, Яны).</p> <p>В северо-восточной части возрастание масштабов и повторяемости наводнений, вызванных весенне-летним половодьем с наложением на него дождевых паводков.</p> <p>Увеличение повторяемости наводнений, вызванных муссонными дождями и тайфунами, в юго-восточной части.</p> <p>Улучшение условий для речного судоходства.</p> <p>Рост теплообеспеченности сельскохозяйственных культур, а также увеличение продолжительности вегетационного периода</p>	<p>Развитие ветроэнергетики в восточной части и геотермальной энергетики в южной, особенно в Приморье.</p> <p>Мероприятия по охране лесов, в том числе повышение продуктивности биомассы лесных насаждений, обновление леса путем создания благоприятных условий для естественного роста молодых деревьев (рубки ухода, рубки обновления, регулирование численности животных и т. д.), улучшение качества посадочного материала, ведение лесного семеноводства на селекционно-генетической основе, усиление мероприятий по борьбе с вредителями и болезнями, предупреждение и развитие систем раннего предупреждения о лесных пожарах.</p> <p>Развитие рекреации и курортно-санаторных учреждений.</p> <p>Упрочнение линейных сооружений.</p> <p>В планах регионального развития — учет роста частоты и повышения максимальных уровней наводнений.</p> <p>Ускоренная адаптация сельского хозяйства с целью повышения степени самообеспеченности региона зерном, мясом и молоком. Расширение производства сои и риса для более полного использования растущих тепловых ресурсов в Приморском крае.</p> <p>Увеличение площадей озимых культур благодаря снижению риска вымерзания.</p> <p>В результате повышения температуры холодного периода обеспечение уровня применения органических и минеральных удобрений, мелиорантов и средств защиты растений.</p> <p>Развитие ветроэнергетики в восточной части округа и геотермальной энергетики в южной, особенно в Приморье.</p> <p>Развитие рекреации и курортно-санаторных учреждений. Упрочнение линейных сооружений</p>

Продолжение табл. 7.4

Регион	Изменения климата	Последствия	Адаптационные меры
Северо-Кавказский федеральный округ	Возрастание засушливости	Степная зона сменится зоной субтропической растительности (сухие субтропики), сухие степи Калмыкии и Астраханской области сменит пустыня среднеазиатского типа. Пустыня займет и значительную территорию восточной части Ростовской области. Потери валового урожая возрастут на 5–15%. Массовые лесные и степные пожары, засухи и суховеи	Корректировка сложившейся структуры сельского хозяйства, вплоть до изменения его отраслевой направленности. Ориентация служб ЖКХ на подготовку к летней жаре. Подготовка медицинских служб к расширению природных очагов таких особо опасных инфекций, как малярия, крымская геморрагическая лихорадка, лихорадка Западного Нила. Развитие систем кондиционирования.
Южный федеральный округ	Минимальное для территории Российской Федерации повышение средней температуры воздуха, более сильное летом (до 1,3 °С). Возрастание продолжительности и интенсивности жаркой погоды. Небольшое уменьшение количества осадков летом при одновременном увеличении интенсивности ливневых осадков. Возрастание засушливости, повторяемости смерчей	Нехватка воды в отдельных регионах. Возрастание продолжительности и интенсивности жаркой погоды. Учащение инфарктов и инсультов, ухудшение самочувствия населения	Развитие кондиционирования, не только промышленного, но и бытового. Подготовка энергосистем к росту нагрузки при массовом использовании систем кондиционирования. Развитие рекреационных систем. Усовершенствование систем управления водными ресурсами. В частности, важно увеличить возможности перераспределения воды между различными отраслями экономики (например, между сельскими и коммунальными службами)
Крымский федеральный округ	Повышение температуры воздуха у поверхности, возрастание засушливости	Нехватка воды в отдельных районах	Решение задач энергетического обеспечения, развитие ветроэнергетики и гелиоэнергетики. Развитие систем кондиционирования. Развитие рекреации и курортно-санаторных учреждений. Совершенствование управления водными ресурсами для решения задач орошаемого земледелия, создания запасов пресной воды. В сельском хозяйстве — посевы засухоустойчивых культур
Арктическая зона РФ	Наиболее значительное по сравнению с остальной территорией России и другими регионами Земли потепление на фоне интенсивных межгодовых и внутрисезонных колебаний.	В связи с сильным потеплением увеличение климатических ресурсов региона. Повышение средней температуры отопительного периода. Увеличение ветровых нагрузок на буровые установки в прибрежных районах и в шельфовой зоне.	Организация мониторинга состояния фундаментов зданий и опор линейных сооружений (трубопроводов, мостов) с целью своевременного обнаружения их деформаций и принятия мер по стабилизации фундаментов. Пересмотреть в сторону уменьшения расчетные сроки эксплуатации подводных переходов трубопроводов, построенных до 1980–1990 годов.

Регион	Изменения климата	Последствия	Адаптационные меры
	Усиление циклонической активности. Наиболее значительное относительное увеличение количества осадков. Существенное сокращение площади ледяного покрова океана; интенсивное сокращение доли многолетнего льда. Растепление зон вечной мерзлоты	Формирование условий для развития Северного морского пути и облегчение доступа к ископаемым шельфовой зоны (при сохранении Арктики в числе регионов Земли с наиболее суровыми климатическими условиями). Площадь тундры будет постепенно уменьшаться, по разным прогнозам, за 100 лет она может сократиться на 10–50%, и на ее место придет тайга. Обусловленное деградацией вечной мерзлоты разрушение естественных ледовых причалов, естественных ледовых холодильников, являющихся хранилищами рыбы. Интенсификация разрушения арктических берегов (кроме побережья Кольского полуострова). Рост риска весенних паводков, особенно в устьях Лены и Енисея. Угрозы здоровью коренного населения, в том числе из-за изменений жизненного уклада, структуры питания и занятости. Увеличивается вероятность аварийных повреждений трубопроводов (вплоть до их разрывов) с разливами нефти и выбросами газа, влекущими значительные экологические катастрофы	Проводить обязательную экспертизу проектов новых переходов трубопроводов (как магистральных, так и промысловых) опытными специалистами-гидрологами. Радикальное усиление интенсивности и комплексности характера научных исследований Арктики, включая вопросы охраны природы и снижения рисков здоровью и жизненному укладу коренных народов. Реализация научно обоснованной с учетом ожидаемых изменений климата стратегии освоения Арктики как одного из национальных приоритетов России

## Литература

1. Рамочная конвенция ООН по изменению климата. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convru.pdf>
2. Адаптация к изменению климата: новая задача развития в развивающемся мире. Окончательный проект ООН, июль 2008.
3. Кураев С. Н. Адаптация к изменению климата. РРЭЦ, GOF, 2006.
4. Отчет о Достижениях Всемирной Программы Исследования Климата. Научные знания, необходимые для адаптации к изменению климата, снижения их негативных последствий и управления климатическими рисками. Российское издание ВПИК. 2011.
5. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 года и дальнейшую перспективу / Под ред. В.М. Катцова и Б.Н. Порфирьева / Росгидромет. М.: Д'АРТ: Главная геофизическая обсерватория, 2011. 252 с. <http://www.voeikovmgo.ru>
6. Стратегия адаптации к воздействию изменения климата на здоровье населения Архангельской области и Ненецкого автономного округа Российской Федерации. Архангельск, 2012.
7. Управление рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата. Резюме для политиков. [https://ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC\\_SREX\\_RU\\_web.pdf](https://ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC_SREX_RU_web.pdf)
8. Контуры нового низкоуглеродного пути развития // Программа развития ООН. 2009.
9. Перелет Р.А. Адаптация к климатическим изменениям: подходы и стратегии // Бюллетень «На пути к устойчивому развитию России». 2011. № 56.
10. Адаптация к изменению климата в Европе – возможные направления действия со стороны ЕС. Зеленый документ Комиссии, адресованный Совету, Европейскому парламенту, Европейскому экономическому и социальному комитету и комитету регионов. Брюссель, 2007.
11. Климатическая доктрина РФ. 2009. Распоряжение президента РФ от 17.12.2009 № 861-пн. [http://www.climatechange.ru/files/Climate\\_Doctrine.doc](http://www.climatechange.ru/files/Climate_Doctrine.doc)
12. Клапцов В.М. Меры по адаптации к изменениям климата. [http://www.riss.ru/analitika/1076-merypo-adaptacii-k-izmeneniyam-klimata#.U030a\\_l\\_vfl](http://www.riss.ru/analitika/1076-merypo-adaptacii-k-izmeneniyam-klimata#.U030a_l_vfl)
13. Николаев В.Г., Ганага С.В., Кудряшов Ю.И., Вальтер Р., Виллемс П., Санковский А.Г. Перспективы развития возобновляемых источников энергии в России. М.: Изд. «АТМОГРАФ», 2009.
14. Сибикин Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб. пособ. М.: Кнорус, 2010.
15. Андриенко В. Альтернативная энергетика России. [http://zv.abok.ru/articles/148/Alternativnaya\\_energetika\\_Rossii](http://zv.abok.ru/articles/148/Alternativnaya_energetika_Rossii)
16. Перспективы развития возобновляемых источников энергии в России. Результаты Проекта TACIS Europe Aid/ 116951 / C / SV / RU / Под ред. В.Г. Николаева. М.: Изд. «АТМОГРАФ», 2009.



The background of the page is a semi-transparent image of an industrial plant with various pipes, tanks, and structures. In the foreground, a person wearing a white full-body protective suit and a hood is visible, looking towards the right. The overall color palette is dominated by light blues and greys, with some brownish-yellow highlights that suggest a hazy or overcast atmosphere.

## **ГЛАВА 8**

# **РИСКИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА**





## 8.1. Увеличение количества экстремальных метеорологических явлений

Возрастающая изменчивость климатических условий проявилась в последние десятилетия в увеличении экстремальности климата и повторяемости опасных метеорологических и неблагоприятных гидрометеорологических явлений, инициирующих природно-техногенные катастрофы. Во всем мире число зарегистрированных стихийных бедствий, связанных с погодой, за период с 1960 годов более чем утроилось. Ежегодно эти бедствия приводят более чем к 60 000 случаев смерти, главным образом в развивающихся странах.

Число и интенсивность стихийных бедствий растет, и эксперты указывают на изменение климата как на одну из главных причин (рис. 8.1).



Рис. 8.1. Количество зарегистрированных бедствий. Источник: EMDAT-CRED, Брюссель

Рис. 8.1 показывает общую тенденцию роста стихийных бедствий в глобальном масштабе, а также увеличение их фактического числа. В то же время количество зарегистрированных сейсмических событий (наиболее катастрофических по числу жертв) остается относительно постоянным при резком росте числа ураганов и наводнений.

Во многих частях света растет число факторов риска, сопровождающих связанные с погодными условиями угрозы (риск экономического ущерба также увеличивается). Количество и интенсивность наводнений, засух, оползней и периодов аномально жаркой погоды растет и может иметь значительное воздействие на стратегии обеспечения устойчивого развития.

Изменение климата может привести к увеличению частоты осадков во многих регионах в зависимости от их географического положения. Это в свою очередь повлечет изменения характеристик наводнений и будет стимулировать тенденцию повышения экстремальных уровней моря и штормовых нагонов.

Исследование Oxfam (британское международное объединение из 17 организаций), которое занимается проблемами климата более 25-ти лет, опубликовало в 2011 году исследование, которое затронуло более чем 140 стран. За треть века зафиксирован заметный рост климатических катастроф: со 133 в 1980 году до 350 в последние годы.

Другая британская аналитическая исследовательская компания Maplecroft в 2009 году опубликовала «Атлас климатических изменений и риска для природы», в котором размещен рейтинг 123 стран по степени их подверженности влиянию изменений погоды, каждую из которых оценили по таким критериям:

1. Влияние изменения климата на береговую линию (процент территорий, лежащих ниже 5 м над уровнем моря; процент населения, живущего на этих территориях; доля населения, которое жило в районах с риском тропических штормов).

2. Внутренние изменения под влиянием глобальных изменений (самая высокая и низкая температуры, наличие пищи, подтопления островов).

3. Влияние на здоровье населения (недоедание, инфекционные болезни, высокая смертность).

К категории стран, где влияние изменения климата будет самым разрушительным, относятся государства, получившие индекс от 0 до 2,5 баллов; средний уровень воздействия — от 5 до 7,5 баллов; низкий уровень — от 7,5 до 10 баллов.

К наиболее уязвимым к изменению климата были отнесены 39 государств, среди которых в первую пятерку попали Джибути, Египет, Пакистан, Куба, Ирак (с индексами от 0,0 до 0,4). К числу наиболее уязвимых к изменению климата были отнесены и США (индекс 1,9).

В число государств со средней чувствительностью к изменению климата вошли 62 государства, к которым отнесена и Россия (индекс 5,9).

К наименее уязвимым к изменению климата были отнесены 29 государств, среди которых Македония, Армения и Киргизия имели наивысший индекс 10,0.

В 2013 году эта же компания опубликовала новый «Атлас климатических изменений и риска для природы», в котором размещен рейтинг уже 191 страны. ТОП-10 стран, которые будут первыми жертвами парникового эффекта: Гаити, Бангладеш, Сьерра-Леоне, Зимбабве, Мадагаскар, Камбоджа, Мозамбик, Демократическая Республика Конго, Малави, Филиппины. Лучше всего к климатическим изменениям будут адаптированы страны Северной Европы: Финляндия, Ирландия, Швеция и Норвегия. Рейтинг стран, которые меньше всего будут страдать от изменений погоды, возглавила Исландия.

В докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата, озаглавленном «Изменение климата 2014 год: последствия, адаптация и уязвимость», дана оценка риска, вызванного глобальным потеплением, и определены восемь наиболее вероятных вариантов наступления опасных глобальных последствий [1]. Ими являются следующие:

- низкорасположенные береговые зоны и небольшие острова станут более уязвимы для штормовых волн, береговых затоплений и повышения уровня Мирового океана;
- в городских поселениях будут все чаще происходить наводнения;
- неполадки в системах инфраструктуры и жизненно необходимых служб, как энергоснабжение, водоснабжение, оказание помощи в чрезвычайных ситуациях, в связи с экстремальными погодными условиями;
- возникновение проблем с продовольствием в связи с потеплением, засухой и наводнениями;
- рост числа смертей и болезней в условиях экстремальной жары;
- снижение производства сельскохозяйственной продукции;
- потери морских и береговых экосистем, со значительными последствиями для рыбацких общин и индустрии;
- угроза экосистемам, животному и растительному миру в целом.

Ежегодный прирост опасных явлений, связанных с изменением климата на территории Российской Федерации, составляет порядка 6%, что существенно увеличивает вероятность экстремальных, в том числе опасных гидрометеорологических явлений.

Климатические изменения затрагивают все регионы и страны мира, их негативные последствия значительны и постоянно возрастают. Ущерб для мировой экономики уже оценивается в сотни миллиардов долларов США в год, а в перспективе до 2100 года может он достигнуть 20% глобального валового продукта [2].

В России изменение климата носит наиболее драматический характер. За последние 100 лет (1907–2006 годы) по данным Росгидромета потепление в целом по России составило 1,29 °С при среднем глобальном потеплении за 150 лет на 0,74 °С. При этом средняя скорость роста среднегодовой температуры воздуха с 1976 по 2012 год в целом по России составила 0,43 °С за 10 лет, это более чем в два раза превышает аналогичный показатель для глобальной температуры. Во многих регионах России наблюдается гораздо больший рост. Особенно быстрый рост температуры наблюдается в северных районах страны. По оценкам

Главной гидрометеорологической обсерватории (ГГО) им. А. И. Воейкова, при самых пессимистических сценариях рост температуры для ряда регионов может превысить 7–8 °С к 2100 году.

Данные Росгидромета свидетельствуют об учащении опасных гидрометеорологических явлений в стране. За весь период наблюдений 2012 год стал рекордным — 469 крупномасштабных опасных природных явлений, как и последние 10 лет (ежегодно не менее 310 явлений!).

Подробный научный обзор влияния глобального потепления на экономику в целом и на отдельные отрасли на период до 2030 года и дальнейшую перспективу представлен в работе авторского научного коллектива под эгидой Росгидромета [3]. Несмотря на достаточно консервативные предположения, авторы публикации оценивают ущерб от экстремальных и опасных природных явлений при изменении климата в 2% ВВП ежегодно, а в некоторых субъектах Федерации — до 5% валового регионального продукта. Авторы также считают, что «примерно к 2030 году могут возникнуть климатические барьеры, тормозящие экономический рост», поскольку «признаки таких барьеров уже проявились».

Обеспокоенность вызывают периоды явных природных катаклизмов, таких как тепловая волна и возгорание торфяников в центрально-европейской части России в 2003 году, масштабные лесные пожары 2010 года, засуха в сельскохозяйственных районах страны летом 2010 и 2012 годов, ливневое наводнение в Крымске (2012 год), беспрецедентный паводок в бассейне Амура в 2013 году, наводнение на Алтае (2014 год).



## **8.2. Риски чрезвычайных ситуаций, связанные с повышением температуры воздуха**

Отметим, что повышение средней температуры лета на один градус само по себе не несет никакой опасности, однако оно может сопровождаться как резким повышением температуры в течение определенного периода с самой высокой средней температурой, так и, парадоксальным образом, падением средней температуры этого периода [4].

Повышение средней температуры лета, например, в Ханты-Мансийском автономном округе (Югра) не так существенно, как средняя температура самого жаркого периода лета: при повышенных температурах газокompрессорные станции не могут обеспечить нужного давления в магистральных газопроводах. При этом крайне важна даже не сама величина, а знание вероятности, что средняя температура этого периода превысит 15, 18, 20 °С и т. д., поскольку это значение с необходимостью должно учитываться при проектировании резервных мощностей, от которых зависит энергетическая безопасность страны и возможности экспорта.

Повышение температуры на период в несколько дней приводит к тому, что возникают существенные по длительности термические нагрузки в системах крепления рельсов, что приводит к резкому росту стоимости обслуживания рельсовых путей, а также чревато железнодорожными катастрофами, как это произошло на Кубани в июле 2013 года.

Месячная жара способна унести жизни десятков тысяч человек, как жара 2010 года в России. При этом за исключением данного месяца погода может быть достаточно прохладной.

В докладе Росгидромета об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2010 год достаточно подробно проанализированы негативные эффекты последствий потепления. В частности, в нем отмечалось, что ущерб экономике аномально жарких полутора месяцев лета 2010 года составил около 500 млрд руб., или примерно 1,2% ВВП, что по своим масштабам значительно превосходит критерии чрезвычайной ситуации федерального уровня.



На Европейской территории России (где живет подавляющая часть населения) температура повышается не только быстрее среднемировых тенденций, но и это происходит по жесткому сценарию. Этому сценарию отвечает еще более быстрое увеличение средней температуры самых жарких периодов и резкое повышение вероятностей «волн тепла». Данный фактор определяет необходимость переоценки всех социальных и экономических рисков, связанных с повышением температуры.

Практически на всей территории Российской Федерации следует ожидать в летние периоды рост числа дней с высокими значениями температуры воздуха. При этом значительно увеличатся вероятности экстремально продолжительных периодов с критическими значениями температуры воздуха. В связи с этим прогнозируется увеличение числа дней с пожароопасной обстановкой. Продолжительность пожароопасного сезона увеличится на юге Ханты-Мансийского АО, в Курганской, Омской, Новосибирской, Кемеровской и Томской областях, в Красноярском и Алтайском краях, в Республике Саха (Якутия).

Теоретические расчеты показывают, что длительность пожароопасного сезона в среднем широтном поясе России может увеличиться на 50-60 дней, то есть на 30-40% в сравнении с существующими среднесезонными значениями. Это значительно повысит угрозы возникновения масштабных лесных пожаров, связанных с поражением и длительным задымлением населенных пунктов и объектов техносферы.

### 8.2.1. Риски лесных и степных пожаров

В XXI веке в тех или иных регионах земного шара складываются аномальные погодные условия, когда природные пожары развиваются по катастрофическому сценарию. По данным Центра глобального мониторинга пожаров, ежегодно на земле пожары действуют на площади более 300 млн га природных территорий, львиная доля которых затрагивает лесные земли.

В Австралии серия катастрофических кустарниковых пожаров происходила в 2003, 2005 и 2007 годах. В ночь с 7 на 8 февраля 2009 года в штате Виктория несколько пожаров объединились и вышли из-под контроля. Когда возникли эти пожары, стояла сухая и жаркая погода, температура воздуха 43 градуса по Цельсию. Ветер со скоростью более 30 м/с способствовал быстрому развитию пожаров. Площадь пожаров составила приблизительно 430 000 гектаров, погибли 173 человека и было разрушено более 2000 домов. Затраты на тушение, потери частной собственности и прямые потери природных ресурсов превысили 4 млрд долларов США.

В 2007 году в Греции был самый «жаркий» сезон. После продолжительной засухи, когда были отмечены два температурных рекорда, в общей сложности 270 000 гектаров леса было уничтожено пожарами. 84 человек погибли в течение 7 дней, когда экстремальные погодные условия (низкая относительная влажность, высокая температура воздуха и сильные ветры) способствовали быстрому развитию пожаров.

В Израиле, в первых числах декабря 2010 года в горных районах окрестностей Хайфы, несколько незначительных пожаров из-за шквальных ветров в условиях засухи вышли из-под контроля. В результате пожаров погиб 41 человек.

В России летом 2010 года от лесных пожаров пострадало более 800 тысяч человек, сгорело более 2000 домов и 30 деревень, более 60 погибших — непосредственно от пожаров. По данным Федерального агентства лесного хозяйства, ущерб от лесных пожаров 2010 года составил 85,5 млрд рублей. Из-за аномальной жары общая площадь территорий, охваченных пожарами, согласно данным Института леса им. В.Н.Сукачева в Красноярске, составила более 14 млн га.

В последние годы идет постоянный рост количества и площади природных возгораний, и причина этому не столько человеческий фактор, сколько изменение климата. В частности, увеличение периода засушливого сезона. К такому выводу пришли ведущие эксперты, изучающие эту проблематику, на международном конгрессе «*Лесные пожары и изменение климата*», состоявшегося в ноябре 2013 года в Новосибирске. По словам директора Центра глобального мониторинга лесных пожаров Йохана Голдаммера, в различных регионах мира ситуация с лесными пожарами становится критической. «В связи с нарастающими изменениями климата, — отметил он, — мы должны быть готовы, что лесные пожары станут тем стихийным бедствием, которое будет очень тяжело контролировать и бороться с ним» [5].

По мнению руководителя Департамента лесного хозяйства по Сибирскому федеральному округу А. Гура, Сибирь является одним из самых горимых регионов России. Так, за последние 25 лет здесь пройдено огнем свыше 12 млн га, среднегодовое количество пожаров составило 7,2 тыс. единиц, средняя площадь лесного фонда, пройденная огнем — 486 тыс. га. В 2012 году было зафиксировано 8,5 тысяч пожаров на 1,4 млн гектаров. Причина — погодные условия.

Ученые продолжают высказывать опасения по поводу негативных последствий глобального изменения климата Земли. Согласно последним расчетам, если темпы климатических изменений не замедлятся, уже к 2050 году количество лесных пожаров в США вырастет по сравнению с нынешним на 50%, в странах Запада — более чем на 100%.

Лесной пожар представляет собой опасное стихийное бедствие, так как он уничтожает большие материальные ценности, в нем гибнут животные и птицы, а также в зависимости от зоны горения огонь может распространяться на населенные пункты, промышленные предприятия и выводить из строя высоковольтные линии электропередачи. В России лесные пожары часто приводят к пожарам и взрывам на армейских складах боеприпасов, расположенных в лесистой местности.

Помимо этого лесной пожар задымляет большие пространства, изменяя состояние атмосферного воздуха. Крупные лесные пожары сокращают стоки атмосферного CO<sub>2</sub>, что приводит к возрастанию парникового эффекта. Такие пожары часто возникают на территории России. Крупные лесные пожары были в 1972, 1984, 2002, 2010, 2012 и 2014 годах.

За прошедшие три десятилетия опасность лесных пожаров возрастала в некоторых регионах Европейской территории России и на юге Сибири на 20–39%, а в высокоширотной части Дальнего Востока — на 20–90%. На долю природных пожаров и вызываемых ими чрезвычайных ситуаций в России приходится в среднем 24% от всех ЧС природного характера.

В последние годы в России резко обострилась ситуация со степными пожарами, одной из причин которых становится повышенная засушливость в степных регионах, вызываемая изменением климата.

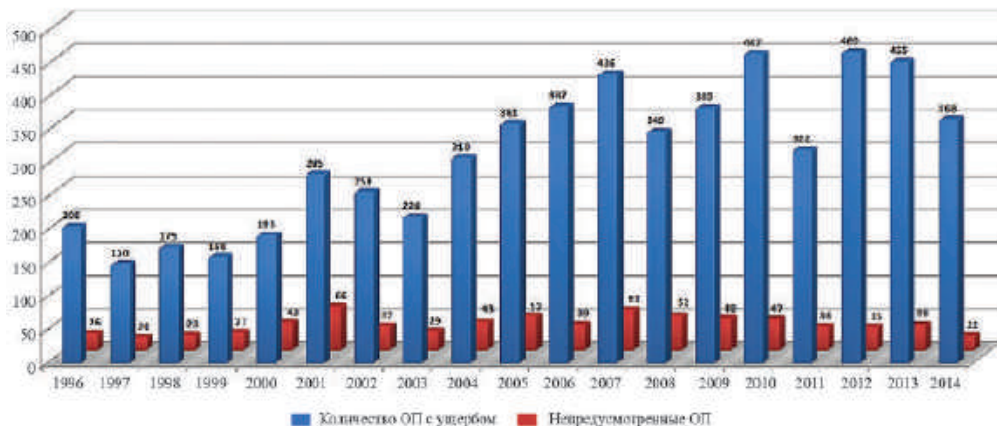
Официальной статистики по степным пожарам в России не существует — они традиционно рассматриваются как «загорания», не подлежащие статистическому учету. К сожалению, государство не располагает сколько-нибудь достоверной информацией о масштабах степных пожаров. Трагические случаи в результате степных пожаров происходят практически ежегодно, но внимание общества эта проблема едва ли не впервые привлекла лишь весной 2015 года, когда в двух регионах юга Сибири (Республика Хакасия и Забайкальский край) потери от степных пожаров достигли масштаба катастрофы.

В Республике Хакасия 12 апреля 2015 года, пожары затронули 35 населенных пунктов, в которых полностью сгорело 1330 домов, а некоторые мелкие населенные пункты выгорели практически полностью. В пожаре, охватившем Хакасию, пострадало 40 деревень, 34 человека погибло. Ущерб от огненной стихии составил 7 млрд руб. — треть доходной части бюджета Хакасии на 2015 год, на 610 млн рублей пострадало сельское хозяйство республики. Такой беды еще не было в России.

## 8.2.2. Риски опасных гидрометеорологических явлений

Отрицательные последствия изменения климата сказываются также в наблюдаемой тенденции повышения повторяемости опасных гидрометеорологических явлений (паводки, наводнения, снежные лавины, сели, ураганы, засухи и др.) и увеличения неблагоприятных резких изменений погоды, которые приводят к огромному социально-экономическому ущербу (рис. 8.2). Они пагубно влияют не только на сельское хозяйство, но и на такие ключевые секторы экономики, как энергетика, водопользование и водопотребление, речное и морское судоходство, жилищно-коммунальное хозяйство.

*Опасное гидрометеорологическое явление (ОЯ)* — метеорологическое, агрометеорологическое, гидрологическое и морское гидрометеорологическое явление и (или) комплекс гидрометеорологических величин, которые по своему значению, интенсивности или продолжительности представляют угрозу безопасности людей, а также могут нанести значительный ущерб объектам экономики и населению. Перечень опасных гидрометеорологических явлений, их определения и критерии приведены в Руководящем документе Росгидромета РД 52.04.563-2002 *Критерии опасных гидрометеорологических явлений и порядок подачи штормового сообщения*.



Источник: Росгидромет. О погодно-климатических особенностях 2014 года.

Рис. 8.2. Количество опасных явлений, нанесших материальный ущерб, 1996–2014 годы

Наибольшие риски наблюдаются при воздействии ОЯ на особо опасные объекты: атомной, газовой и нефтяной промышленности, на гидротехнические сооружения, угольные шахты и др. Ущерб и риск, создаваемый ОЯ, зависит от трех основных факторов:

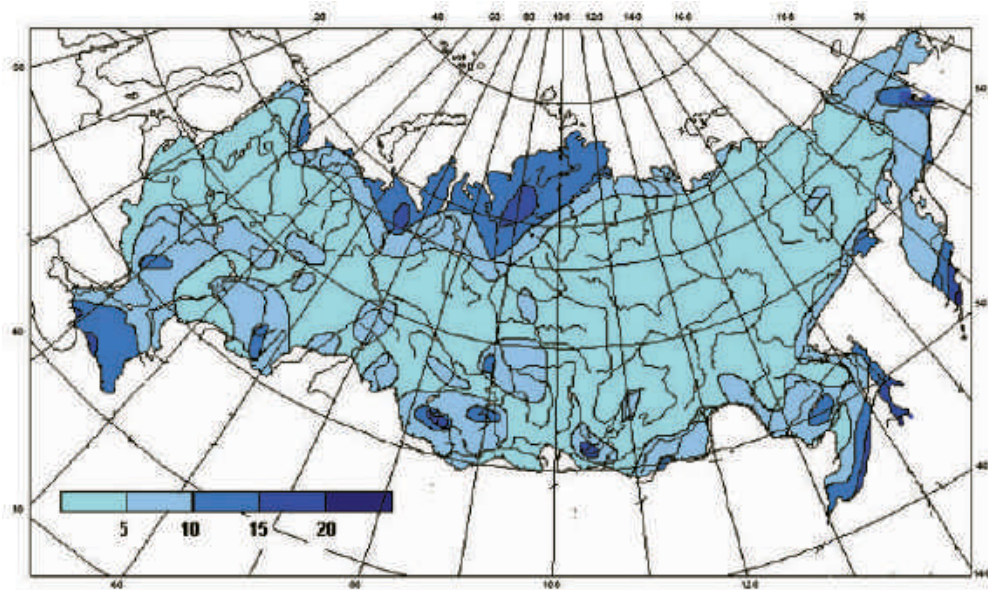
- размер площади охвата опасным явлением;
- продолжительность ОЯ;
- степень агрессивности ОЯ или сила воздействия на объекты экономики.

Все эти три фактора учитываются при оценке доли ВВП, приходящейся на одного человека, в расчетах экономического риска. Следует иметь в виду, что уязвимость зависит еще от степени развития территории, подвергающейся ОЯ. Чем более совершенна экономика, тем больший ущерб возникает при прохождении через нее ОЯ, а также от географических особенностей территории.

Построена карта повторяемости ОЯ для территории России (см. рис. 8.3).

Распределение ОЯ по территории РФ носит пятнистый характер и в значительной степени зависит от рельефа и степени близости к крупным водным акваториям. Наиболее часто ОЯ наблюдаются в западной части арктического побережья, на Северном Кавказе и местами на восточном побережье РФ, на Сахалине, на юге Поволжья, на Алтае, на юге Прибайкалья и Забайкалья. На отдельных станциях число ОЯ приближается и даже превышает 100 случаев. Так, на Сахалине наибольшая повторяемость ОЯ — 73 случая (мыс Крильон), в Ямало-Ненецком автономном округе на станции Ра-Из наблюдается 124 случая.

На Северном Кавказе преобладают сильные дожди, ливни, пыльные бури, гололедно-изморозевые отложения, на Алтае — метели, на побережье Северного Ледовитого океана — сильные ветры и метели, на дальневосточном побережье — сильные ветры, метели, дожди и гололедно-изморозевые отложения. В целом, чаще всего наблюдаются сильные ветры и связанные с ними ОЯ.



Источник: <http://voeikovmgo.ru/download/aspirantura/panfutova.pdf>

Рис. 8.3. Максимальное годовое число дней с опасными явлениями (возможное 1 раз в 100 лет)

### 8.2.3. Риски наводнений и паводков

Изменение климата для территории России приведет к проблемам, связанным с ростом количества и масштабов наводнений.

В течение последних тридцати лет во многих регионах нашей страны произошли опасные наводнения. Наиболее разрушительными они были в бассейнах Тобола, на притоках Северной Двины, на Печоре, реках Заволжья и Приморского края, на Лене, Кубани и ряде других рек. При этом на азиатской территории России наблюдается постепенное увеличение числа опасных наводнений (табл. 8.1) [6].

Наибольшее увеличение опасных наводнений за последние годы XX и первое десятилетие XXI столетия характерно для рек азиатской территории России (горные и предгорные районы Урала, юга Сибири (Алтай, Западные Саяны)), некоторых районов Дальнего Востока (Сахалин, Камчатка), где запасы воды в снежном покрове большие и наблюдалось их увеличение, в том числе росла частота повторяемости сильных снегопадов (рис. 8.4).

В первом десятилетии XXI столетия значительный рост повторяемости гидрологических опасностей происходил при обильных дождях и паводках (рис. 8.5).

Наибольшее увеличение их повторяемости наблюдалось на реках Дальневосточного Приморья, Сахалина, в горных районах Алтая, Саян, Урала и особенно

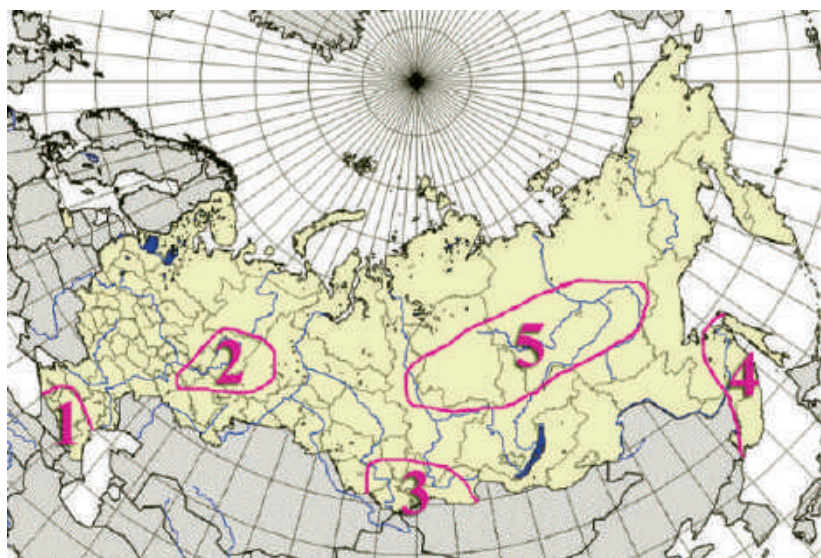


Таблица 8.1

**Изменения количества опасных гидрологических явлений (ОГЯ) на реках России с зафиксированным ущербом по периодам 1991–2010 годов**

Вид опасного гидрологического явления (ОГЯ)	Кол-во ОГЯ за 1091–2010 гг.	Кол-во ОГЯ за периоды			
		1991–1995 гг.	1996–2000 гг.	2001–2005 гг.	2006–2010 гг.
Наводнения	257	55	66	97	39
Паводки	332	64	74	110	84
Сели	167	16	28	55	68
Заторные наводнения	63	15	13	8	27
Зажорные наводнения	7	1		1	5
Нагонные наводнения	37	16	9	8	4
Сумма всех ОГЯ за периоды	863	167	190	279	227

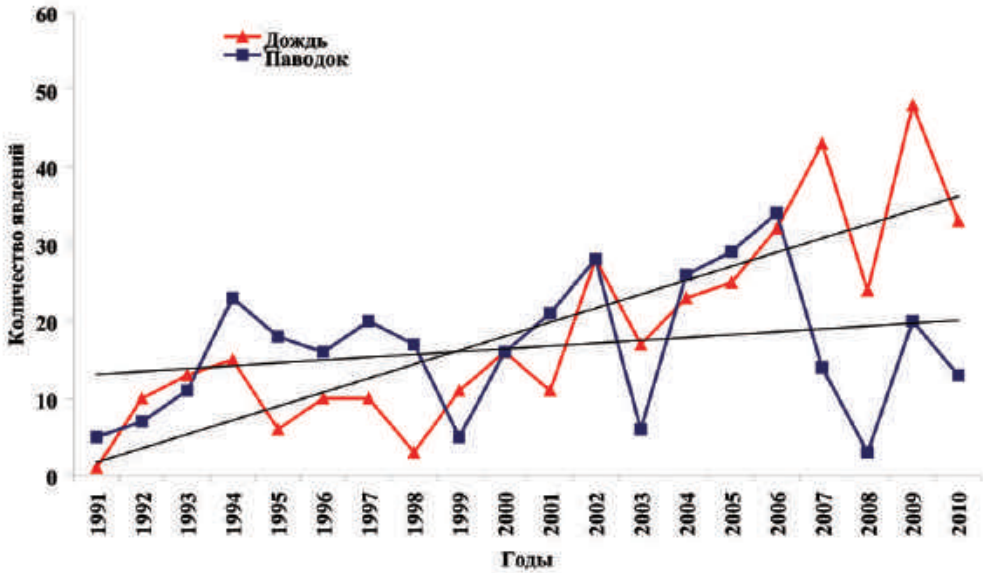
Источник: Иллюстрированный отчет за 2011 год. Росгидромет, ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Обнинск, 2012.



Источник: Иллюстрированный отчет за 2011 год. Росгидромет, ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Обнинск, 2012.

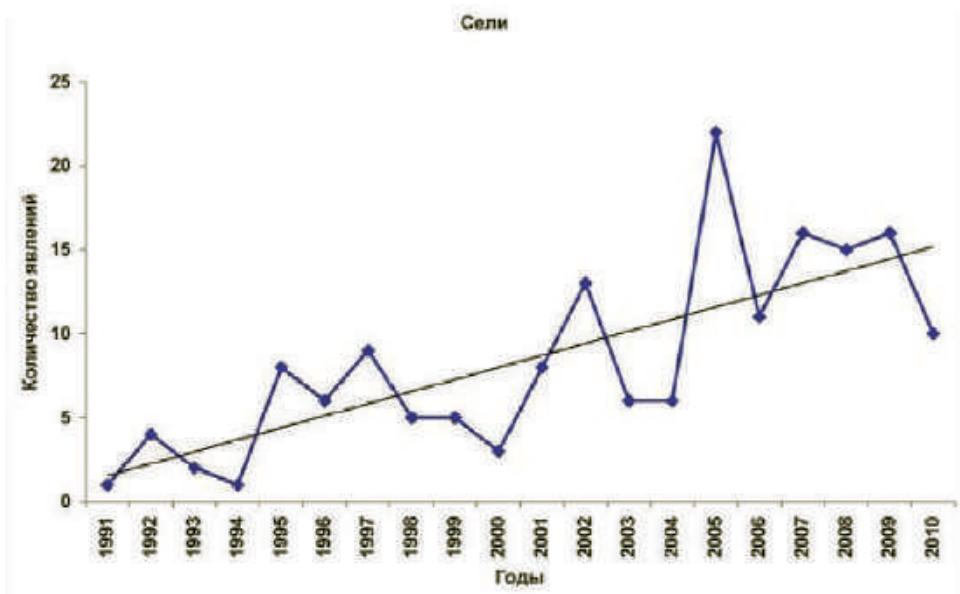
Рис. 8.4. Районы наибольших изменений частоты и продолжительности наводнений и паводков на реках России с ущербом в период 1991–2010 годов: 1 – Северный Кавказ; 2 – Урал, Предуралье и Зауралье; 3 – Алтай и Западные Саяны; 4 – Дальневосточное Приморье, Камчатка и о. Сахалин; 5 – заторные участки Енисея и Лены





Источник: Иллюстрированный отчет за 2011 год. Росгидромет, ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Обнинск, 2012.

Рис. 8.5. Изменения повторяемости опасных паводков на реках и обильных дождей с учетом ущерба



Источник: Иллюстрированный отчет за 2011 год. Росгидромет, ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Обнинск, 2012.

Рис. 8.6. Изменение повторяемости селей с причиненным ущербом на горных реках

Северного Кавказа, где формирование опасных паводков обуславливало увеличение также и повторяемости селевых потоков (рис. 8.6).

Увеличение повторяемости высоких дождевых паводков, иногда с катастрофическими последствиями (2010 год), происходило в Причерноморье (реки Адыгеи, Краснодарского края), Прикаспии (бассейны Терека, рек Дагестана). В приморских районах Дальнего Востока, Сахалина, Балтийского побережья увеличивалась повторяемость наводнений при ветровых нагонах в устьях рек.

Для большинства речных бассейнов России основной тип наводнений связан с таянием снега, накопленного в бассейнах рек в зимний период. Как правило, такие наводнения наблюдаются на равнинных реках. Другой причиной наводнений являются интенсивные осадки и вызываемые ими высокие дождевые паводки. Этот тип наводнений наблюдается как в бассейнах равнинных рек, так и в горных бассейнах. В горных районах наводнения этого типа являются быстро развивающимися: от момента выпадения осадков до начала интенсивного подъема уровня воды в реке может проходить менее 1–3 ч, а сама высота подъема уровня зависит почти полностью от количества выпавших осадков (наводнение в Крымске 2012 года).

На равнинах процесс формирования высоких дождевых паводков более сложный и продолжительный, а от момента выпадения осадков до начала подъема уровня воды в реке может пройти от нескольких часов до нескольких суток и более. Это наблюдалось для бассейна Амура во время катастрофического наводнения в августе—сентябре 2013 года.

По мнению климатологов, в ближайшее десятилетие летом ожидается усиление преимущественно конвективных осадков, что указывает на увеличение повторяемости ливней и связанных с ними экстремальных количеств осадков, а, следовательно, увеличится вероятность формирования дождевых паводков на малых реках. На всей территории России большую опасность могут представлять дождевые паводки редкой повторяемости на водосборах площадью менее 25–50 км<sup>2</sup>.

Можно заметить, что в XXI веке резко возрос ущерб от катастрофических затоплений. Чаще всего причиной таких наводнений в России является формирование экстремально больших расходов воды, обусловленное увеличением количества атмосферных осадков в зимне-весенний период, а также выпадение интенсивных ливневых или большого количества осадков в летнее время. Далее приведены примеры масштабных наводнений последних лет.

**Саха (Якутия) май 2001 года.** В зоны затопления попало 87 населенных пунктов, с числом жителей более 400 тысяч человек. Был полностью затоплен г. Ленск с населением более 25 тысяч жителей. Из зон затопления были эвакуированы 50 305 человек. Ущерб превысил 7 млрд рублей. Всего по республике было затоплено и разрушено 8632 жилых дома и 121 объект социальной сферы. Полностью были выведены из строя 703,7 км высоковольтных линий электропередачи, 208 трансформаторных подстанций, 10 дизельных электростанций. В результате разрывов резервуаров на Ленской нефтебазе произошла утечка нефтепродуктов — порядка 9 тысяч т. Погибли 10 человек.

**Иркутская область (2001 год). Май 2001.** В зону подтопления попали 7 южных районов области, более 3 тысяч жилых домов, в которых проживали свыше 22 тысяч человек. Ущерб от майского паводка в Иркутской области превысил 200 млн руб. **Июль 2001.** Было подтоплено 63 населенных пункта. Больше всего пострадали северные районы. Водная стихия затопила или унесла по течению тысячи жилых домов, успела разрушить несколько десятков мостов и дамб, смыла 50 км автомобильных дорог и 200 км железнодорожных путей, почти 4 тысячи домов были разрушены до основания. Пострадали более 300 тысяч человек, погибли 8 человек. Общий ущерб оценивался в 2 млрд рублей.

**Приморье (август 2001 года).** Стихийное бедствие затронуло 17 районов края. В целом по краю было подтоплено 1448 км<sup>2</sup> территории, на которых постоянно проживало более 80 тысяч человек, 11 человек погибли. Вода нанесла урон сельскохозяйственным угодьям и частным огородам на площади 601 тысяча гектаров. Ущерб, нанесенный наводнением, был оценен в 1,6 млрд рублей.

**Зимнее наводнение на Кубани (январь 2002 года).** Пострадало до 150 тыс. человек. Человеческих жертв не было. Вода залила почти 75 тысяч гектаров земли, в том числе около 50 тысяч га сельхозугодий с озимыми культурами. Ущерб превысил 2 млрд рублей.

**Наводнение на юге России (июнь 2002 года).** Наводнение затронуло 9 субъектов РФ. В зоне затопления оказалось более 300 тыс. человек, погибло 114 человек. В 343 населенных пунктах 66 районов было разрушено более 10 тыс. жилых домов и повреждено около 46 тысяч домовладений. В результате поисково-спасательных работ спасены 62 тысячи человек, эвакуированы в безопасные места 106 тысяч человек. Ущерб превысил 15 млрд рублей.

**Краснодарский край, Новороссийск (август 2002 года).** В зоне затопления оказались более 7 тысяч жилых домов и административных зданий. Эвакуировано 2 тысячи человек. Погибло более 60 человек. Всего в зоне бедствия оказались 30 тысяч человек. Ущерб от наводнения составил порядка 2 млрд рублей.

**Краснодарский край, Туапсинский район (16 октября 2010 года).** Сильные дожди. В зону затопления попали 22 населенных пункта с населением порядка 100 тыс. человек, погибли 16 человек. Ущерб превысил 2 млрд рублей.

**Краснодарский край (июль 2012 года).** В течение 6–7 июля 2012 года на Черноморском побережье выпала более чем пятимесячная норма осадков. Число пострадавших — более 34 тысяч человек. Сильнее всего пострадал Крымский район и город Крымск, где уровень воды достигал от 4 до 7 метров, что позволило сравнить внезапное наводнение с цунами. От наводнения в Крымском районе пострадали более 24 тысяч человек, более 4 тысяч домов, 12 социальных объектов — школы, детские сады, два медицинских склада. Число жертв составило 172 человека, в том числе 160 — в Крымском районе, 10 — в Геленджике, 2 — в Новороссийске. За медицинской помощью обратились более тысячи человек, из них 187 госпитализированы. Совокупный ущерб превысил 20 млрд рублей.

**Наводнение на Дальнем Востоке (август-сентябрь 2013 года).** С конца июля Дальний Восток был поражен сильнейшим наводнением, вызванным не-

бывальными обильными затяжными осадками, что привело к последовательному увеличению уровня воды в реке Амур. Это наводнение стало самым сильным за всю 120-летнюю историю наблюдений. Сильнее всего пострадали Хабаровский край, Амурская и Еврейская автономные области. Наводнение также затронуло территорию Якутии, Приморья и Магаданской области.

От стихийного бедствия в ДФО пострадали более 135 тысяч человек, 388 населенных пунктов, 14 тысяч домов, 1600 километров дорог, 174 моста, 825 социально значимых объектов. Эвакуировано 32 тысячи человек, никто не погиб.

По оценкам специалистов, прямой и косвенный ущерб составил более 550 млрд рублей (*Катастрофическое наводнение 2013 года в Дальневосточном федеральном округе. Том II. Материалы научно-практической конференции: Научно-методический труд / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. 120 с.: ил. С. 18*).

После 2015 года в связи с прогнозируемым увеличением максимальных запасов воды в снежном покрове мощность весенних паводков может возрасти на реках Архангельской области, Республики Коми, субъектов Российской Федерации Уральского региона, на реках водосбора Енисея и Лены. В районах, подверженных опасности катастрофических и опасных наводнений в период весеннего половодья, где максимальные расходы усложняются заторами льда (центральные и северные районы европейской территории России, Восточной Сибири, северо-восток азиатской части России и Камчатка), максимальная продолжительность затопления пойменных участков может возрасти до 24 суток (в настоящее время она составляет до 12 суток). Примерно в два раза ожидается повышение частоты заторных наводнений на реке Лена (Республика Саха (Якутия)).

На плотно заселенных территориях Северного Кавказа, бассейна реки Дон и его междуречья с Волгой (Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская, Астраханская и Волгоградская области), где в настоящее время интенсивный выход воды на пойму отмечается один раз в 5 лет, а один раз в 100 лет происходит наводнение (аналогичное июньскому 2002 года) с семикратным превышением среднесуточных максимальных расходов воды, прогнозируется увеличение частоты возникновения катастрофических наводнений в период весеннего и весенне-летнего половодья с нанесением большого ущерба. В нижнем течении р. Терек (Республика Дагестан) в ближайшие годы также следует ожидать увеличения опасности катастрофических паводков. Угрозы масштабных ЧС будут расти в связи с тем, что русло реки в этих регионах находится выше окружающей местности и активно развиты русловые процессы.

Прогнозируется повышение в 2-3 раза частоты паводков, обусловленных сильными дождями, на Дальнем Востоке, Приморье, в Западных и Восточных Саянах.

Сокращение продолжительности устойчивого ледостава и снижение несущей способности ледяного покрова на реках и водоемах приведет к увеличению ЧС, обусловленных отрывом прибрежных льдов, провалом под лед людей

и техники. Эта ситуация повлияет и на снижение объемов перевозки товаров, предназначенных для обеспечения жизнедеятельности населения.

#### 8.2.4. Риски маловодья

Сложность и противоречивость проблемы изменения климата в водном хозяйстве проявляется, в частности, в том, что наряду с ожидаемой избыточностью водных запасов в ряде регионов страны обнаруживается их недостаток. А дефицит воды может вызывать чрезвычайные ситуации не меньшего масштаба, чем наводнения. В основе ЧС, связанных с маловодьем, лежат причины природного характера, а далее они способны порождать ЧС техногенного, экологического и социального характера — комбинированные, многослойные ЧС.

Возможные ЧС в условиях маловодья:

- посадка на мель пассажирских судов;
- посадка на мель речных танкеров с нефтепродуктами и их разливом из-за разрушения корпуса судна;
- экологические ЧС с нарушением жизнедеятельности населения (нарушение водоснабжения, низкое качество воды, вызывающее инфекционные заболевания);
- сбои в работе водозаборов ТЭЦ и теплоснабжения населенных пунктов, что особенно опасно в зимний период;
- остановка или снижение выработки электроэнергии на ГЭС;
- нарушение жизнеобеспечения населенных пунктов из-за остановки навигации со срывом доставки материалов, оборудования, топлива, продовольствия;
- возникновение биолого-социальных ЧС, связанных с гибелью животного и растительного мира водоемов и др. [7, 8].

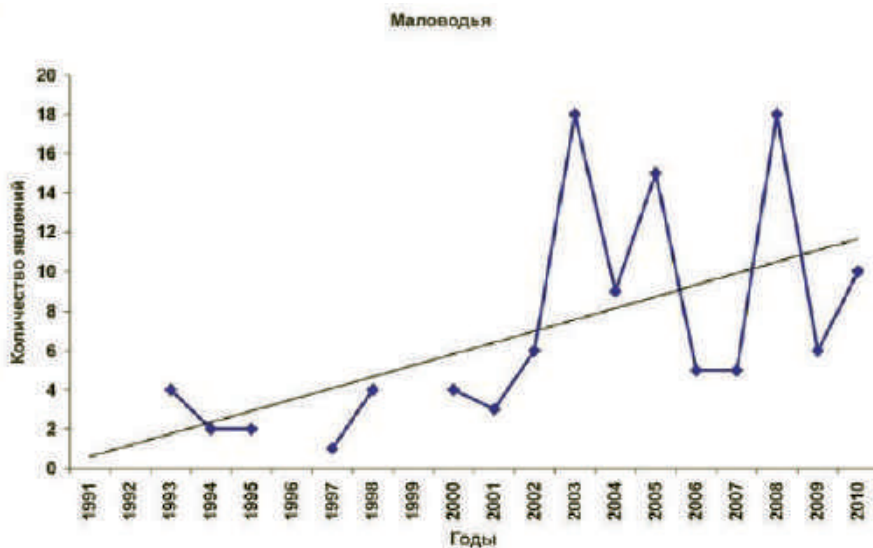
Ученые составили прогнозы на 50 и даже на 100 лет вперед, сделали оценку изменения климата и связанных с ним изменений водных ресурсов. Для нашей территории прогноз в целом позитивный — станет теплее и воздух будет более влажный, больше будет дождей. На 20–40% водность основных рек вырастет, особенно в Сибири. А вот ряд территорий, в том числе европейская территория, начнет испытывать недостаток воды.

Сведения о маловодности рек участились с 2005 года, и это коснулось большинства рек, особенно Волго-Камского бассейна, Енисея, Оби, Иртыша, Амура и др.

Маловодье в мае 2006 года на Северной Двине сорвало заготовителям поставки древесины и лишило сырья переработчиков на сумму в полмиллиарда рублей. За зиму приречные леспромхозы региона сформировали 116 плотов общим объемом 1025 тыс. куб. м древесины с тем, чтобы после вскрытия рек и подъема уровней воды до съёмных горизонтов отправить древесину на перерабатывающие предприятия. Во время паводка подъем уровня воды был таким незначительным, что вода еле-еле зашла на зимние плотбища и ее уровня не хватило для снятия плотов. В результате большая часть древесины, подготов-

ленной к сплаву, так и осталась на берегу («Российская лесная газета» № 20–21 (150–151) от 30.05.2006). По информации Севгидромета, последний раз такое аномальное маловодье было отмечено в 1937 году. Если учесть, что многие лесозаготовительные предприятия являются бюджетообразующими для районов области, то это может привести к серьезным социальным последствиям. Во времена СССР сплав на территории Архангельской области велся по 28 рекам, а его объемы достигали 12 млн куб. м в год, причем около 10 млн куб. м составлял молевой сплав.

Изменение количества маловодных периодов на реках России с учтенным ущербом за период 1991—2010 годов отражено на рис. 8.7.



Источник: Иллюстрированный отчет за 2011 год. Росгидромет, ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Обнинск, 2012.

Рис. 8.7. Изменение количества маловодных периодов на реках России с учтенным ущербом

Современные негативные изменения гидрологического режима рек при сохранении направленности изменений климата обуславливают необходимость принятия мер по адаптации к ним водного, сельского хозяйства, речного транспорта и населения.

На территории европейской части России до 2000 года убытки от маловодий фиксировались очень редко (1993–1994 годы в Южном федеральном округе). В последнем десятилетии на реках Южного и особенно Приволжского федеральных округов они существенно возросли и фиксировались ежегодно в период 2002–2005 годов, в 2006 и 2008 годах убытков зафиксировано не было, а в засушливом 2010 году и последующем 2011 году количество случаев экстремальных маловодий с убытками и их продолжительность возросли.



Летняя засуха 2010 года и малождливая осень привели к тому, что запасы воды в Куйбышевском водохранилище, являющемся основным регулятором стока в бассейне Волги, на середину ноября составили всего 37% от его полезного объема, что поставило под угрозу не только водоснабжение питьевой водой жителей Самарской, Ульяновской, Волгоградской и Саратовской областей, но и начало отопительного сезона в волжских городах, поскольку ТЭЦ также берут воду из Волги. По данным Башкирского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, в 2010 году наблюдалась самая низкая межень по реке Белой за весь период наблюдений. Низкие уровни были отмечены практически на всех реках и водоемах республики.

Летом 2011 года из-за маловодья даже возникла угроза остановки всех теплоэлектростанций в Европейской части РФ, поскольку вода не доходила до водозаборов ТЭЦ. Правительство Татарстана потребовало срочно повысить уровень Куйбышевского водохранилища, поскольку низкий уровень воды создавал угрозу остановки непрерывного технологического цикла на крупнейших отечественных нефтехимических производствах, расположенных в республике. С подобной проблемой столкнулась и Уфа, где река Белая за последние тридцать лет обмелела более чем вдвое.

Как поведет себя Волга дальше? Вопрос тяжелейший — в бассейне этой реки в 39 регионах проживает 40% населения страны. Здесь сосредоточена практически половина сельскохозяйственного и промышленного потенциала России, ежегодно вылавливается 40 тыс. тонн рыбы, производится четверть всего объема гидроэлектроэнергии. По самой Волге ежегодно перевозят около 50 млн тонн грузов и до 800 тыс. пассажиров.

Если в Волге долгое время не будет достаточного количества воды, это может привести к исчезновению одной из «жемчужин» России — Волго-Ахтубинской поймы, расположенной в Волгоградской области между главным руслом реки Волга и рукавом реки Ахтуба. Снижение уровня обводнения поймы может превратить некогда плодородные земли, реки, полные рыбы, фактически в пустыню.

В конце 2011 года на естественных и искусственных водоемах юга России наблюдался значительный спад уровня воды, что уже в ближайшие годы может привести к серьезным техногенным и экологическим проблемам в регионе. В частности, специалисты высказывают опасение, что Цимлянское водохранилище из-за многолетнего маловодья может повторить судьбу Аральского моря. Последние пять лет весенний приток воды к хранилищу был ниже нормы, что ежегодно снижало многолетний запас влаги в водохранилище. Половодье 2011 года оказалось одним из самых низких за весь период существования Цимлянского водохранилища. Приток воды за половодный период составил 4,2 кубических километра, а это всего 34 процента от нормы. В итоге - наполнение водохранилища оказалось самым низким за последние 27 лет. В Росводресурсе предполагают, что этот период может затянуться и на полтора десятка лет. Экологическая обстановка на водохранилище грозит существованию 170-тысячному населе-

нию города атомщиков Волгодонска. А ведь на берегу Цимлянского моря находится Ростовская АЭС, и его воды обеспечивают работу двух атомных блоков.

В начале 2012 года приток воды в Куйбышевское, Угличское и Нижнекамское водохранилища был на 20–35% меньше нормы. Для Шекснинского и Нижнекамского водохранилища показатель составил лишь 85% от нормы.

Не лучше положение в Сибири и на Дальнем Востоке. В октябре 2011 года уровень рек в бассейне Оби достиг исторического минимума. Такого мелководья в Обском бассейне не было ни разу за минувшие сто лет. Воды в водохранилище пришло так мало, что к зиме его уровень был на 6,5 метров ниже обычного.

В октябре 2010 года на Амуре наблюдалось маловодье, когда уровни воды были на 2–4 метра ниже обычного.

В августе 2013 в условиях ЧС из-за маловодья на реке Лене ниже навигационного уровня приоритет в перевозке и погрузке был отдан продуктам питания и топливно-энергетическим грузам. Из-за маловодья по р. Лене могли ходить суда только с малой осадкой, доля которых в Ленском бассейне Иркутской области не превышает 20%.

То, что обмеление рек имеет определенную цикличность, — это факт. Другое дело, что ученые до сих пор не могут прийти к единому выводу ни о том, почему это происходит, ни о том, какие именно это циклы.

В феврале 2015 года создалась критическая ситуация с уровнем Байкала. 26 февраля уровень воды в Байкале опустился ниже критической отметки 456 м. Правительство РФ поддержало предложение Иркутской области использовать водные ресурсы Байкала в осенне-зимний период 2014–2015 годов при снижении установленного минимального уровня воды в озере. Это необходимо для бесперебойного водо-, тепло- и энергоснабжения населения и объектов экономики, расположенных в нижнем бьефе Иркутской ГЭС.

Постановлением Правительства РФ от 26 марта 2001 года № 234 «*О предельных значениях уровня воды в озере Байкал при осуществлении хозяйственной и иной деятельности*» были определены предельные значения уровня воды в Байкале (при использовании его водных ресурсов в хозяйственной и иной деятельности) в пределах отметок 456 м (минимальный уровень) и 457 м (максимальный уровень) в Тихоокеанской системе высот. Допустимый объем сброса уровня Байкала в диапазоне 457–456 м (по терминологии гидроэнергетики — «полезный объем») составляет 31,5 кубических км, или 0,14% от объема воды в озере (23 тыс. кубических км). За весь период действия постановления установленные им границы ни разу не нарушались.

С того момента, как было принято постановление правительства о критической отметке, резких колебаний не происходило, за прошедшие 14 лет это первое такое снижение уровня воды в Байкале. И если стоять на безусловном выполнении требований постановления, придется ограничить сбросы воды на Иркутской ГЭС, и именно это приведет к чрезвычайной ситуации, потому что оголятся водозаборные сооружения Ангарска, без воды останутся население и предприятия.

Падение уровня воды в озере связывается с чрезвычайно маловодным периодом в 2014 году. В Селенге — реке, которая питает Байкал — в прошлом году было мало воды, в Байкал поступило чуть более 60 процентов от многолетней нормы. Байкал питает 491 река, но главный объем, 50% всей воды, дает именно Селенга.

Специалисты говорят, что существует только один кардинальный путь избавления от страха перед засухой — создание искусственных резервуаров для пресной воды — водохранилищ. Весной, в период половодья, они наполняются и спасают жителей от наводнений. Летом — срабатываются и дают достаточное количество воды населению, объектам промышленности, сельского и рыбного хозяйства, обеспечивают выработку электроэнергии на ГЭС и проход по рекам судов. Но их надо заполнять водой, а с этим возникают проблемы.

Еще в советское время на Волге и Каме было построено 11 водохранилищ комплексного назначения, составляющих единый Волжско-Камский каскад. Но их нынешняя емкость — 80 млрд кубокилометров — при продолжительном маловодье не сможет обеспечить всех желающих водой, а аккумулирующих емкостей сегодня на Волжско-Камском каскаде нет.

Весеннее половодье 2014 года на Европейской части России закончилось в конце марта—начале апреля, никто его даже не заметил. Это связано с тем, что прошедшая зима была крайне малоснежной — к 28 февраля высота снежного покрова составляла всего 1 см, что является рекордом. В связи с отсутствием достаточного количества талого снега, стекающего в русло рек и проникающего в почву, приток в водохранилища был крайне мал. На Волге грузовая навигация открылась в условиях экстремального маловодья. Такой низкой воды весной и такой сложной навигации на Верхней и Средней Волге не было почти 100 лет — с 1922 года. И поправить положение не смогут даже регулирующие водохранилища: из-за малого притока воды некоторые из них, возможно, не будут наполнены до проектных отметок. А Угличское водохранилище так обмелело, что к знаменитой Калязинской колокольне можно добраться пешком. Местные жители вспоминают, что подобный феномен последний раз наблюдался лет 20 назад. Обыкновенно средняя глубина в водохранилище держится на отметке пять метров.

Так, по словам руководителя Росгидромета Александра Фролова, в 2014 году на Верхней Волге, на Дону и в Цимлянском водохранилище ожидалась сильная нехватка воды, а точнее, 45–65 процентов от нормы. Серьезного половодья на Нижнем Дону не было уже пять-шесть лет. Три года назад уровень Цимлянского водохранилища настолько понизился, что на Сухо-Соленовском заливе появились острова. Бассейн реки Дон имеет ограниченные водные ресурсы, напряженность водохозяйственного баланса особенно усиливается в маловодные годы.

Низкий уровень воды в реках и озерах наблюдается на территории большинства российских регионов. По сводкам Росводресурсов, зимой 2014–2015 годов снизился уровень озер: Ладожское озеро ниже нормы на 76 сантиметров, Иль-

мень — на 42, Псковское — на 30, Чудское — на 27, Онежское — на 14 сантиметров. Бассейн Волги вступил в фазу маловодья в 2009 году. За 20 лет — до 2029 года — водохранилища Волги недополучат около 530 кубических километров воды («Огонек» № 9 от 9.03.2015).

В Архангельске проблема с водоснабжением населения возникла зимой 2014 года: по сообщениям местной прессы, жители жалуются, что из водопроводных кранов идет соленая вода. Дело в том, что уровень Северной Двины снизился, и в устье реки штормами занесло воду из Белого моря. Такое бывало и прежде, но в начале 2015 года концентрация солей в воде, которая поступает из реки в дома горожан, оказалась значительно выше.

### 8.2.5. Риски ЧС при нарушении энергоснабжения

Энергоснабжение в наши дни — неотъемлемая часть жизни современного общества, его нормального существования. От бесперебойной подачи энергии зависит надлежащее функционирование практически всех жизненно важных объектов, связанных с обеспечением безопасности жизнедеятельности населения [9].

В современном мире энергетика стала уже не столько технической системой, сколько социальной подсистемой, поскольку на нее завязаны как функционирование связи, промышленного, транспортного и коммунально-бытового секторов, так и связанные с ними «социальная безопасность» и экологическое благополучие. В последние годы на европейской территории России зафиксирован рост количества и масштабов стихийных погодных явлений, обусловленных прохождением активных атмосферных фронтов с обильными снегопадами и штормовыми ветрами. В целом отмечено увеличение выпавших осадков, преимущественно в виде снега. Значительно выросло число технологических нарушений на линиях электроснабжения из-за стихийных явлений. Абсолютное большинство нарушений приходится на воздушные линии электропередачи.

По воздушным ЛЭП электрическая энергия передается на значительные расстояния по проводам, прикрепленным к опорам (столбам) с помощью изоляторов. Воздушные ЛЭП являются одним из основных звеньев современных энергосистем. Напряжение в линии зависит от ее протяженности и передаваемой по ней мощности.

Провода воздушных ЛЭП должны обладать хорошей проводимостью, механической прочностью, стойкостью против атмосферных и химических воздействий. Неизолированные провода используют главным образом на воздушных линиях электропередачи (ЛЭП) и в контактных сетях электрического транспорта; их закрепляют на опорах при помощи изоляторов и арматуры.

Такие провода из-за ветра, обледенения, вибрации и т. п. испытывают большие механические нагрузки, поэтому их изготавливают из материалов, обладающих высокой механической прочностью и коррозионной стойкостью, — стали, алюминия, в некоторых случаях из меди и сплавов (бронза, алдрей и др.).

Воздушные линии электропередачи сооружаются на открытой местности и, естественно, подвергаются различным атмосферным воздействиям, которые в зависимости от географического расположения местности проявляются в разных степенях. К числу гололедно-изморозевых образований относятся иней, кристаллическая или зернистая изморозь, гололед и сложные образования.

Причиной возникновения гололеда является намерзание переохлажденных капель воды, выпадающих при морозях и дождях и при крупнокапельном тумане. Ледяная корка плотно сцепляется с проводом воздушной линии. В случае несимметричного образования гололед вызывает закручивание провода, а при большой толщине стенки гололеда его вес может во много раз превысить вес самого провода. Образование такого гололеда с последующим увеличением скорости ветра служит причиной порыва проводов и разрушения опор.

Образование гололеда на проводах и тросах линий электропередачи может явиться причиной тяжелых аварий, связанных с короткими замыканиями, обрывами проводов и тросов и даже поломкой траверс и опор. Восстановление линий, поврежденных гололедом, требует больших затрат средств и времени.

Значительное число воздушных линий электропередачи в России находятся в районах, подверженных в зимнее время и в межсезонье образованию сверхрасчетных гололедных отложений (практически 1 раз в 2-4 года). Масса гололеда на каждый погонный метр провода достигает 4-6 кг и более и превышает расчетные значения в 1,5-2 и более раз.

ЛЭП разрушаются при нагрузках, превышающих критические значения, что сказывается на энергоснабжении значительной территории в районе ЛЭП. Поэтому специализированными климатическими показателями для ЛЭП являются: максимальная гололедно-ветровая и ветровая нагрузки, а также число дней с опасными явлениями погоды (гроза, град, ливень, снегопад). Если наблюдаемая стенка гололеда превышает  $260 \text{ мм}^2$  при скорости ветра более 10 м/с, или отложение мокрого снега составляет более  $3500 \text{ мм}^2$  при скорости ветра более 6 м/с, возможно повреждение или разрушение ЛЭП.

Значительную опасность для ЛЭП могут представлять и опасные явления погоды (прежде всего, гроза, т.к. грозовые разряды могут вызвать возгорание ЛЭП). Поэтому информация о числе дней с грозой в данном районе позволит выбрать оптимальные параметры грозозащиты.

При высоких температурах воздуха происходит растяжение проводов, при этом возможно их провисание и контакт с соседними проводами, который вызовет короткое замыкание. В связи с этим информация о температурном режиме необходима для выбора соответствующей конструкции и материалов ЛЭП.

В декабре 2010 года—начале января 2011 года на территории Южного, Центрального и Приволжского федеральных округов формировались синоптические условия с выпадением переохлажденных жидких осадков («ледяной дождь») при отрицательной температуре воздуха в приземной части. В результате на территории 10 субъектов Российской Федерации проходили процессы обледенения объектов энергосистем, древесной и кустарниковой растительно-

сти, сопровождавшиеся массовым падением обледеневших деревьев на линии электропередачи, что повлекло за собой их массовый обрыв и обрушение опор, отключение подстанций, масштабное и длительное нарушение электроснабжения сотен тысяч потребителей (табл. 8.2).

Таблица 8.2

**Данные об аварийных ситуациях в системах энергоснабжения по субъектам РФ в декабре 2010—январе 2011 гг.**

Субъект РФ	Число нас. пунктов	Кол-во жителей	Силы и средства, л.с./ ед.	Кол-во откл. ТП, шт./ опоры ЛЭП — шт./ ВЛ — км	Время проведения аварийно-восстановительных работ, сутки
Краснодарский край	119	120 000	600/170	150/1650/110	2.12–4.12
Ульяновская обл.	227	180 000	400/160	850/2000/421	4.12–15.12
Республика Татарстан	743	225 000	1500/300	1065/2670/560	5.12–14.12
Самарская обл.	65	15 000	218/52	65/2000/860	6.12–12.12
Владимирская обл.	342	50 000	572/248	224/250/245	26.12–30.12
Нижегородская обл.	450	100 000	1800/350	435/359/700	26.12–3.01
Смоленская обл.	577	53 000	718/305	763/240/123	26.12–27.12 2.01–4.01 9.01–11.01
Тверская обл.	940	25 000	764/258	896/340/230	21.12–22.12 26.12–27.12 2.01–12.01
Псковская обл.	135	15 000	320/82	1049/158/56	1.01–3.01
Московская обл.	866	500 000	52000/2886	10 333/850/450	26.12–7.01
<b>Итого</b>	<b>4474</b>	<b>1283000</b>	<b>58892/4496</b>	<b>15830/8510/3350</b>	

В масштабной операции по устранению последствий этого катаклизма только на территории Московской области приняли участие в общей сложности 52 тыс. человек, свыше 1,5 тыс. единиц специальной техники. Были привлечены бригады энергетиков практически со всей страны — центра России, Поволжья, Северо-Запада, Кубани, Северного Кавказа и даже из Красноярска.

22 января 2014 был введен режим ЧС в столице Кубани. Такое решение принято на оперативном штабе по ликвидации последствий стихийного бед-



ствия, обрушившегося на кубанскую столицу. «Более суток в городе шел ледяной дождь, наледь на проводах привела к обрывам линий электропередачи, без света остались 135 тысяч горожан», — сообщила «Российская газета». Из-за обледенения возникли перебои в работе общественного транспорта, количество поваленных деревьев и крупных веток исчислялось тысячами. Для исправления и нормализации ситуации, восстановления всех систем потребовалось несколько дней, привлечение дополнительных сил. На проводах и опорах линий электропередачи образовалась наледь толщиной до трех сантиметров.



## **8.3. Риски чрезвычайных ситуаций при деградации вечной мерзлоты**

### 8.3.1. Возможные изменения состояния вечной мерзлоты

В связи с потеплением климата для нашей страны на первое место выйдут последствия, связанные с отступлением вечной мерзлоты, которая охватывает огромную часть территории России (65%). Эти последствия станут реальной угрозой для безопасности населения и территорий Крайнего Севера. Оттаивание мерзлых пород приведет к росту числа техногенных чрезвычайных ситуаций из-за обрушения зданий и сооружений, повреждения коммуникаций [10, 11, 12].

Районы вечной мерзлоты — верхняя часть земной коры, температура которой долгое время (от 2-3 лет до тысячелетий) не поднимается выше 0 °С. В зоне многолетней мерзлоты грунтовые воды находятся в виде льда, ее глубина иногда превышает 1000 метров. Именно благодаря мерзлоте, цементирующей породы, удалось построить города, газо- и трубопроводы, вести разработку кимберлитовых трубок в Якутии в карьерах. В районах вечной мерзлоты создана мощная промышленная инфраструктура: объекты нефтегазового комплекса, магистральные трубопроводы протяженностью тысячи километров, электростанции, в т. ч. Билибинская АЭС, шахты, железные дороги, аэродромы, морские и речные порты.

Государственным гидрологическим институтом Росгидромета был разработан ряд моделей, описывающих возможные изменения, которые могут произойти с вечной мерзлотой в будущем. Результаты этих моделей показывают, что общая площадь вечной мерзлоты может сократиться на 10–12% к 2030 году, а к 2050 году – на 15-20%, при этом ее граница может сместиться к северо-востоку на 150–200 км, а глубина сезонного протаивания увеличится в среднем на 15–25%.

Таяние вечной мерзлоты представляет серьезную опасность для экономики России; деформации и разрушению могут подвергнуться важные объекты инфраструктуры, включая тысячи километров нефте – и газопроводов, мерзлота

просто превратится в болото, в которое рухнут построенные там здания. Колебания почвы приведут к многочисленным авариям на нефтепроводах и буровых установках. Станет невозможно использовать зимники, а значит, северные регионы России окажутся отрезанными от Большой земли, ведь других дорог в этих краях просто нет.

Более 75% всех зданий и сооружений в зоне вечной мерзлоты построено и эксплуатируется по принципу сохранения мерзлого состояния грунтов оснований. Чем ниже температура мерзлоты, тем больше силы смерзания и, значит, больше несущая способность оснований. При деградации мерзлоты, повышении температуры грунтов (зачастую и протаивание) наблюдается резкое уменьшение несущей способности вмороженных фундаментов, но так как нагрузки от сооружений остаются прежними, то объекты деформируются. Массовые разрушения зданий и сооружений, необходимость в связи с этим эвакуации сотен тысяч людей усилят социально-экономическую напряженность на Севере России. Просадки и провалы полотна автомобильных и железных дорог, деформация аэродромных покрытий подорвут транспортное единство страны. Деформации нефте-, газо- и продуктопроводов, а также различных производств (особенно химических и металлургических) приведут к колоссальным выбросам загрязнителей в окружающую среду.

В 2014 и 2015 годах на Ямале и на севере Красноярского края, в непосредственной близости от Таймырского полуострова, были обнаружены гигантские «дыры» (кратеры). Считается, что появление кратеров — это результат взрывов метана, которые имели невероятную силу: общая мощность — около одиннадцати тонн в тротиловом эквиваленте. Отмечается, что новые кратеры обнаружены в зоне вечной мерзлоты, и в случае глобального потепления метан просто загорится в этих кратерах. Таким образом, если при потеплении газ начнет взрываться, может произойти настоящее стихийное бедствие. Если стенки кратеров разрушатся и начнут объединяться в одну большую дыру, это может грозить катастрофой для инфраструктуры северных городов, а также для нефтяных и газовых комплексов. Помимо гигантских отверстий диаметром 80–100 м в земле, ученые обнаружили и десятки мелких. Так как температура воздуха постепенно повышается, количество кратеров может увеличиться. Ученые опасаются, что из-за глобального потепления газ, содержащийся в подземных полостях, может загореться под землей.

«Ямальские дыры» похожи на типичную эксплозию, мощный выброс газа. Но не замороженного во льдах, а глубинного, который буквально пропитывает нижнемеловые глины и пески этой богатейшей газоносной провинции. Запасы газа Ямала оцениваются в четырнадцать тысяч кубических километров, что в 40 раз превышает объем Азовского моря! Этот газ залегает на глубине около двух километров и сжат под чудовищным давлением около 500 атмосфер, как на дне океана.

Первым обнаружили кратер на полуострове Ямал. Воздух на дне кратера содержит необычно высокие концентрации метана — около 9,6%. К такому выво-



ду ученые пришли в результате исследований, проведенных 16 июля 2014 года во время экспедиции.

По всей вероятности, появление дыры связано было с аномальной жарой, которая наблюдалась в летние сезоны 2012 и 2013 годов. Температура в то время держалась выше среднестатистической на 5 °С. По мере роста температур вечная мерзлота размораживалась и выпускала струи метана, который раньше был заточен в ледяной ловушке.

В последние десятилетия деструктивное воздействие криогенных процессов на объекты инфраструктуры в области распространения вечной мерзлоты усилилось. Согласно опубликованным данным, в Западной Сибири ежегодно происходит около 35 тысяч отказов и аварий на нефте- и газопроводах. Около 21% всех зафиксированных аварий вызваны механическими воздействиями, в том числе связанными с потерей устойчивости фундаментов и деформацией опор. На поддержание работоспособности трубопроводов и ликвидацию их деформаций, связанных с изменениями вечной мерзлоты, ежегодно тратится до 55 млрд рублей.

Разрушение газопровода даже на ограниченном участке может привести к крупномасштабным потерям, связанным с выбросами большого количества природного газа, его взрывами и пожарами. Существенный диаметр трубопровода и высокие проектируемые давления в нем увеличивают энергию его разрушения. Например, в газопровode Ямал-Центр, при магистральном диаметре

1420 мм и давлении до 9,8 МПа, энергия, выделяющаяся в момент разрушения газопровода, в пересчете на тротильный эквивалент, равнозначна 3,3 тонн тротила. Взрывы трубопроводов большого диаметра сопровождались образованием котлованов глубиной до 4-5 м и площадью до 4000 м<sup>2</sup>.

Особая уязвимость окружающей природной среды арктических районов в сочетании со значительным влиянием изменения природных процессов увеличивает потенциальную значимость глобальных изменений для населения и осуществления хозяйственной деятельности в регионах Арктики, риск возникновения ЧС экологического характера.

Общей проблемой для арктического региона является загрязнение окружающей среды стойкими органическими соединениями и другими веществами, которые годами накапливались на этих территориях. С ростом температуры эти вещества могут попасть из снега, льда, вечной мерзлоты в среду обитания человека. При потеплении климата и деградации мерзлоты возрастает опасность поступления токсичных веществ из мест захоронения химических и радиоактивных отходов.

Климатические аномалии, воздействуя на состояние зоны вечной мерзлоты, повышают угрозу расконсервации сибиреязвенных захоронений (порядка 400 которых расположено в арктическом регионе) с выходом возбудителя во внешнюю среду. Особую тревогу вызывает возможное ослабление вечной мерзлоты на Новой Земле в зонах расположения хранилищ радиоактивных отходов.

Значительными неприятностями грозит разрушение стенок подземных хранилищ. Десятки лет на северных территориях шла добыча полезных ископаемых — нефти, газа, металлов. Огромные количества сырой нефти при авариях и протечках на нефтепроводах остались в земле, скованные вечной мерзлотой. При таянии мерзлоты новые биоценозы могут быть отравлены нефтью. Такие ситуации принято называть «химическими временными бомбами», имея в виду отсроченный характер вредного воздействия.

### 8.3.2. Риски безопасности жизнедеятельности населения в зонах вечной мерзлоты

Риски социальных ЧС в Арктике связаны с экстремальными природными условиями для постоянного проживания человека, транспортной оторванностью, полной зависимостью хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения от импорта топлива, продовольствия и товаров первой необходимости из других районов страны.

Изменения климата уже ведут к сокращению сроков ледостава на сибирских реках с одновременным уменьшением максимальной толщины льда на 20–40%. Эти обстоятельства усугубляет наблюдаемое обмеление северных рек, что сократит период и возможности доставки грузов в труднодоступные районы по рекам и по зимним автомобильным трассам, оборудованным по замерзшим руслам рек [13, 14, 15, 16].





Жизнеобеспечение районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей — одна из основных задач национальной безопасности России, основа безопасности жизнедеятельности населения.

На 11 млн кв. км северных территорий расположено 70 городов и 1500 малых населенных пунктов. Жизнь людей в этих районах полностью зависит от «северного завоза». В кратковременный летний навигационный период (три-четыре месяца, а на малых реках — 10-15 дней) требуется обеспечить своевременные поставки годового объема грузов, необходимых для жизнедеятельности Севера. Срыв «северного завоза» в какой-либо населенный пункт автоматически ставит вопрос об эвакуации его населения, что является трудновыполнимой задачей.

Бензин, дизтопливо, керосин, уголь, мазут, дрова, продовольствие — все это миллионами тонн каждое лето перемещается по рекам с юга на север России, а также по трассам Северного морского пути [17].

После двух-трех месяцев навигации северные реки пересыхают или замерзают, отрезая от большой земли сотни населенных пунктов: отдаленные поселки Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов, Таймыра, севера Якутии, Магаданской области, Камчатки.

В целом по России «северный завоз» оценивается в 7 млн т нефтепродуктов и 23 млн т угля. Снабжение только топливом Севера ежегодно обходится России в сотни млрд рублей. К этому нужно добавить сотни тысяч тонн продовольствия. Только для завоза 250 тыс. тонн жидкого топлива в арктические районы Республики Саха (Якутия) в 13 улусов с учетом многозвенности схемы и сезонности завоза органического топлива (железная дорога, река, море, автозимник) расходы превышают 3 млрд рублей.

Практически ежегодно такой завоз сопровождается чрезвычайными ситуациями. В последние годы и без того сложная ситуация с «северным



завозом» значительно усугубляется капризами природы, вызванными глобальными изменениями климата, что можно проследить по Республике Саха (Якутия).

Логистика северного завоза в Якутии очень сложна. Особенностью «северного завоза» в арктические районы республики является то, что львиная доля грузов приходит на железнодорожную станцию города Усть-Кут в Иркутской области. Затем сплавляется вниз по всей длине реки Лена до поселка Тикси. И потом по Северному морскому пути доставляется до рек Анабар, Яна, Индигирка и Колыма и поднимается вверх по этим рекам до конечных пунктов назначения (рис. 8.8. и 8.9).



Рис. 8.8. Схема завоза жидкого топлива в Республику Саха (Якутия)



Рис. 8.9. Общая схема доставки жидкого топлива в северный Аллаиховский улус РС (Я)

Водный транспорт является основным и безальтернативным в обеспечении завоза грузов в арктическую зону Якутии. В 2013 году из-за неординарных природных условий (обмеление рек) во время летне-осенней навигации жизнедеятельность населения была нарушена.



тельность населения северных районов Якутии оказалась под угрозой. За время навигации «северный завоз» был выполнен в среднем не более чем на 50%. Для разрешения критической ситуации местные власти обратились за помощью к МЧС России. С 3 ноября 2013 года самолеты МЧС России начали доставлять продукты питания в поселки, испытывающие дефицит продовольствия. Всего МЧС России поставило в северные районы Якутии по воздуху тысячи тонн различных продуктов.

В навигацию 2013 года, в верховьях Лены на участке от Усть-Кута до Витима, уровень воды в течение 70 суток не превышал 140 см. Это серьезно осложнило поставки материально-технических ресурсов «северного завоза» для всей якутской части российской Арктики. С еще более сложной проблемой в том же 2013 году республика столкнулась на реке Индигирка, где большую часть навигации уровень воды составлял 0,9 метра. Навигация была возможна только посредством малотоннажных судов с неполной загрузкой.

Годом ранее «северный завоз» был под угрозой срыва в некоторых муниципалитетах Ханты-Мансийского автономного округа. Специалисты признали навигацию 2012 года самой сложной за всю историю. Уровень воды на Оби и Вахе в некоторых местах снижался до 30 сантиметров. Особенно тревожная ситуация складывается на реках Обь, Юганская Обь, Конда.

Не менее сложная ситуация с организацией автозимников в условиях потепления районов вечной мерзлоты. Содержание автозимников ежегодно требует

значительных затрат: проведение работ по трассировке и замерам льда, переба- зировка дорожной техники с привлечением вертолетов, расстановка дорожных знаков, выполнение работ по срезке колеи и засыпке провалов, подсыпки про- тивогололедного материала на подъемах и спусках и т. д. По данным Министер- ства транспорта и дорожного хозяйства Республики Саха (Якутия), в среднем содержание одного километра автозимника составляло в 2010 году 57 тыс. руб. На содержание автозимников в республике в 2013 году было предусмотрено 728 млн рублей.

## Литература

1. *Кокорин А.О.* Изменение климата: обзор Пятого оценочного доклада МГЭИК. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2014.
2. Устойчивое развитие в России / Под ред. С. Бобылева и Р. Перелета. Берлин-Спб., 2013.
3. *Катцов В.М., Кобышева Н.В., Мелешко В.П. и др.* Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 года и дальнейшую перспективу / Под ред. д.ф.-м.н. В.М. Катцова, д.э.н., проф. Б.Н. Порфирьева / Росгидромет. М.: Д'АРТ: Главная геофизическая обсерватория, 2011.
4. *Салль М.А.* Статистический анализ температурных изменений на территории Российской Федерации в летний период (за 1966–2010 годы) // Труды ГГО. 2013. № 569.
5. Изменение климата ведет к катастрофе с лесными пожарами. <http://zmdosie.ru/resursy/les/3184-klimat-lesnymi-pozharami>
6. Иллюстрированный отчет за 2011 год / Росгидромет. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2012.
7. *Ремизов Д.* Из-за маловодья на Волге прервано судоходство <http://FOCUSGORODA.RU/MATERIALS/2014-07-30/3525.HTML>
8. Что в России с водой? <http://maxpark.com/community/5134/content/3113834>
9. *Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И.* Системные аварии и катастрофы в техносфере России / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012.
10. *Молчанов В.П., Акимов В.А., Соколов Ю.И.* Риски чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Рос- сийской Федерации (предупреждение и ликвидация последствий) / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011.
11. *Махутов Н. А., Лебедев М. П., Большаков А.М., Гаденин М.М.* Научные основы анализа и сниже- ния рисков чрезвычайных ситуаций в районах Сибири и Севера // Арктика: экология и экономи- ка. 2013. № 4 (12).
12. *Коновалов А.М.* Транспортная инфраструктура российской Арктики: проблемы и пути их решения // Арктика: зона мира и сотрудничества / Отв. ред. А.В. Загорский. М.: ИМЭМО РАН, 2011.
13. *Слободян Е.* Что такое «северный завоз» и почему в этом году он был сорван? // Аргументы и фак- ты. 05.11.2013.
14. *Павленко В.И.* Арктическая зона Российской Федерации в системе обеспечения национальных интересов страны // Арктика: экология и экономика. 2013. № 4 (12).
15. *Веселов И.А., Чуприян А.П.* О мерах МЧС России по обеспечению реализации экономических и инфраструктурных проектов в Арктике и созданию системы специализированных аварийно-спа- сательных центров // Арктика. Экология и экономика. 2011. № 1 (9).
16. *Цатуров Ю.С., Клеликов А.В.* Современное изменение климата Арктики: результаты нового оце- ночного доклада Арктического совета // Арктика: экология и экономика. 2012. № 4 (8).
17. *Щадрин А.П.* О перспективах использования атомных станций малой мощности (АСММ) в усло- виях Крайнего Севера Республики Саха (Якутия). [www.sei.irk/symp2010/papers/RUS/SS-05r.pdf](http://www.sei.irk/symp2010/papers/RUS/SS-05r.pdf)





**ГЛАВА 9**

**ЗАЩИТА ТЕРРИТОРИЙ  
В УСЛОВИЯХ  
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**



## **9.1. Территориальный аспект в условиях изменения климата**

*Территория* — это земельное, водное, воздушное пространство в пределах Российской Федерации или его части, объекты производственного и социального назначения, а также природная среда.

Вопросы защиты территории в условиях изменения климата рассматриваются в рамках осуществления адаптационных мер.

При этом необходимо определить территории, производственные комплексы и группы населения страны, особо уязвимые к климатическим изменениям, а также разработать программные меры по смягчению последствий и адаптации к наблюдаемым и прогнозируемым изменениям климата, включая создание финансовых и институциональных механизмов, а также технологий снижения климатических рисков, развитие исследований в области климатологии и анализа и оценки эффективности различных мер адаптации.



## **9.2. Меры по адаптации природных климатозависимых сфер экономики России**

Наиболее климатозависимыми природными системами экономики России являются сельское, лесное и водное хозяйство [1, 2].

### 9.2.1. Меры по адаптации сельского хозяйства

Адаптация сельского хозяйства России к изменению климата может предусматривать следующие мероприятия:

- освоение видов и высокопродуктивных сортов зерновых культур с целью наиболее эффективного использования вегетационного периода;
- использование в южных районах страны видов и сортов сельскохозяйственных культур с коротким периодом вегетации, что даст возможность выращивать второй урожай в течение года, например, овощных с укороченным периодом вегетации;
- проведение сева яровых культур весной в более ранние сроки, что позволит более эффективно использовать весенние запасы влаги в почве;
- освоение экологически безопасных агротехнологий за счет роста урожайности сельскохозяйственных культур при повышении атмосферной концентрации  $\text{CO}_2$  и увеличение доз удобрений;
- расширение площадей сельскохозяйственных земель, занятых под посевами озимых зерновых культур, так как предполагается, что именно они окажутся более приспособленными к ожидаемым изменениям климата при глобальном потеплении;
- создание защитных лесных полос в засушливых районах, что увеличит запас влаги в почве и ослабит влияние суховейных ветров;
- расширение ирригационных систем в засушливых районах, что может повысить влагосодержание в почве за счет искусственного полива дополнительных площадей сельскохозяйственных культур и приведет к росту урожайности посевных культур;

- освоение адаптивной системы ведения сельского хозяйства.

Для использования благоприятных изменений климата в *зоне достаточного увлажнения* целесообразно использовать следующие меры адаптации растениеводства, направленные на использование дополнительных тепловых ресурсов [3]:

- расширение посевов позднеспелых и более урожайных видов (сортов) зерновых колосовых культур, кукурузы, подсолнечника, позднеспелых сортов картофеля, рапса;
- увеличение применения таких удобрений и средств химизации, которые более эффективны в условиях теплого и влажного климата;
- расширение севооборота, повышение доли более теплолюбивых видов кормовых культур — сои, люцерны и др.

В *зоне недостаточного увлажнения* адаптационные меры должны быть направлены, в том числе, на экономное расходование водных ресурсов путем:

- более широкого внедрения влагосберегающих технологий (снегозадержание, уменьшение непродуктивного испарения и т. д.);
- расширения посевов более засухоустойчивых культур — прежде всего кукурузы, а также подсолнечника, проса и др.;
- расширения посевов озимых культур — пшеницы в степных районах Поволжья и Урала, ячменя на Северном Кавказе;
- расширения орошаемого земледелия, которое следует рассматривать как необходимое условие для наиболее полного использования в растениеводстве дополнительных тепловых ресурсов.

В сельскохозяйственном производстве применяется комплекс мер по адаптации сельского хозяйства к последствиям изменения климата, направленных на оптимизацию условий произрастания культур, основанный на долгосрочном прогнозе, а также используются наиболее эффективные методы ведения сельского хозяйства, среди которых [6, 9]:

- использование более засухоустойчивых и скороспелых сортов;
- правильное размещение культур в севообороте;
- проведение комплекса агротехнических мероприятий;
- экономия вод паводочного стока.

Кроме того, применяются активные средства борьбы с засушливыми явлениями, направленными на искусственное увеличение или сохранение имеющихся запасов почвенной влаги:

- орошение;
- защита растений от прямой солнечной радиации;
- применение депрессоров испарения;
- повышение содержания гумуса в почве;
- посадка лесных полос;
- снегозадержание.

Основой стратегии адаптивной интенсификации сельского хозяйства России должно стать:

- ускоренное развитие аграрного сектора экономики Нечерноземной зоны и, в первую очередь Центрального, Северо-Западного и других регионов, где достаточная влагообеспеченность посевов гарантирует стабильность производства;

- оптимизация соотношения посевов озимых и яровых сельскохозяйственных культур для учета изменений условий осенне-зимнего периода;

- расширение посевных площадей более теплолюбивых и более урожайных культур, обеспечивающих интенсификацию сельскохозяйственного производства (кукурузы, подсолнечника, сорго, сои и др.);

- расширение посевных площадей пожнивных (вторых) сельскохозяйственных культур для использования роста тепловых ресурсов;

- развитие орошаемого земледелия для повышения устойчивости сельскохозяйственного производства и утилизации дополнительных тепловых ресурсов;

- расширение зоны субтропического земледелия на юге России и ускорение развития таких отраслей сельского хозяйства как плодоводство, виноградарство, производство хлопка и риса, эффективность которых может существенно возрасти при ожидаемых изменениях климата;

- повышение эффективности животноводства за счет увеличения кормовой базы в результате роста биоклиматического потенциала и сокращения периода стойлового содержания скота при потеплении климата;

- всемерное развитие влагосберегающих технологий, подбор более устойчивых культур (сортов), создание страховых запасов продовольствия для снижения потерь от возможной аридизации климата и обеспечение продовольственной безопасности;

- реализация федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы», утвержденной постановлением Правительства РФ № 922 от 12 октября 2013 года.

Конкретно, в отношении условий холодного периода («условий перезимовки») целесообразные меры адаптации растениеводства следующие:

- увеличение площадей озимых зерновых культур (пшеницы, ржи и ячменя) как более урожайных при изменении климата;

- расширение площадей садовых насаждений и виноградников.

При адаптации к изменениям условий увлажнения следует учесть, что потепление климата ведет к увеличению суммарного испарения — расходной составляющей водного баланса почвы. Увеличение суммы осадков за год, которое наблюдается практически на всей территории РФ с развитым сельским хозяйством, не может повсеместно компенсировать увеличение расходов воды на испарение. Выявлена тенденция к росту засушливости климата на территории отдельных субъектов РФ: Алтайском и Забайкальском краях, в Амурской области, а также в Республике Саха (Якутия) и на территории Черноземного центра России.

Надо особо отметить такое явление, как изменение пространственно-временной структуры тепло- и влагообеспеченности. Установлено, что с 1976 года растет степень синхронности колебаний температуры воздуха, осадков и, как следствие, урожайности зерновых культур на территории земледельческой зоны России. Это приводит к росту изменчивости валовых сборов зерна и увеличению рисков возникновения крупномасштабных очагов дефицита зерна, что создает угрозу продовольственной безопасности, нарушает импортно-экспортные связи.

Для повышения устойчивости производства зерна необходимы меры по адаптации — по оптимизации размещения посевных площадей для стабилизации производства.

В целом варианты адаптации сельского хозяйства можно разбить на варианты предупреждения и варианты реагирования (табл. 9.1)

Таблица 9.1

### Варианты адаптации сельского хозяйства

Варианты упреждения	Варианты реагирования
<p>Разработка устойчивых культур (к засухе, засолению почв, сельскохозяйственным вредителям).</p> <p>Исследования и разработки.</p> <p>Управление запасами почвенной воды.</p> <p>Диверсификация и интенсификация продовольственных и плантационных культур.</p> <p>Политические меры, налоговые стимулы/субсидии, свободный рынок.</p> <p>Разработка систем раннего оповещения</p>	<p>Борьба с эрозией.</p> <p>Строительство ирригационных плотин.</p> <p>Изменения в использовании и применении удобрений.</p> <p>Внедрение новых культур.</p> <p>Поддержание плодородия почв.</p> <p>Изменения в сроках посева и сбора урожая.</p> <p>Переход на другие культурные сорта.</p> <p>Образовательные и просветительские программы по сохранению и управлению почвами и водными запасами</p>

### 9.2.2. Меры по адаптации лесного хозяйства

Важную роль в адаптации к последствиям изменения климата и их смягчении играют леса [2, 5, 6].

Можно выделить ряд параметров ответной реакции лесных экосистем на изменение климата:

- смещение зон, в т. ч. в горах;
- потеря лесов сопровождается определенным ущербом для гидрологических систем, увеличением эрозии почв;
- разрушение лесов, вызывающее выброс углерода в атмосферу, может способствовать глобальному потеплению;
- уменьшение биоразнообразия;
- изменение продуктивности;
- увеличение экстремальности увлажнения (заболачивание, иссушение);

- рост пожарной опасности;
- снижение количества и качества семян;
- влияние на возобновление (особенно хвойных пород);
- увеличение вредоносности болезней и вредителей;
- снижение устойчивости из-за увеличения частоты неблагоприятных краткосрочных явлений (периодов аномально теплой погоды и заморозков, сильных ветров, снегопадов и т. п.);

- снижение устойчивости лесных экосистем в целом.

Следует учесть, что леса планеты хранят огромные запасы углерода — гораздо больше, чем его содержится в атмосфере. Поэтому меры по адаптации в лесной отрасли имеют важнейшее значение как для смягчения последствий изменения климата, так и для стимулирования устойчивого развития.

К основным мерам можно отнести:

- сокращение потерь лесного хозяйства от пожаров, вредных организмов и незаконных рубок;
- создание системы воспроизводства лесного фонда и восстановления лесов (в первую очередь в регионах, утративших экологический, рекреационный и лесохозяйственный потенциал);
- улучшение породного состава лесных насаждений;
- создание условий для рационального и интенсивного использования лесов при сохранении их экологических функций и биологического разнообразия, а также повышение эффективности контроля за использованием и воспроизводством лесов;
- обеспечение баланса выбытия и восстановления лесов, повышение продуктивности и качества лесов;
- повышение эффективности управления лесами.

*Меры по сокращению потерь лесного хозяйства от пожаров включают в себя:*

- уменьшение пожарной опасности в лесах в засушливое время года; в т. ч. противопожарная пропаганда, создание противопожарных барьеров, устройство дорог противопожарного назначения, проведение профилактических палов, создание эффективной системы мониторинга лесных пожаров, внедрение современных технических средств обнаружения лесных пожаров [6, 7];
- реализация мероприятий по охране лесов от пожаров, обеспечивающих создание в Российской Федерации эффективной системы профилактики, раннего обнаружения и тушения лесных пожаров в регионах, позволяющей свести к минимуму повреждение лесов, возникновение катастрофических верховых лесных пожаров, предотвратить гибель людей и повреждение огнем населенных пунктов и объектов экономики;
- дальнейшее развитие на основе современных средств наблюдений и информационных ресурсов системы обнаружения лесных пожаров, мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожаров, результаты применения которых позволят сократить сроки обнаружения лесных пожаров, повысить точность их

обнаружения, а также существенно улучшить информированность населения и скорость оповещения противопожарных служб об угрозе лесных пожаров;

- осуществление комплекса профилактических мероприятий, укрепление кадровой и материально-технической базы противопожарных служб, обеспечение межрегионального маневрирования лесопожарными формированиями, а также пожарной техникой, оборудованием, инвентарем и снаряжением;

- создание и обеспечение функционирования специализированной диспетчерской службы, региональных и местных диспетчерских пунктов по охране лесов от пожаров, а также специализированных лесопожарных учреждений в субъектах Российской Федерации.

*К мерам по улучшению лесопатологической ситуации относятся:*

- создание эффективной системы планирования и осуществления лесозащитных мероприятий на федеральном и региональном уровнях, оперативное выявление и качественная диагностика лесопатологических факторов, объективный прогноз патологической ситуации в лесах, своевременное назначение и проведение локализации и ликвидации очагов вредных организмов, а также комплекса санитарно-оздоровительных мероприятий;

- совершенствование и взаимоувязка методов лесопатологического мониторинга и лесопатологических обследований на основе развития технологий прогнозирования динамики численности вредных организмов, наземного, авиационного и космического зондирования лесов;

- развитие интегрированной защиты лесов путем разработки новейших методов и технологий локализации и ликвидации очагов вредных организмов и лесозащитных препаратов, учитывающих последние научно-инновационные достижения;

- создание эффективных технологий оценки фитосанитарного риска распространения инвазивных вредных организмов, обеспечивающих безопасность лесов Российской Федерации от видов, способных нанести значительный экономический и экологический ущерб;

- реализация специализированных мероприятий в районах, подверженных радиоактивному загрязнению лесов на основе научно обоснованной системы профилактических и реабилитационных мероприятий в зонах радиоактивного загрязнения лесных земель на территории части субъектов Российской Федерации, а также реализация мер, обеспечивающих создание радиационно безопасных условий труда в лесном хозяйстве, снижение уровня радиационной опасности для населения, проживающего в условиях радиоактивного загрязнения, предотвращение поступления на рынок лесных продуктов, загрязненных радионуклидами;

- разработка и внедрение современных, экологически безопасных методов, технологий и препаратов оперативной локализации и ликвидации очагов вредных организмов;

- обеспечение открытости оперативной информации о повреждении лесов вредными организмами и о других неблагоприятных факторах;



- разработка и введение в действие единой государственной информационной системы учета заготовки древесины и оборота круглых лесоматериалов;
- совершенствование межведомственного взаимодействия в сфере предотвращения незаконных рубок.

Основными адаптационными мерами к изменению климата в лесном хозяйстве являются [2]:

- создание условий для роста и нормального развития лесных культур, самосева и подроста, когда необходим тщательный выбор сроков посадки, рубки, своевременный уход за культурами, уход за молодняками (прочистка, прореживание), качественный посадочный материал;
- уменьшение численности насекомых-вредителей и ослабление их воздействия на лесонасаждения. Выявление и уничтожение очагов вредителей леса;
- борьба с грибными болезнями лесных культур и молодняков (мучнистой росой, снежным шютте, корневой губкой и др.);
- усиление карантинных мероприятий в лесокультурном деле при подготовке семян, посадочного материала из питомников.
- повышение устойчивости лесов к различным сценариям динамики климата за счет изменения породного состава и структуры лесных насаждений;
- реализация зонального и формационно-типологического подхода при разработке рекомендаций по составу будущих лесов;
- прогнозирование состава лесов на основе фактических материалов учета лесного фонда, нормативно-технической базы лесного хозяйства, а также собственно мер по адаптации;
- учет основных видов пользования, а также состояния вредных и полезных энтомокомплексов лесов, комплекса патогенов, как фактора, способного усилить негативное влияние климата;
- интеграция рекомендаций по адаптации в нормативную базу лесного хозяйства после их опытно-производственной проверки;
- изменение программ подготовки кадров лесного хозяйства с целью лучшего понимания роли климата для состояния и динамики лесов, обучения методам адаптации отрасли к изменению климата.

*Адаптация лесного хозяйства позволит:*

- оптимизировать структуру лесов с учетом вероятных изменений климата, сохранив их продуктивность;
- повысить устойчивость к насекомым-вредителям, особенно к тем, которые могут формировать очаги массового размножения;
- сохранить и приумножить ресурсы побочного пользования;
- снизить пожароопасность в лесах;
- снизить потери от негативных климатических воздействий;
- сократить эмиссии углекислого газа в атмосферу;
- повысить степень готовности организаций лесного хозяйства к работе в условиях изменения климата.

### 9.2.3. Меры по адаптации водного хозяйства

Смещение сезонных осадков, усиление изменчивости климата, воздействие на доступность водных ресурсов будут усугубляться в результате последствий изменения климата и вероятности усиления экстремальных явлений, таких как наводнения и засухи. Это приведет к далеко идущим негативным последствиям с точки зрения производства продовольствия, здравоохранения, энергетики, городского и промышленного водоснабжения и биоразнообразия. Это также повлияет на жизнь людей, экосистемы и социально-экономическое развитие [2, 5, 8].

Повышение температуры воды и условия низкого стока в результате засухи, по прогнозам, приведут к ухудшению качества воды. Сокращение запасов подземных вод в прибрежных районах может привести к интрузии соленых вод в системы водоснабжения, основанные на подземных водах. Повышение уровня моря в прибрежных районах также влияет на подземные водоносные горизонты в связи с сокращением запасов пресной воды. Паводки могут активизировать речные отложения, содержащие токсичные материалы.

Улучшенное интегрированное управление водными ресурсами будет иметь ключевое значение для усилий по адаптации территории к изменчивости и изменению климата. Для этого потребуются политические подвижки и значительные инвестиции, а также более всеобъемлющий и устойчивый сбор данных и системы мониторинга для расширения и распространения знаний о климате и воде и производных адаптационных стратегиях и действиях.

Такое концептуальное восприятие лежит в основе Глобальной рамочной основы для климатического обслуживания, определяющей водные ресурсы в качестве одного из главных приоритетов.

Сельское хозяйство потребляет более 75% мировых запасов пресной воды. Информация о наступлении, местоположении и интенсивности дождливых и засушливых сезонов задолго до их прогнозируемого возникновения помогает фермерам планировать сроки посадки и выбор культур.

Климатические условия также влияют на количество воды, доступной для гидроэнергетики. Более эффективное управление запасами воды на дамбах, в водохранилищах, реках и подземных водоносных горизонтах помогает смягчить изменчивость наличия водных ресурсов, а также улучшить управление паводками и засухами.

Климатические данные и информация лежат в основе планирования и управления запасами поверхностных вод и уменьшения опасности бедствий. Они необходимы для расчетов частоты и продолжительности сильных дождей, вероятного максимума осадков, низкого стока и прогнозирования паводков и оценки водных ресурсов. Такие данные, собираемые в недельных, сезонных и годовых временных масштабах на национальном, региональном и местном уровнях и предоставляемые заинтересованным сторонам на всех уровнях, в настоящее время являются более важными, чем когда-либо для разработки оперативных

стратегий управления водными ресурсами, включая обеспечение готовности к паводкам и засухам и реагирование на них.

Паводки — это естественное явление природы, вызываемое чрезмерным количеством осадков, иногда в сочетании с одновременным таянием снега. Паводки могут угрожать жизни и средствам к существованию и иметь пагубные последствия для растениеводства, животноводства и инфраструктуры, такой как здания, промышленные предприятия, дороги и мосты.

Засуха широко признана как медленно надвигающееся опасное явление природы, которое происходит вследствие изменчивости и изменения климата, а также по причине неустойчивого управления ресурсами, отчасти в результате давления со стороны населения и других демографических и социально-экономических факторов.

В последние годы возросла озабоченность во всем мире в отношении того, что в связи с изменчивостью и изменением климата засухи могут участиться и стать более продолжительными, а также охватить районы, которые до сих пор не были подвержены их воздействию.

Заслуживает внимания общее потепление климата с середины 1970 годов прошлого столетия, при котором увеличилась повторяемость крупных природных аномалий. Так, летняя засуха 2010 года явилась продуктом естественной климатической изменчивости. По данным Росстата, в 2010 году валовой сбор зерновых и зернобобовых культур в Российской Федерации составил 60,9 млн тонн, что на 36,2 млн тонн (37,3%) меньше урожая предыдущего года. Яровой и озимой пшеницы собрано в 2010 году 41,5 млн тонн (67,3%) против 61,7 млн тонн в 2009 году.

Ответные меры в связи с засухами, как правило, осуществляются в порядке реагирования с точки зрения управления действиями в кризисных ситуациях и, как известно, принимаются несвоевременно, плохо скоординированы и разобщены. В результате значительно увеличились экономические, социальные и экологические последствия засух. Из всех видов стихийных бедствий по причине своих долгосрочных социально-экономических последствий засухи с большим запасом являются стихийным бедствием, приносящим наибольший ущерб. За последние 25 лет мир действительно стал более подверженным засухам. Необходимо разработать более эффективные стратегии управления засухой, основанные на измененной национальной политике в отношении засухи и на расширенных научных знаниях.

В рамках улучшенного управления засухой необходимо также обеспечить более обширные социальные ответные действия по управлению рисками и смягчению последствий засух. Это может быть достигнуто за счет улучшения региональной и глобальной координации связанных с засухами усилий существующих организаций и учреждений в отношении:

- улучшения научного понимания и вкладов в области управления засухой;
- оценки рисков, связанных с засухой, мониторинга, прогнозирования и заблаговременного предупреждения;

- политики и планирования для обеспечения готовности к засухе и смягчения ее последствий в различных секторах;
- уменьшения рисков, связанных с засухами, и реагирования на них.

Система адаптационных мероприятий строится с учетом взаимосвязи и взаимодействия водного хозяйства с другими отраслями экономики, потребности в воде населения, требований по охране окружающей среды.

Адаптация водного хозяйства России к изменению климата в целом может включать следующие меры:

- проведение водохозяйственных, берегозащитных и берегоукрепительных, предупредительных инженерно-технических мероприятий;
- принятие управленческих решений, учитывающих адаптационные возможности водохозяйственных систем и гидротехнических сооружений;
- развитие и внедрение водосберегающих и водонакопительных технологий, учитывающих особенности внутригодового распределения стока;
- проведение инженерно-технических мероприятий по повышению эффективности использования воды, к которым относятся внедрение замкнутых циклов водопотребления, менее водоемких производств, снегозадержания, водосберегающих агротехнических и лесомелиоративных мероприятий, строительство водоемов-накопителей в понижениях рельефа;
- реализация комплекса инженерно-технических мероприятий, регулирующих и перераспределяющих сток рек;
- создание системы открытых и закрытых осушительных канав и водоприемников;
- строительство водозадерживающих плотин и защитных сооружений.

При избыточном увлажнении рекомендуется комплекс инженерно-технических мероприятий, регулирующих и перераспределяющих сток рек; создание системы открытых и закрытых осушительных канав и водоприемников; строительство водозадерживающих плотин и защитных сооружений. В условиях возможной недостаточности водных ресурсов в отдельных регионах, адаптационные меры включают развитие и внедрение водосберегающих и водонакопительных технологий, учитывающих особенности изменений внутригодового распределения речного стока;

инженерно-технические мероприятия по повышению эффективности использования воды: внедрение менее водоемких производств, замкнутых циклов водопотребления, водосберегающих агротехнических и лесомелиоративных мероприятий, оптимизацию ирригационных систем, снегозадержание, строительство водоемов-накопителей в понижениях рельефа.

В районах орошаемого земледелия должна быть усовершенствована технология орошения с учетом роста затрат поливной воды, вызванных увеличением испарения.

Острой водохозяйственной проблемой для России являются наводнения и паводки, причиняющие ежегодно многомиллиардные убытки.

В связи с ростом риска наводнений и активизации паводковых ситуаций при увеличении водности, необходима заблаговременная разработка комплекса мер по недопущению и смягчению их разрушительных последствий. Эффективными мерами в этом плане являются совершенствование наблюдательных систем, методов прогнозирования и раннего обнаружения опасных ситуаций, мониторинг и поддержание в технически исправном состоянии гидротехнических сооружений, оценка их адаптационных возможностей при различных режимах эксплуатации.

Обобщение и систематизация региональной оперативной информации о частоте, интенсивности, продолжительности, причиненном ущербе и о связи происходящих экстремальных явлений с гидрометеорологическими и климатическими факторами могут составить основу для своевременного предупреждения и уточненного прогноза возможных наводнений и паводков.

Необходимыми мерами по адаптации также являются: обеспечение упорядоченного землепользования в регионах, составляющих зоны риска; принятие мер по созданию нормативно-правовой базы, определяющей ответственность государственных органов власти и муниципальных администраций за последствия катастрофических наводнений; создание современной системы страхования от природных катастроф, в том числе вызванных экстремальными явлениями гидрологического характера.

В целом варианты адаптации водного хозяйства можно разбить на варианты предупреждения и варианты реагирования (табл. 9.2).

Таблица 9.2

### Варианты адаптации водного хозяйства

Варианты упреждения	Варианты реагирования
Более оптимальное использование оборотной воды. Охрана водосборов. Улучшение системы водоснабжения. Реформирование политики водопользования, включая политику ценообразования и орошения. Разработка систем мониторинга наводнений и засух	Охрана запасов грунтовых вод. Улучшение управления и техобслуживания существующих систем водоснабжения. Охрана водосборов. Улучшение водоснабжения. Сбор грунтовых и дождевых вод и опреснение

## **9.3. Адаптация технических систем к изменению климата**

Особенность адаптации технических систем состоит в том, что большинство из них лишь чувствительны к изменениям климата и только часть их уязвима по отношению к этим изменениям в отличие от природных систем, исключительно уязвимых. Тем не менее, с изменением климата в целом ряде случаев может быть связан колоссальный ущерб в технической сфере [5, 10].

### 9.3.1. Этапы проведения адаптационных мер

Всю цепочку исследований изменения и изменчивости климата и их влияния на технические системы, предшествующую принятию адаптационных мер и оценке последствий адаптации, можно представить в виде нескольких этапов.

На первом этапе по исходной базовой информации устанавливается необходимая специализированная информация для текущих климатических условий из архивных данных, а на будущее — по результатам моделирования.

На втором этапе эта информация трансформируется в показатели риска. Для расчета рисков предварительно оценивается чувствительность климатозависимого объекта, а также его уязвимость. Полученная на втором этапе информация, включая адаптационный потенциал, позволяет судить о возможных последствиях изменения климата.

На третьем этапе решаются с экономической точки зрения две задачи по адаптации. Первая из них состоит в расчете потенциального ущерба и выборе оптимума между затратами на адаптацию и ликвидацию негативных последствий. Эта задача достаточно просто решается, если есть данные об ущербе и выгоде. Учитывая, что эти данные ограничены, приходится прибегать к косвенным методам оценки. При этом не следует стремиться к полной адаптации, так же как и к нулевому риску. На практике это обычно бывает экономически нецелесообразно или недостижимо.



Вторая задача более сложная и долгосрочная: требуется рассчитать стоимость мер по адаптации при различных сценариях снижения выбросов парниковых газов. Нужно выбрать временной оптимум с учетом дисконтирования затрат (то есть учесть ущерб на будущее). Ответ на этот вопрос должен быть связан с рекомендациями МГЭИК о том, что к 2050 году нужно в два раза снизить глобальные выбросы парниковых газов до уровня 1990 года.

Четвертый, заключительный этап включает расчет экономической эффективности инвестиций в проект.

Перед проведением адаптационных мероприятий необходимо оценить потребность в них. С этой целью определяется диапазон возможных воздействий изменения климата по данным о рисках. Риски выражаются в стоимостных единицах. Исследования влияния изменения и изменчивости климата на технические конструкции, требующие адаптационных мер, ведутся в двух основных направлениях.

Во-первых, исследуются все серьезные повреждения в технической сфере, обусловленные изменениями или изменчивостью климата, и это направление называется «снизу вверх» (bottom-up). Анализ этого типа данных может выявить специализированные климатические параметры, выражающие влияние на конкретный объект. Например, повреждение здания вследствие проникающих дождей указывает путь для проектирования зданий в данных климатических условиях в дальнейшем.

Второе направление носит название «сверху вниз» (top-down). При таком подходе основное внимание уделяется анализу механизмов климатических воздействий, которые приводят к массовым авариям.

В первом случае исследуется влияние на конкретный объект или конкретную область. Этот подход основан на конкретных инженерных данных о последствиях для конкретного географического района. Во втором случае рассматриваются все отрасли в совокупности, и в частности, как последствия изменений климата в одной отрасли сказываются на других отраслях и на всей экономике в целом. Такой подход дает возможность использовать результаты наблюдений при макроэкономическом моделировании.

Кроме того, существует еще один подход, называемый методом комплексной оценки и сочетающий первый и второй подходы, которые применяются для оценки экономических последствий.

### 9.3.2. Адаптация к изменениям климата в топливно-энергетическом комплексе

Влияние климата и его изменений на развитие энергетической отрасли вкратце выражается в следующем [5, 10]:

- климатические условия во многом определяют особенности функционирования и технико-экономические показатели всех типов электростанций,

поэтому изменение климата вызовет необходимость корректировки проектирования и эксплуатации электростанций;

- климатические условия определяют потребность в энергии, следовательно, их изменение может существенно изменить тепло- и энергопотребление во многих регионах России;

- специфика энергетики заключается в том, что продукцию этой отрасли практически невозможно накапливать и сохранять, поэтому потребности в энергии должны быть спрогнозированы и учтены заранее;

климатические условия в значительной мере определяют экологические последствия деятельности объектов энергетики.

### 9.3.2.1. Нефтегазовая отрасль энергетики

Основные запасы нефти и газа в России находятся на территории, расположенной севернее 60–64° с. ш., то есть в основном в полярной зоне. В Приобье добывается 90% всего газа (85% в Ямало-Ненецком АО и 5% в Ханты-Мансийском АО) и здесь же (в основном Ханты-Мансийском и частично в Ямало-Ненецком АО) находятся основные запасы нефти. Отсюда на запад и юго-запад проложены системы нефте- и газовых магистральных трубопроводов [5, 10].

Наряду с большими запасами углеводородного и углеродного топлива и многих других видов природных ресурсов полярные области крайне бедны климатическими ресурсами почти для всех видов хозяйственной деятельности и проживания человека. И хотя в результате изменения климата количество климатических ресурсов должно возрасти, основной проблемой климатологического обеспечения экономики этого района является снабжение нефтегазовой отрасли и объектов ее инфраструктуры адекватной климатической информацией (табл. 9.3).

### 9.3.2.2. Проектирование и эксплуатация нефте- и газопроводов

Большинство нефте- и газопроводов строится в тесной связи с разработкой месторождений, переработкой сырья и потреблением углеводородов. Обеспечивая низкую стоимость транспортировки, они становятся важным фактором экономики. Трубопроводы особенно эффективны для транспортировки природного газа, который добывается в больших объемах как вместе с нефтью, так и отдельно из газовых месторождений. Значительные объемы транспортируются также специальными танкерами в виде сжиженного газа [5, 10, 15].

Транспортировка сырой нефти осуществляется по сети трубопроводов, которые поставляют нефть от скважин к хранилищам на промысле или к магистральным терминалам. По магистральным трубопроводам нефть перекачивают к нефтеперерабатывающим заводам или терминалам танкеров. Переработка нефти осуществляется либо в районах ее добычи, либо на значительных расстояниях от нее вблизи главных потребителей и рынков сбыта.

Линии газопроводов подразделяются на газосборные, магистральные и распределительные. Транспортирующие, или магистральные, трубопроводы по-

Таблица 9.3

**Специализированные климатические параметры для нефтяной и газовой отрасли**

Отрасли, процессы и объекты	Климатические специализированные параметры (индексы)
Разведка и разработка месторождений углеводородного сырья (разведка месторождений нефти и газа, строительство и эксплуатация нефте- и газопромысла: буровые установки, буровые платформы на шельфе, нефтекачающие станции, подземные и плавучие нефтехранилища, береговые)	Ветровая нагрузка, возможная 1 раз в 50 лет, период повторения скорости ветра > 15 м/с и > 22 м/с; повторяемость температуры воздуха ниже –25 °С, –30 °С, –33 °С, –40 °С, выше +25 °С; число гроз, смерчей, ураганов; макс. глубина протаивания вечной мерзлоты; волнение на море и ледовая обстановка
Проектирование и эксплуатация нефте- и газопроводов (подводящих, магистральных и распределительных подземных, наземных, надземных, подводных)	Средняя минимальная годовая температура почвы на уровне заложения трубопровода, изменение температуры почвы вдоль трубопровода, повторяемость температуры почвы ниже –30 и –40 °С, абсолютный минимум температуры воздуха и его продолжительность, максимальная глубина промерзания и протаивания почвы, макс. высота снежного покрова
Вспомогательные и жилые строения (распределительные и гидрокомпрессорные установки, нефтеперекачивающие станции, установки электрохимической защиты, ЛЭП вдоль трубопроводов, жилые здания, узлы связи)	Повторяемость температуры воздуха ниже –30 °С и –40 °С, резкие понижения температуры воздуха; повторяемость гроз, смерчей, ураганов, туманов; скорость ветра при макс. гололедных отложениях; колебания атм. давления; температура наиб. холодной пятидневки и однодневки обеспеченностью 0,92 и 0,98; максимальная глубина промерзания и протаивания почвы
Доставка грузов и оборудования (автомобильный, ж.д. и воздушный транспорт, танкеры и вспомогательный флот)	Скользкость дорог; дальность видимости; экстремальная скорость ветра; волнение, ледовая обстановка
Природосберегающие технологии (рекультивация земель)	Экстремальная температура воздуха и поверхности почвы; максимальная скорость ветра, количество осадков

ставляют газ местным службам, которые распределяют его для промышленного и коммунального использования, а также для других нужд.

Нефтепроводные трубопроводы имеют обычно диаметр 5–20 см; диаметр протяженных магистральных нефтепроводов иногда достигает 120 см. Имеется тенденция строительства крупных трубопроводов для сырой нефти и продуктов ее переработки. Параллельные и обводные трубопроводы увеличивают пропускную способность построенных ранее и имеющих меньший диаметр трубопроводов. Газопроводы, как правило, более крупные по сравнению с нефтепроводами. Система магистральных трубопроводов Ямбург—Западная граница СНГ имеет общую протяженность 28,7 тыс. км с диаметром труб 142 см.

Магистральные трубопроводы, как правило, прокладываются подземно. В исключительных случаях трубопроводы могут быть проложены по поверхности земли в насыпи (наземно) или на опорах (надземно). Такие прокладки допускаются в пустынях, горах, болотах, на вечномёрзлых и неустойчивых грунтах, на переходах через естественные и искусственные препятствия. Глубина заложения трубопровода (от верха трубы) зависит от диаметра, характеристик грунтов местности и должна быть не менее 0,8–1,1 м.

К мерам адаптации при проектировании, строительстве и эксплуатации трубопроводов следует отнести использование цельнотянутых бесшовных, тонкостенных и упроченных труб, введение компьютерного контроля, дистанционное обслуживание с помощью мониторов, улучшение технологии сварки.

Стальные газо- и нефтепроводы городов и поселков России — объекты постоянных забот и тревог эксплуатирующих организаций. Коррозионные повреждения вследствие блуждающих токов и агрессивных грунтов служат основной причиной их аварийного выхода из строя.

Одной из мер адаптации является переход сооружений систем газификации, добычи, транспортировки и сбора нефти на полиэтиленовые трубы, так как они обладают рядом достоинств, в частности:

- низкой газопроницаемостью;
- стойкостью к составляющим газа, коррозии и трещинообразованию;
- высокой пластичностью, морозостойкостью.

Географическое положение Российской Федерации (протяженность территорий, суровые климатические условия) вынуждает транспортировать газ и нефть на большие расстояния. Экономически обоснованные условия транспортировки газа требуют повышения давления (более 1,2 МПа) при соблюдении требований промышленной безопасности. Для таких условий, очевидно, нужны трубы, обладающие достоинствами полиэтиленовых труб в сочетании с высокой несущей способностью.

Трубопроводы приходится строить через неровности рельефа, леса, болота, в экстремальных климатических условиях. По мере старения промысловых и магистральных трубопроводов возрастает опасность аварийных ситуаций, разрывов труб и возникающих при этом разливов нефти и загрязнений водоемов, что придает особую важность вопросам обеспечения надежности и экологической безопасности процессу их эксплуатации.

При резких понижениях температуры воздуха и усилении ветра увеличивается отбор газа и следует принимать адаптационные меры: перераспределять поток газа, увеличивать его отбор из подземного газохранилища.

### 9.3.2.3. Тепловая энергетика

В России около 75% энергии производится на тепловых электростанциях. ТЭС строят в районах добычи топлива или в районах потребления энергии. Наиболее мощные электростанции располагаются в местах добычи топлива, а на потребителя ориентированы ТЭС, использующие транспортабельное, высокока-

лорийное топливо. Электрическую энергию тепловые станции вырабатывают в результате преобразования тепловой энергии, выделяющейся при сжигании органического топлива [5, 10].

В любой электростанции предусмотрена система охлаждения отработанного теплоносителя, чтобы довести его температуру до необходимого для повторного цикла значения. Если поблизости от электростанции есть населенный пункт, то это тепло используется для нагрева воды для отопления домов или горячего водоснабжения. Если же потребителя излишнего тепла нет, то оно просто сбрасывается в атмосферу через градирни (широкие конусообразные трубы), которые часто служат конденсатором отработанного пара.

Климатическая информация в тепловой энергетике используется, прежде всего, при проектировании и строительстве энергетических объектов. Строительство электростанций опирается на такие нормативные климатические сведения, учет которых обеспечивает надежность и долговечность сооружения. При задании проектной мощности ТЭЦ обязательным условием выступает учет расчетных температур воздуха: температура наиболее холодных суток и пятидневки обеспеченностью 0,98, а также самая жаркая декада.

Для повышения качества проектирования ТЭС, ТЭЦ и котельных, входящих в ТЭЦ, целесообразно использовать продолжительность различных температур наружного воздуха. Эта информация позволяет наглядно представить режим работы базисных и пиковых мощностей ТЭЦ, экономически обосновать выбор состава основного оборудования, определить годовой расход тепла и топлива. Для жаркого времени года эта информация полезна при проектировании кондиционеров.

Для проектирования ТЭЦ и ГРЭС требуются данные:

- о средних месячных дневных (в 13 часов) летних температурах воздуха и относительной влажности для условий среднего года (50% — обеспеченность) и жаркого года (10% обеспеченность);
- о максимальных дневных (в 13 часов) летних температурах воздуха и соответствующих им значениях относительной влажности 50 и 10%-ной обеспеченности;
- о средних месячных ночных (в 24 и 6 часов) зимних температурах воздуха и относительной влажности;
- о средних месячных значениях испарения с водной поверхности.

#### 9.3.2.4. Атомная энергетика

Объекты атомной энергетики относятся к опасным объектам и поэтому при их строительстве следование нормативным документам является обязательным.

Прежде всего, необходимым адаптационным элементом обеспечения надежности и безопасности объектов использования ядерной энергии является учет экстремальных метеорологических воздействий в соответствии с принятой в нормах МАГАТЭ классификацией «экстремальных метеорологических переменных» и «экстремальных метеорологических явлений»: экстремальные

ветровые нагрузки; экстремальные значения температуры атмосферы; предельные выпадения осадков в виде дождя и снега; экстремальные значения температуры охлаждающей воды и обледенение.

В соответствии с федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии НП-064-05 «Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии» при проведении инженерных и гидрометеорологических изысканий в районе и на площадке размещения таких объектов нормируются метеорологические процессы и явления по степеням опасности:

I степень — особо опасный процесс (явление, фактор), сопровождающийся природными или техногенными катастрофами;

II степень — опасный процесс (явление, фактор), сопровождающийся ощутимыми последствиями для окружающей природной среды и объектов;

III степень — не представляющий опасности процесс (явление, фактор), не сопровождающийся ощутимыми последствиями для окружающей природной среды и объектов.

Отнесение процессов, явлений и факторов к I, II и III степени опасности проводится на основании результатов инженерных и гидрометеорологических изысканий и исследований.

В проектах должны приниматься количественные значения процессов, явлений и факторов, назначаемых норм. При отсутствии норм следует принимать максимально возможные значения параметров процессов, явлений и факторов для заданного интервала времени, который для явлений и процессов природного происхождения следует принимать равным 10 000 лет. Классификация степеней опасности метеорологических явлений и процессов представлена в табл. 9.4.

#### 9.3.2.5. Гидроэлектростанции на крупных реках

При производстве гидроэлектроэнергии влияние климата всегда ощущалось очень остро. В соответствии с требованиями «Норм технологического проектирования» при проектировании ГЭС и водохранилищ, связанных с ними, используются климатические данные:

- о средних месячных дневных (в 13 ч) летних температурах воздуха и относительной влажности для условий среднего года (50% обеспеченности) и жаркого года (10% обеспеченности);
- о максимальных дневных (в 13 ч) летних температурах воздуха и соответствующих им значениях относительной влажности 50% и 10% обеспеченности;
- о средних месячных ночных (в 24 и 6 ч) зимних температурах воздуха и относительной влажности.
- о средних месячных значениях испарения с водной поверхности.

Но особенно важна для проектирования, как отдельных ГЭС, так и каскадов, информация об осадках, от которых зависит сток и, следовательно, объем притока в водохранилище, уровни в верхнем и нижнем бьефе.



Таблица 9.4

**Классификация опасных явлений и их воздействий на объекты атомной энергетики**

Процессы и явления	Возможные воздействия на площадку ЯРОО	Предельные значения параметров по степени опасности	Степень опасности
1. Смерч	Ветровой напор, нагрузки от перепада давления, нагрузки от летящих предметов, увлеченных смерчем, вынос воды из водоемов-охладителей	Скорость ветра > 50 м/с, перепад давления >5 кПа, класс по шкале интенсивности Фуджита F2 и >F2, длина пути >16 км, ширина пути > 50 км	I
		Скорость ветра < 50 м/с, перепад давления < 5 кПа, класс по шкале Фуджита F1, длина пути < 16 км, ширина < 50 км	II
		Скорость ветра < 35 м/с, перепад давления < 1 кПа, класс по шкале Фуджита F0 и < F0, длина пути < 1,6 км, ширина пути < 16 км.	III
2. Ветер (ураган)	Ветровой напор, летящие предметы.	Скорость ветра > 36 м/с	I
		Скорость ветра < 35 м/с, но > 7м/с	II
		Скорость ветра < 7 м/с	III
3. Тропические циклоны	Ветровой напор на здания и сооружения, ливневые осадки	Высота слоя осадков > 30 мм/час, скорость ветра > 35 м/с	I
4. Экстремальные снегопады и снегозаносы	Снеговые нагрузки на кровлю зданий и сооружений	Высота слоя осадков > 20 мм/час.	II
		Высота слоя осадков < 20 мм/час	III
5. Осадки	Затопление площадки	Высота слоя осадков > 30 мм за 12 часов	II
6. Температура воздуха	Температурные воздействия на здания, сооружения, сети	Не регламентируется	II
7. Гололед	Утяжеление конструкций сооружений вследствие покрытия их льдом, изморозью	Толщина стенки гололеда > 25 мм	I
		Толщина стенки гололеда > 3 мм	II
		Толщина стенки гололеда < 3 мм	III
8. Молния	Попадание мощного электрического разряда		

Проекты ГЭС включают данные о среднем месячном количестве осадков и о максимальном суточном количестве осадков. Методика расчета суточных максимумов жидких осадков изложена в «Рекомендациях по расчету специализированных климатических характеристик» (1997).

Данные о повторяемости особо опасных по интенсивности и продолжительности осадков, которые могут разрушить гидротехнические сооружения, содержатся в «Справочнике об особо опасных природных явлениях в республиках, краях и областях Российской Федерации», а методика их расчета описана в «Рекомендациях по расчету специализированных климатических характеристик».

В результате снеготаяния в водоемы поступает значительное количество воды и его следует оценить. Основой для расчета характеристик снеготаяния служит запас воды в снежном покрове (средний, максимальный и при максимальной высоте снежного покрова).

Для определения количества воды, поступающей в водоемы в результате таяния снега, надо вначале определить средний многолетний период снеготаяния, а затем, зная запасы воды в снеге перед началом таяния, оценить примерный объем поступающей воды. Скорость снеготаяния и, следовательно, период снеготаяния зависит от количества солнечной радиации, приходящей к поверхности снега, а также от температуры воздуха, скорости ветра и влажности воздуха. Расчеты среднего многолетнего периода снеготаяния производят, предварительно рассчитав этот период за каждый год. Расчеты ведут для каждого дня в период снеготаяния для дневных и ночных частей суток отдельно.

### 9.3.2.6. Передача энергии по линиям электропередачи

В качестве адаптационных мер для защиты воздушных ЛЭП от атмосферных перенапряжений, возникающих при грозовых разрядах в линию или вблизи нее, применяют грозозащитные тросы или разрядники, которые устанавливают на ЛЭП с напряжением до 35 кВ [5, 11, 12].

Воздушные линии электропередачи сооружаются на открытой местности и, естественно, подвергаются различным атмосферным воздействиям, в том числе и обледенению, которое в зависимости от географического расположения местности проявляется в разных степенях. В действующих Правилах Устройства Электроустановок (ПУЭ) все виды обледенений проводов объединены под общим названием гололеда.

При скорости ветра от 6 до 20–30 м/с и гололеде иногда наблюдаются колебания проводов с частотой 0,2–4 Гц очень большой амплитуды, достигающей нескольких метров (т. н. «пляска» проводов).

Опоры и поддерживающие провод конструкции защищают от атмосферного воздействия, а также от агрессивной биосферы (грибков, бактерий, насекомых) с помощью пропитки деревянных частей или антикоррозионных покрытий металлических конструкций. Принимаются также специальные меры для защиты воздушных линий от пожаров на трассе, от падения деревьев, от снежных и

каменных лавин, от весеннего ледохода (вблизи рек) и др. Вдоль трассы линии устанавливается охранный зеленый пояс шириной от 20 до 100 м в зависимости от значения рабочего напряжения.

В связи со значительным влиянием климатических условий на конструктивные параметры и работу воздушных ЛЭП, при проведении изысканий в районе предполагаемой трассы ЛЭП необходимо получить следующие климатические характеристики:

- среднее число дней с относительной влажностью 90% и более, число дней с грозой, туманом, метелями и пыльными бурями; число случаев выпадения дождей разной интенсивности;
- число дней и часов с мокрым снегом; максимальная скорость и направление ветра (расчетная и наблюдавшаяся);
- температура почвы — средняя на поверхности и по глубинам;
- повторяемость различных величин гололédно-изморозевых отложений;
- максимальная толщина стенок гололédа и расчетная гололédная нагрузка;
- число дней с температурой воздуха от  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$  и относительной влажностью 90% и более;
- сопутствующие обледенению проводов температуры воздуха, скорость и направление ветра; сведения о «пляске» проводов и сопутствующие скорость и направление ветра, обледенение.

Специализированными климатическими показателями для ЛЭП являются максимальная гололédно-ветровая и ветровая нагрузки, а также число дней с опасными явлениями погоды (гроза, град, ливень, снегопад).

При высоких температурах воздуха происходит растяжение проводов, при этом возможно их провисание и контакт с соседними проводами, который вызовет короткое замыкание. В связи с этим, в жарких районах информация о температурном режиме необходима для выбора соответствующей конструкции и материалов для ЛЭП.

### 9.3.3. Адаптация к изменениям климата транспортной системы

Во избежание значительных расходов в будущем директивным органам и заинтересованным сторонам необходимо приступить к рассмотрению вопроса об изменении климата. Четкое понимание возможных последствий и связанных с ним рисков и факторов уязвимости является первым шагом и предпосылкой для проектирования и строительства устойчивой транспортной инфраструктуры и систем управления ею. Следует отметить, что транспортный сектор стран будет особенно уязвимым не только по отношению к крупномасштабным катастрофическим экстремальным явлениям, но и к «вялотекущим» неблагоприятным изменениям, обусловленным более высокими ожидаемыми средними темпера-

турами, более значительным повышением среднего уровня моря и более частыми наводнениями и/или засухами [5, 10].

Адаптационные меры направлены на уменьшение факторов уязвимости и повышение устойчивости систем к климатическим воздействиям. В транспортном секторе устойчивость предполагает не только физическую прочность и долговечность инфраструктуры, позволяющую ей выдерживать неблагоприятные воздействия, сохраняя способность выполнять свои основные функции, но и возможность быстрого восстановления с минимальными затратами. Из этого следует, что потенциальное воздействие изменения климата следует учитывать при планировании, проектировании, строительстве и эксплуатации, а также в рамках более широких экономических стратегий и политики в области развития, затрагивающих данный сектор. Разработка эффективных стратегий адаптации требует принятия мер политики, инвестиций и совместных исследований. Первым необходимым шагом в деле восполнения нынешних пробелов в знаниях и определения приоритетных областей, очевидно, является проведение целенаправленных исследований проблемы уязвимости, эмпирических исследований и оценки потенциальных рисков и соответствующих издержек.

Для адаптации транспортного сектора правительствам в сотрудничестве с владельцами/операторами транспортной инфраструктуры следует создать реестры критических и уязвимых узлов транспортной инфраструктуры. Проблему изменчивости и изменения климата следует учитывать в долгосрочных программах капитального ремонта, проектирования объектов, инвестиционной деятельности, техническом обслуживании, эксплуатации, инженерной практике и планах реагирования на чрезвычайные ситуации.

Транспортная инфраструктура и услуги регулируются, поэтому может также потребоваться адаптация институциональных и нормативных механизмов. Проектировщикам транспортной инфраструктуры, а также изготовителям транспортных средств и подвижного состава, следует принимать во внимание, начиная со стадии планирования, прогнозируемое изменение климата и его потенциальные последствия.

Рекомендуется, чтобы адаптационные меры применялись в рамках комплексных систем реагирования на природные угрозы; такие системы должны быть рассчитаны на активное преодоление нынешних трудностей и сбоев, вызванных погодными явлениями, а также на планирование и реализацию среднесрочных и долгосрочных мер адаптации к изменению климата. Применение существующих систем реагирования, уже используемых для преодоления нынешних неблагоприятных климатических явлений, позволит создать действенный механизм адаптации.

Хорошо структурированная национальная база оцифрованных сетевых данных, включающих информацию о проблемных участках и происшествиях, планы управления и обслуживания, а также модели управления имуществом, могут стать основой эффективной системы реагирования на природные угрозы для транспортного сектора.

Возможные последствия изменения климата следует рассматривать на ранних этапах планирования и включать в оценки рисков и факторов уязвимости. В будущих проектах следует учитывать соображения, касающиеся изменения климата, начиная с этапа проектирования объектов и планирования обслуживания.

Создание современной транспортной системы должно сопровождаться соответствующим гидрометеорологическим и, в частности, климатологическим специализированным обеспечением.

### 9.3.3.1. Автомобильный транспорт

Не менее 20–30% случаев дорожных происшествий связаны с опасными явлениями погоды. Опыт зарубежных стран подтверждает возможность существенного уменьшения таких происшествий, повышения эффективности проектирования и эксплуатации дорог за счет улучшения и расширения климатологического обеспечения. Это не только существенно увеличивает безопасность движения, но и уменьшает ущерб от ДТП, а также значительно удешевляет строительство и содержание дорог [10, 13].

Климатическое обеспечение автодорожной и железнодорожной отраслей должно осуществляться по нескольким направлениям, для каждого из которых используется система специализированных климатических показателей, хотя эти системы связаны между собой и для обеспечения климатической информацией одного направления необходимо принимать во внимание климатологическую обеспеченность всех остальных направлений. Например, при проектировании дорог следует учесть ее будущую пропускную способность, которая зависит от количества перевозимых грузов. И, наоборот, планируя перевозки, необходимо принимать во внимание зависимость пропускной способности дороги от климата.

В различных климатических условиях и в различные сезоны года аварийные ситуации на дорогах создают разные стихийные метеорологические явления. На ЕТР, особенно в северо-западных районах в осенне-весенний и зимний периоды наибольшую опасность для автомобильного движения создает скользкость дорог, особенно в сочетании с плохой видимостью или сильным ветром. На северо-западе ЕТР 70% всех ДТП связано с гололедницей.

На Дальневосточном побережье на первый план выступают обильные осадки в период муссонных дождей, приводящие к размыву дорожного полотна и увеличению ДТП в результате аквапланирования, и, кроме того, туманы и метели.

На Северном Кавказе и в Краснодарском крае наибольшую опасность создает повышенный уровень интенсивности солнечной радиации, ведущей к образованию неровностей на дорогах (сдвигах асфальта) и ослеплению водителя, высокой температуры в салоне и появления миражей на дороге.

Опасные для автомобильного транспорта метеорологические явления можно условно разделить на 3 группы:

- ухудшающие состояние дорожного покрытия, то есть сцепление колес с дорогой;

- ухудшающие видимость на дороге;
- все прочие, которые часто приводят к перебоям в движении (заносимость, размыв насыпи), но редко являются сами по себе причиной аварии и лишь в комплексе с двумя первыми факторами вызывают аварию.

Опасные явления, ухудшающие состояние дорожного покрытия, могут возникать при любом состоянии покрытия: обледенелом, заснеженном, мокром и сухом.

Особенно большую опасность создает скользкость дорожных покрытий. При гололедице скорость движения снижается в 2-2,5 раза.

Выбор норм распределения противогололедных материалов производится в зависимости от температуры воздуха и толщины отложений на дорожном покрытии в соответствии с *«Методическими рекомендациями по определению климатических характеристик при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов»*.

Для проектирования системы автомобильных дорог требуются климатические показатели, как:

- средняя и квантиль 95% обеспеченности глубины промерзания и протаивания почвы;
- средняя и максимальная интенсивность осадков за 30 мин; средняя и максимальная интенсивность снеготаяния;
- суточный максимум осадков;
- средняя температура воздуха наиболее холодного и наиболее жаркого месяца и с обеспеченностью 0,94 (нормативная характеристика);
- повторяемость дней с осадками более 5 мм в сутки;
- повторяемость периодов температуры воздуха ниже  $-30$  и выше  $+30$  в течение 5 дней;
- средняя и 95% квантиль температуры поверхности почвы и асфальтобетонного и цементно-бетонного покрытий наиболее холодного и жаркого месяцев;
- средняя глубина промерзания и протаивания почвы;
- средняя и максимальная интенсивность снеготаяния;
- повторяемость различного состояния дорожного покрытия (сухое, мокрое, покрытое мокрым снегом, покрытое снежно-ледяной коркой, обледенелое);
- среднее и максимальное число дней со средней суточной температурой выше  $5$  °С в весенне-осенний периоды;
- повторяемость периодов с положительной и отрицательной температурами воздуха продолжительностью 5, 10 и 15 дней в весенне-осенний период;
- повторяемость числа дней с осадками  $>5$  мм/сутки за период с апреля по октябрь.



### 9.3.3.2. Железнодорожный транспорт

Железнодорожный транспорт осуществляет более половины всего грузооборота и большую часть пассажирских перевозок. Для развития отрасли также требуются и в настоящее время осуществляются техническая реконструкция, строительство высоковольтных линий, внедрение новых технологий и т. д. Так применяется бесстыковочная прокладка 800-метровых рельсовых участков, проводов при электротяге и пр. Все это требует более детальной климатической информации для безаварийной работы транспорта [5, 14].

Сеть железных дорог в стране расположена на большой по географической протяженности территории в разных климатических зонах.

Для безопасной и бесперебойной эксплуатации железных дорог требуется учет большого числа климатических показателей.

Ими являются:

- вероятность всех основных стихийных явлений, регламентируемых указаниями Росгидромета;
- вероятность видимости ночью <1000 м, днем <300 м, < 100 м, < 50 м;
- вероятность выпадения за 12 часов снега высотой 10 и 15 см, а за 1-2 суток — 20 и 30 см;
- вероятность интенсивности снегопада > 4мм/час;
- вероятность снегопереноса разной интенсивности;
- вероятность дождя интенсивностью 0,5 мм/час;
- вероятность скорости ветра >15 м/с, >20 м/с;
- расчетные скорости ветра;
- вероятность комплексов: скорость ветра > 10 м/с при гололедице; видимость < 6 км, < 1 км (ночью) и < 500 м (днем) при гололедице.

Наиболее подвержена влиянию погодных и климатических условий служба пути (земляное полотно, верхнее строение, искусственные сооружения), так как все элементы находятся постоянно под открытым небом и испытывают большие статические и динамические нагрузки.

Увеличение пропускной способности железной дороги достигается за счет повышения скорости движения поездов, как на участках, так и на станционных путях. Ускорение движения поезда потребовало введения централизованного управления стрелочными переводами на станциях и диспетчерского управления участками и направлениями. При этом стрелочные переводы должны содержаться безупречно чистыми, исключаящими напрессовку снега между рамным рельсом и остряком.

Сильные снегопады и метели приводят к нарушению работы этой системы. Снег забивает «стрелки», и их приходится очищать вручную, вызывая специальные бригады рабочих. Это одно из самых уязвимых мест всей системы службы пути, требующее больших расходов, так как на крупных станциях и узлах сотни стрелочных переводов, и одна из причин нарушения движения. Использование снегоуборочной техники затруднено, так как станционные пути постоянно заняты.

Со снегопадами на перегонах в настоящее время удается справляться без особого труда, так как за счет больших скоростей современных поездов, часть снега сдувается с пути и уборку оставшегося снега выполняет снегоуборочная техника. Метели, при этом, более опасны, чем даже самые сильные снегопады: они могут создавать заносы, особенно при профилях пути первой категории, имеющих выемки до 0,4 м. Общая метель, продолжительностью до 3 часов при скорости ветра до 10 м/с, создающая прирост снежного покрова за 12 часов более 5 см, опасна всем станциям, а при высоте снега более 10 см, требует ввода снегоуборочной техники и вызова рабочих.

Под влиянием высокой температуры рельсы удлиняются и могут произойти: сгон стыков, образование так называемых «слепых зазоров», что приводит к «выбросу» пути.

Низкие температуры воздуха вызывают укорачивание рельса, нарушение изоляции изолирующих стыков, вследствие чего происходят разрыв стыков и излом рельсов.

Опасным считается нагрев рельсов весной до +25, а летом до +40 °С и выше.

Второй по степени зависимости от погоды является служба сигнализации и связи. На ее работу влияет низкая (менее -25 °С) и высокая (более 30 °С) температура воздуха и резкие (более чем на 10 °С) колебания температуры; осадки, туманы, гололедно-изморозевые отложения, грозы и ветер.

Повышение температуры воздуха до  $t \geq 30$  вызывает провисание проводов. При ветре происходит касание проводов и такое сильное их раскачивание, что провода, особенно старые и подвергшиеся коррозии, рвутся.

Жара и сильные морозы выводят из строя устройства автоблокировки (управление сигналами). При этом возможна самопроизвольная смена сигнала (например, красного на зеленый).

Отложение гололеда и снега свыше 20 мм, особенно в сочетании с ветром, приводит к обрыву проводов и поломке столбов линий связи.

Гроза иногда выводит из строя устройство сигнализации централизации и блокировки.

Сильный ветер  $\geq 15$  м/с часто приводит к обрыву телефонно-телеграфных проводов, а при ветре со скоростью  $\geq 20$  м/с может произойти и повалка столбов.

Аналогичные метеорологические факторы или часть их, влияют на объекты электрификации и энергетического хозяйства. Так, например, ветер  $\geq 15$  м/с вызывает боковое смещение контактной сети, что может привести к сходу пантографа и его поломке, так же, как и при отложении гололеда и мокрого снега, а ветер более 20 м/с разрушает ЛЭП так же, как и сильный гололед.

Особого внимания применительно к локомотивному хозяйству заслуживает учет ветра в тяговых расчетах, которые определяют размеры состава, скорость движения поездов, расход топлива.

Правилами тяговых расчетов рекомендуется учитывать дополнительное сопротивление, обусловленное встречным или боковым ветром. Обычно это сопротивление принимается постоянным на все время эксплуатации дороги. На

самом деле сопротивление, обусловленное ветром, существенно меняется по магистрали и от сезона к сезону.

Ветер оказывает существенное влияние на увеличение воздушно-ветрового сопротивления. Причем увеличение воздушно-ветрового сопротивления за счет скорости ветра имеет ясно выраженный годовой ход. Использование воздушно-ветрового сопротивления при нормировании поездной работы вместо принятого в настоящее время постоянного в течение всего года ветрового сопротивления позволяет обоснованно учесть влияние скорости ветра на воздушно-ветровое сопротивление.

Для уменьшения воздушно-ветрового сопротивления движению состава необходимо:

- создавать локомотивы более обтекаемой формы, у пассажирских поездов плотно закрывать междвагонные промежутки, по возможности уменьшать количество и габариты деталей, крепящихся на внешних поверхностях вагонов;
- при формировании составов грузовых поездов за локомотивом располагать сначала крытые вагоны, затем полувагоны, за ними — платформы; следует компактно размещать грузы на платформах и в полувагонах;
- при увеличении скорости движения поездов, в частности, при создании высокоскоростного наземного транспорта, работающего на скоростях 300–400 км/ч, следует иметь в виду, что определяющей силой сопротивления движению является воздушно-ветровое, по сравнению с которым механическое сопротивление является весьма малой величиной;
- понижение температуры воздуха способствует увеличению воздушно-ветрового сопротивления от дня к ночи на несколько процентов, а от лета к зиме на 40–50%;
- с понижением атмосферного давления воздушное сопротивление несколько уменьшается.

Использование прогностических данных скорости и направления ветра, о температуре и давлении воздуха в практике тяговых расчетов обеспечит экономию эксплуатационных расходов на железнодорожном транспорте.

Вагонная и пассажирская службы также требуют на этапах конструирования вагонов и их эксплуатации привлечения климатических данных.

Грузовые и пассажирские вагоны находятся в постоянной эксплуатации и часто в течение короткого времени (сутки или несколько суток) оказываются в разных климатических условиях. Например, пассажиры, которые выезжают в апреле из Мурманска, где еще зима, через 36 часов приезжают в Москву, где уже весна в полном разгаре, а еще через сутки их встречает Адлер летней погодой. Наиболее опасным метеорологическим фактором является температура воздуха  $\leq -25^{\circ}\text{C}$ , особенно если такая температура сохраняется длительное время. При такой температуре воздуха происходит замораживание пассажирских вагонов, то есть выход из строя водяной отопительной системы: разрыв котла и труб, появление ледяных пробок в магистрали. Восстановление замороженных вагонов — дело длительное и дорогостоящее.

Контейнерные перевозки зависят в основном от ветра, сильного ливня и тумана. В зависимости от конструкции кранов на них разрешена работа до определенной скорости ветра. Нижний предел, при котором запрещено работать на кране, составляет ветер со скоростью 12 м/с. Сильные ливневые дожди приводят иногда к обесточиванию кранов так же, как и туман, а также снижают работоспособность людей.

Ведущей службой на дороге является служба движения. Четкая, устойчивая работа возможна только при взаимодействии с другими службами дороги. Поэтому обо всех особо опасных явлениях погоды, ожидаемых или имеющих место на дороге, должны знать руководители службы движения и ее оперативно-распределительный отдел. К метеорологическим факторам, непосредственно влияющим на работу служб движения, относятся сильные снегопады, метели и ветер ( $\geq 15$  м/с). Они затрудняют подготовку территории станций к приему и отправке поездов, работу на сортировочных «горках», требуют крепления подвижного состава на путях.

### 9.3.3.3. Водный транспорт

Меры адаптации требуются водному транспорту в связи с увеличением навигационного периода флота и соответственно увеличением грузооборота, сокращением сроков работы ледокольного флота [5].

Открывающиеся возможности развития речного судоходства могут быть в полной мере реализованы при возобновлении дноуглубительных работ на перекатах судоходных рек в необходимых объемах.

Важной адаптационной мерой является укрепление береговой линии и портов.

Центральный для морского транспорта аспект адаптации к ожидаемым изменениям климата связан с открывающимися перспективами эксплуатации Северного морского пути и возрастанием активности в Северном Ледовитом океане в целом. В условиях потепления в Арктике в связи с ожидаемым облегчением доступа в высокие широты необходимо поддержание и развитие ледокольного флота России (включая новые большие ледоколы) для круглогодичного плавания в Северном Ледовитом океане с целью обеспечения национальных интересов безопасности и научных интересов в Арктике.

Достаточно очевидна потребность в развитии инфраструктуры, обеспечивающей работу транспорта, а также научную деятельность полярных экспедиций и функционирование сил обеспечения национальной безопасности России в Северном Ледовитом океане, — строительство портов, развитие сухопутных и воздушных транспортных магистралей и т. д.

## 9.4. Строительство и ЖКХ

### 9.4.1. Строительство

Особая актуальность принятия мер по адаптации строительной индустрии к изменениям климата обусловлена тем, что именно в этой отрасли создаются объекты, рассчитанные на длительный период эксплуатации (жилые и общественные здания, магистральные газо- и нефтепроводы, дороги и др.) [5, 14, 15].

При проектировании новых зданий и сооружений в условиях меняющегося климата необходимо не только использовать обновленные современные характеристики климата, но и в ряде отношений изменять принципы строительного проектирования. Необходимо отказаться от принципа минимизации капитальных затрат и пренебрежения вопросами энергоэффективности, а также от принятия волевых решений относительно нормирования атмосферных нагрузок. Главенствующими положениями должны стать обеспечение безопасности объектов в течение всего расчетного периода эксплуатации (на основе анализа рисков с учетом особенностей климатических изменений) и их энергоэффективности.

Принцип энергоэффективности состоит в обеспечении оптимального микроклимата внутри зданий и сооружений, а также необходимой надежности и долговечности конструкций при минимальном расходе энергии на отопление и вентиляцию зданий.

В условиях климата России основной мерой энергосбережения, которая должна быть реализована, является уменьшение потребления энергии на отопление (что актуально и для решения проблемы уменьшения выбросов парниковых газов). В связи с этим, представляется недопустимым снижение требований к тепловой защите зданий, несмотря на тенденцию повышения зимних температур.

Решение проблемы энергоэффективности зданий предполагает также внедрение современных систем отопления, допускающих автоматическое регулирование подачи тепла.



С целью обеспечения долговечности зданий при строительстве новых объектов целесообразно предусмотреть использование материалов, рассчитанных на большее число циклов замораживания и оттаивания, повышенную коррозионную устойчивость различных элементов, а также конструктивные решения, направленные на уменьшение возможности промачивания стен (соответствующим образом заделанные стыки панельных зданий, ориентация здания, козырьки над входами и др.).

При оценке рисков, связанных с ветровыми нагрузками, следует принимать во внимание ожидаемое увеличение вклада штормовых скоростей. В случае применения навесных фасадных систем, предназначенных для утепления и облицовки внешних ограждающих конструкций, необходимо также дополнительно учитывать усиление эффектов, обусловленных совместным воздействием ветровых нагрузок, температурных деформаций и коррозионного разрушения (в связи с повышением экстремальных температур и увеличением количества осадков), и вводить более жесткие требования по нормированию ветровых нагрузок.

В условиях увеличения вероятности экстремально высоких снеговых нагрузок при проектировании ответственных сооружений (например, большепролетных зданий социального назначения) целесообразно устанавливать нормативные снеговые нагрузки на основе принятия достаточно высокой вероятности их превышения в течение всего расчетного периода эксплуатации (то есть с учетом ожидаемого изменения климата).



Для минимизации рисков аварий, связанных с некорректным установлением нормативных значений гололедных и гололедно-ветровых нагрузок, актуально проведение региональных исследований на основе существующих данных наблюдений с целью перехода от схематического районирования территории России к получению детализированной картины пространственных вариаций нагрузок в различных регионах.

Информационной основой адаптации строительной индустрии к изменениям климата являются нормативные и регламентирующие документы, которые должны быть обновлены. Необходимо обновление нормативных параметров с учетом данных наблюдений за последние десятилетия. Представляется целесообразным расширение перечня рассматриваемых показателей, отражающее особенности происходящих климатических изменений (например, введение вероятностных характеристик продолжительности периодов с экстремальными значениями метеорологических величин).

#### 9.4.2. ЖКХ

С целью адаптации к изменениям климата в сфере ЖКХ необходимо безотлагательно внести коррективы в нормативные документы, а также технические регламенты. В частности, требует срочного пересмотра нормативных документов по Строительной климатологии, в которых нормативные квантили продолжительности и температуры отопительного периода должны быть заменены с учетом уже происходящего сокращения его продолжительности в связи с потеплением климата.

Деятельность по созданию современных сетей теплоснабжения является наиболее важным техническим адаптационным мероприятием. Поскольку задача состоит не только в экономии энергии, но и в обеспечении комфортных условий проживания, необходимо широкое внедрение современных систем отопления, дающих возможность простой регулировки подачи тепла (желательно автоматизированных). Необходимо в ближайшее время перейти на современную методику создания кондиционеров с автоматизированным управлением с учетом специализированной климатологической информации в виде двумерных распределений срочных значений температуры и энтальпии. Требуют пересчета годовые расходы тепла, холода и влаги при проектировании систем кондиционирования для мест с повышенной влажностью: бассейнов, аквапарков, озер, прудов-охладителей.

## 9.5. Региональный план адаптации к изменениям климата

### 9.5.1. Тип планирования развития региона и оценка климатических рисков

Росгидрометом в рамках выполнения Плана по реализации положений Климатической доктрины России было разработано «Руководство по разработке отраслевых методов расчета рисков и оценки последствий климатических изменений для целей формирования отраслевых, ведомственных, региональных и территориальных планов адаптации к изменениям климата» [16].

Цель руководства — установить порядок и основные этапы разработки методик расчета рисков и оценки последствий климатических изменений для формирования отраслевых и региональных планов адаптации к изменениям климата. Руководство предназначено для всех органов исполнительной власти, а также всех заинтересованных организаций на отраслевом и региональном уровнях, занимающихся оценками последствий климатических изменений для формирования планов адаптации к изменениям климата.

Предложена градация агрессивности опасных метеорологических явлений (к) (рис. 9.1).

Предложена также методика оценки климатических рисков субъектов Российской Федерации. В качестве примера приведена оценка возможного экономического риска субъектов Европейской территории РФ (табл. 9.5) при воздействии сильного ветра.

Методы экономических оценок адаптации предусматривают:

- анализ затрат и выгод (в случаях, когда и те и другие известны и могут быть представлены в денежном выражении);
- анализ экономической эффективности затрат (снижения уровня риска до допустимых значений при минимальных затратах);

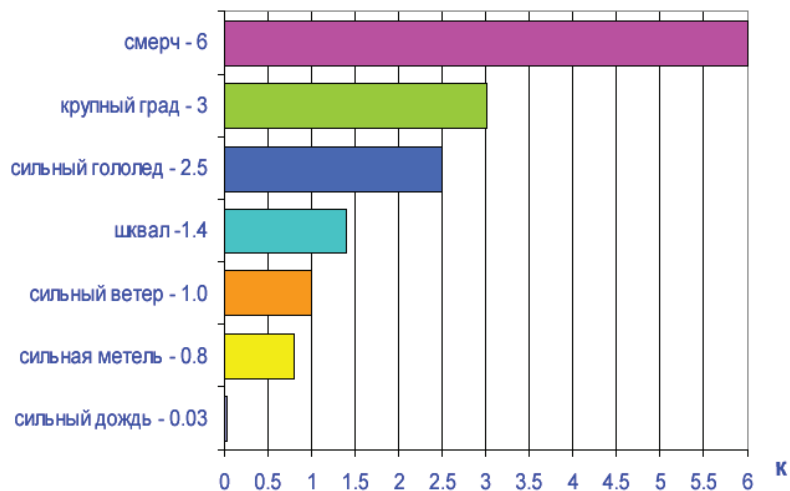


Рис. 9.1. Градация агрессивности опасных метеорологических явлений

Таблица 9.5

**Оценка возможного экономического риска субъектов Европейской территории РФ**

Область, республика, край	Экономический риск от очень сильного ветра (руб.)
Московская	1 905 182 234
Краснодарский край	1 417 351 634
Башкортостан	600 411 211
Ленинградская	454 166 888
Нижегородская	196 221 204
Татарстан	154 898 059
Пермский край	151 148 823
Калининградская	131 190 682
Тульская	86 583 254
Самарская	84 703 006
Волгоградская	70 615 944
Карелия	50 020 331
Курская	46 040 600
Брянская	35 540 783
Смоленская	32 002 119
Новгородская	19 392 381
Кабардино-Балкария	14 631 856
Псковская	12 018 492
Владимирская	10 153 569
Астраханская	4 661 720

- анализ по множеству критериев (одновременно применяются различные балльные оценки: экономические, технические, экологические, финансовые, социальные, которые взвешиваются по значимости);
- анализ реальных опционов (выбор наиболее рациональной меры адаптации с учетом приспособляемости объекта). Метод учитывает неопределенность в отношении будущих воздействий изменения климата и изменяющуюся степень приспособляемости объектов инфраструктуры к изменению климата;
- метод полной экономической оценки и выбора адаптационных мер состоит из трех основных этапов: определение экономико-климатических ресурсов, оценка инвестиционной привлекательности адаптационных мер, принятие решения об адаптации.

При составлении планов адаптации целесообразно концентрировать усилия, прежде всего, на «беспроектных» или малозатратных мерах по уменьшению подверженности и уязвимости объектов инфраструктуры, включая обновление нормативных документов, мониторинг и контроль их выполнения, управление остаточным риском, например, системы раннего предупреждения, передача риска путем страхования и т. д.

Планы адаптации, составленные на разных уровнях (отраслевом, ведомственном, региональном и территориальном), должны быть взаимосогласованы. Адаптационные действия должны приниматься на самом подходящем для конкретных обстоятельств уровне и быть взаимодополняющими (например, обновление нормативных документов должно происходить на отраслевом уровне, а уменьшение уязвимости наиболее подверженных климатическому воздействию объектов и районов — на региональном и территориальном уровнях).

### 9.5.2. Пример разработки стратегии адаптации секторов региональной экономики к изменениям климата

Постановлением Правительства Ростовской области от 05.02.2013 № 48 была утверждена «*Стратегия сохранения окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области на период до 2020 года*» [17].

В рамках данной стратегии Главная геофизическая обсерватория им. А.И.Воейкова из Санкт-Петербурга провела в Ростовской области научные исследования по оценке тенденций изменения климатических условий на среднесрочный (до 2020 года) и долгосрочный (до 2050 года) периоды для предупреждения возможных негативных последствий для окружающей среды и экономики области.

По мнению ученых, в ближайшие 50 лет климатические условия Донского края будут смещаться в сторону более засушливых и могут стать менее комфортными.

Обращено внимание на климатологическое обеспечение эффективного теплоснабжения зданий и сооружений (к примеру к середине 21 века затраты на отопление сократятся на 14–20%, но в то же время на охлаждение энергозатраты

возрастут на 40-60%), а также на медицинское обслуживание населения в условиях меняющегося климата.

В рамках исследования были проведены: оценка влияния природных процессов и антропогенной деятельности на климат области; возможное влияние последствий изменений климатических характеристик на экономику и качество жизни населения Ростовской области; разработка рекомендаций по оперативной и долгосрочной адаптации экономики и социальной сферы Ростовской области к изменениям климата.

***Адаптационные меры к изменениям климата на территории Ростовской области для сельского хозяйства включают следующее:***

- перераспределение территории зернопроизводства с целью использования большей части территории для возделывания особо теплолюбивых культур, например, риса;
- расширение посевов более засухоустойчивых культур, а также озимых культур;
- более широкое внедрения влагосберегающих технологий (снегозадержание, уменьшение непродуктивного испарения и т. д.);
- внедрение в практику зернопроизводства видов и сортов сельскохозяйственных культур с более продолжительным периодом вегетации. Такое внедрение позволит более эффективно использовать ресурсы теплого периода года, так как в целом известно, что сорта зерновых с удлиненным периодом вегетации в условиях Ростовской области имеют большую урожайность;
- использование в зернопроизводстве отдельных районов культур с относительно коротким периодом вегетации с тем, чтобы во вторую часть теплого сезона года иметь возможность вырастить второй урожай. Второй культурой при этом могут быть, например, овощные с укороченным периодом вегетации. Это мероприятие в определенной степени противоположно предыдущему;
- сдвиг сроков сева озимых культур осенью на более поздний срок с тем, чтобы полученный выигрыш во времени можно было бы использовать для выращивания отмеченного второго урожая овощных культур;
- сдвиг сроков сева яровых культур весной на более ранний срок. С одной стороны, это позволит более эффективно использовать запасы влаги в почве, образовавшиеся в период весеннего снеготаяния, с другой стороны, более ранние сроки сева яровых должны привести к более раннему их созреванию, что увеличит возможность получения второго урожая;
- изменения в сроках и увеличении доз полива в тех областях, где ожидается ухудшение условий увлажнения.

*Для лесного хозяйства такими мерами являются:*

- восстановление леса;
- снижение вырубki леса;
- улучшение использования отходов древесины для производства биоплива.



*Для энергетики и промышленности, для климатической адаптации необходимо:*

- в соответствии с принятой стратегией развития энергетики до 2030 года для добавочного снижения вредных выбросов в атмосферу в пунктах децентрализованного и неустойчивого централизованного энергоснабжения создавать независимые энергоносители на базе возобновленных источников энергии;
- организовать мониторинг повторяемости и интенсивности смерчей как одного из самых опасных метеорологических ОЯ для генераторов энергии и, прежде всего, для АЭС;
- учесть представленные в отчете выводы относительно будущего режима гидротехнических сооружений;
- предпринимать дополнительные меры для повышения надежности систем охлаждения энергоблоков ТЭС и АЭС, в частности подготовить резервные системы охлаждения (дополнительные резервуары воды, градирни и т. д.);
- использовать технологии улавливания и хранения углерода при производстве цемента, аммиака и черных металлов.

*Для сухопутного транспорта нужно:*

- организовать мониторинг ОЯ для транспортных систем — комплекс явлений, влияющих на зимнее содержание дорог (видимость, скорость ветра, скользкость);





- в инновационный вариант развития транспортной системы (согласно транспортной стратегии РФ на период до 2030 года) включить в полном объеме специализированную климатологическую информацию;
- перейти к транспортным средствам с гибридными двигателями и более широкому использованию немоторизованного транспорта;
- использовать теплостойкие дорожные покрытия;
- укреплять железнодорожное полотно.

*Для водного транспорта необходима очистка и углубление речного дна рек области.*

*Для жилищно-коммунального хозяйства требуется:*

- перейти к строительству «умных зданий» (коммерческие здания и строения с встроенными устройствами контроля и экономии энергии, использование второго поколения биотоплива);
- при выборе строительных материалов для жилых зданий следует отдавать предпочтение материалам с низкой точкой промерзания.

*Для управления водными ресурсами нужно осуществлять следующие меры:*

- максимально возможное распространение систем оборотного водоснабжения в энергетике и промышленности;
- модернизация устаревшей системы орошения, которая подразумевает поступление воды на орошаемые участки по каналам и лоткам открытым способом;
- модернизация систем транспортировки воды в ЖКХ;
- увеличение количества средств учета объемов забираемой воды.

*Для здравоохранения адаптационными мерами являются:*

- разработать систему оповещения населения и различных служб о ситуации появления тепловых волн;

- создание специального органа, осуществляющего междисциплинарную координацию деятельности, МЧС России, Центра медицины катастроф, и др., в задачу которого входит оперативное информирование указанных служб и разработка превентивных мероприятий по предотвращению вреда здоровью населения;
- совершенствование системы сбора и регистрации информации о состоянии здоровья населения, включая основные и вновь выявляемые факторы риска, возникающие как реакция на климатические изменения;
- разработка мер по увеличению доступности медицинской помощи, особенно для городов, в возрастной состав которых входит больше 40% жителей группы риска (детей, людей старше 75 лет). В частности, необходимо внедрить систему патронажа пожилых людей с хроническими заболеваниями сердечно-сосудистой системы и органов дыхания во время тепловых волн.

### 9.5.3. Адаптационные меры инфраструктуры в районах вечной мерзлоты

При разработке мер по адаптации инфраструктуры необходимо принимать во внимание следующие региональные особенности. В северной области изменения вечной мерзлоты будут проявляться, прежде всего, в увеличении ее температуры и глубины сезонного оттаивания [18, 19]. Поэтому наибольшую опасность здесь представляет возможное повреждение фундаментов домов и сооружений на вечной мерзлоте за счет уменьшения их несущей способности.

Лицам, принимающим решения, и руководителям таких регионов необходимо акцентировать внимание на организации мониторинга состояния фундаментов зданий с целью своевременного обнаружения их деформаций и принятия мер по стабилизации фундаментов за счет установки дополнительных свай или термосифонов, а в случаях, если это невозможно, по прекращению эксплуатации домов.

Основным способом адаптации точечных объектов является усиление фундамента посредством установки дополнительных свай, термостабилизация с применением термосифонов и вентиляции.

Южнее наибольшие проблемы связаны с тем, что здесь участки, занятые вечной мерзлотой, соседствуют с теми, где она отсутствует. Под воздействием изменения климата границы между этими участками находятся в постоянном движении, что приводит к неравномерным просадкам грунта, часто сопряженным с выносом протаивающего материала и образованием термокарстовых просадочных воронок.

Наибольшую опасность это представляет для линейных сооружений (дорог, взлетно-посадочных полос, трубопроводов), пересекающих участки с интенсивным развитием термокарста.

В этом случае необходимо организовать мониторинг состояния грунтов вдоль линейных сооружений, при этом особое внимание уделять участкам перехода от

островов многолетнемерзлых грунтов к сезонно-промерзающим грунтам, вблизи границы которых возможны инженерные меры, препятствующие термокарстовому размыву грунтов в насыпях.

## Литература

1. Контуры нового низкоуглеродного пути развития // Программа развития ООН. 2009.
2. Третье национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной конвенции ООН об изменении климата / Межведомственная комиссия Российской Федерации по проблемам изменения климата. М., 2002. 123 с. [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)
3. Пятое национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и статьей 7 Киотского протокола. М., 2010. [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)
4. Шестое национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной Конвенции. М., 2013. [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)
5. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 года и дальнейшую перспективу / Под ред. В.М. Катцова и Б.Н. Порфирьева / Росгидромет. М.: Д'АРТ: Главная геофизическая обсерватория, 2011. 252 с. <http://www.voeikovmgo.ru>
6. Шерстюков Б.Г. Потенциальная опасность лесных пожаров на Европейской территории России в оценках по метеорологическим данным // Труды ВНИИГМИ-МЦД, 2010. Вып. 175. С. 243–252.
7. Коровин Г.Н., Зукерт Н.В. Влияние климатических изменений на лесные пожары в России. [http://www.rusrec.ru/kyoto/articles/art\\_climate\\_forest.htm](http://www.rusrec.ru/kyoto/articles/art_climate_forest.htm).
8. Кураев С.Н. Адаптация к изменению климата. РРЭЦ, GOF, 2006.
9. Проблема адаптации: Ключевые проблемы влияния климатических изменений на производство сельскохозяйственных культур и благосостояние сельскохозяйственных работников в Российской Федерации: Научно-исследовательские отчеты OXFAM, октябрь, 2012.
10. Кобышева Н.В. Технические системы. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. М.: Росгидромет, 2012. С. 479–503.
11. Правила устройства электроустановок (ПУЭ).
12. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Системные аварии и катастрофы в техносфере России / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012. 308 с.
13. Последствия изменения погоды и климата для наземного транспорта в США. [http://www.wmo.int/pages/publications/bulletin\\_ru/archive/58\\_2\\_ru/58\\_2\\_mcquirk\\_ru.html](http://www.wmo.int/pages/publications/bulletin_ru/archive/58_2_ru/58_2_mcquirk_ru.html)
14. Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами / Под ред. д-ра геогр. наук, проф. Н.В. Кобышевой. СПб., 2008. 336 с.
15. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология».
16. Акентьева Е.М., Кобышева Н.В. Стратегии адаптации региональной экономики к изменениям климата // Труды главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова. СПб, 2011. Вып. 563. С. 60–76.
17. Панов В.Д., Лурье П.М., Ларионов Ю.А. Климат Ростовской области вчера, сегодня и завтра // 100 наций. 2010. № 7–9 (84–86).
18. Молчанов В.П., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Риски чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации (предупреждение и ликвидация последствий) / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011.
19. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. М.: Росгидромет, 2012. Гл. 8.





**ГЛАВА 10**

**ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ  
В УСЛОВИЯХ  
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**



## 10.1. Проблемы адаптации человека к изменениям атмосферных процессов

Защита населения в условиях изменения климата заключается, прежде всего, в его адаптации к изменениям климата. Адаптации человека — это меры по уменьшению уязвимости человека к фактическим или ожидаемым последствиям изменения климата. Такие меры могут быть как ответными, так и упреждающими [1].

Защита человека к изменениям климата связана с решением комплексных задач по оценке:

- воздействия отдельных климатических и метеорологических факторов на здоровье человека;
- факторов, определяющих пространственно-временную изменчивость климатических и погодных явлений;
- факторов, влияющих на природные катастрофы;
- солнечно-земной связи в проявлении космической и земной погоды;
- экономических и социальных проблем, влияющих на сохранение адаптационных возможностей организма человека.

В целом решение задач по защите населения требует:

- организации мониторинга биометеорологического режима атмосферы различных регионов России, а также мониторинга за состоянием атмосферы и космическими и гелиогеофизическими процессами;
- проведения комплексных междисциплинарных синхронных биосферных и медико-биологических исследований;
- оценки экологической значимости отдельных метеорологических и гелиогеофизических факторов и их комбинаций для человека;
- установления количественных пределов допустимых воздействий естественных экологических факторов на здоровый и больной организм;
- повышения информированности и обеспечения безопасности здоровья населения путем реагирования на климатические изменения и изменения солнечной активности;



- укрепления систем общественного здравоохранения для противодействия угрозам, создаваемым климатическими изменениями;
- активизации прикладных научных исследований в области изучения климатических изменений;
- проведения научно-исследовательских работ по созданию долгосрочных наборов данных для ответа на ключевые вопросы в исследованиях, посвященных здоровью людей и моделей глобального климата.

Мерами противодействия (мерами адаптации) климатозависимым инфекциям являются специфическая профилактика (вакцинация), усиление мониторинга за видовым составом и численностью переносчиков и резервуаров инфекций, увеличение масштабов и результативности борьбы с ними. К ним же относятся средства индивидуальной защиты от нападения переносчиков, усиление эффективности которых должно основываться не только на собственно совершенствовании этих средств, но и на повышении санитарно-эпидемиологической культуры населения.

Постоянный мониторинг заболеваемости инфекционными и паразитарными болезнями, а также ареалов и численности переносчиков трансмиссивных болезней, будет способствовать эффективной адаптации населения к потенциальному увеличению распространения этих болезней в условиях потепления.



## **10.2. Экстремальность климатических условий, влияющих на проблемы адаптации населения**

Климатические экстремумы — важнейший фактор условий жизни людей, поскольку именно они создают предпосылки для возникновения чрезвычайных ситуаций. Экстремально высокая или низкая температура воздуха, сильный ветер, интенсивные осадки выбраны в качестве основных показателей [3, 4].

Экстремально высокие температуры угрожают стрессовыми тепловыми нагрузками на организм человека, которые не могут быть сняты даже полным комплексом гигиенических и градостроительных мероприятий (одежда, планировка территории, орошение, озеленение и т. д.). В периоды высоких температур в условиях России, и обычно сопровождающихся отсутствием осадков, возникает угроза засух, а также растительных (лесных, торфяных, степных) и других пожаров. В качестве критерия высоких температур для районирования выбрано среднее многолетнее число дней в году (равное или более 5 дней) с максимальной температурой, превышающей или равной  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Экстремально высокие летние температуры наблюдаются более чем на трети территории России (33,5%).

Экстремально низкие температуры угрожают обморожением людей на открытом воздухе, нарушением систем эксплуатации зданий и условий работы техники, приводят к глубокому промерзанию грунта. Критерием экстремально низких температур выбран средний (приблизительно с вероятностью 1 раз в 2 года) из ежегодных абсолютных минимумов температуры ( $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и ниже. Территории с экстремально низкими температурами зимой охватывают примерно три четверти территории страны (74,3%).

Экстремально интенсивные осадки угрожают трудно предсказуемыми паводками на реках, затоплением городских территорий из-за переполнения систем водоотвода, затоплением сельскохозяйственных угодий, приводящим к гибели растений и смыву почв, размывом дорог, оползнями, ливневыми селями. В качестве критерия для районирования принята вероятность появления осадков, равных или превышающих 50 мм/сут. не меньше, чем 1 раз в 10 лет. Экстремальные осадки наблюдаются на одной пятой части территории страны (22,1%).

Экстремально сильный ветер угрожает безопасности жизнедеятельности населения: нарушением работы транспорта, обрывами ЛЭП, срывом крыш зданий, выкорчевыванием деревьев, опасными штормами на воде и т. д. Сильный ветер усиливает действие холода на организм человека и иссушает почву при жарких суховеях. Особенно сильные ветры возникают при прохождении смерчей, возникающих в интенсивных конвективных облаках на холодных фронтах над теплой поверхностью. Ветровые шквалы и ураганы могут сопровождаться гибелью людей. В качестве критерия выбрана вероятность регистрации в один из метеорологических сроков наблюдений, скорости ветра 20 м/с и выше не реже 1 раза в 10 лет. Экстремально сильные ветры отмечаются почти на половине территории страны (47,9%).

Разнообразие природных условий России определяет существование на ее территории 50 географических районов, где встречаются все возможные 16 сочетаний четырех типов экстремумов (по одному, двум, трем или всем четырем, включая и полное их отсутствие). Однородные по набору климатических экстремумов районы выявлены на значительном расстоянии друг от друга и часто различаются по средним климатическим характеристикам. Такие районы неоднородны по размерам — от охватывающих несколько миллионов квадратных километров до участков в десятки тысяч квадратных километров и меньше.



## 10.3. Природные условия жизни населения

### 10.3.1. Районирование территории России по природным условиям жизни населения

Состояние природной среды России оказывает неблагоприятное (благоприятное) воздействие на здоровье, проживание и трудовую деятельность населения. Районирование территории проведено по степени проявления основных природных факторов — холода, тепла, увлажнения, высоты местности, стихийных явлений, которые могут меняться в условиях изменения климата [3, 4]. Такими зональными факторами (показателями): являются астрономический (продолжительность дня и ночи); радиационный (ультрафиолетовая недостаточность-избыточность); холодовой (сумма отрицательных температур воздуха, продолжительность периода с температурой ниже  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , продолжительность отопительного периода); мерзлотный (мощность сезонно-талого слоя); тепловой (продолжительность безморозного периода, сумма температур за период с устойчивыми температурами выше  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ); увлажненность территории (вегетационный индекс); ветровой (индекс влажного ветрового охлаждения Хилла); изменчивость атмосферного давления (среднеквадратическое отклонение суточных величин давления).

Азональные факторы (показатели) включают: горный (абсолютная высота местности); заболоченность (относительная заболоченность территорий); стихийные явления (сейсмичность, наводнения, тайфуны, цунами).

Природные условия жизни населения характеризуются количественной интегральной оценкой (в форме баллов). Заданные градации баллов отражают изменение степени неблагоприятности (благоприятности) природных условий для жизни.

Карта районирования территории России по природным условиям для жизни населения отражена на рис. 10.1.



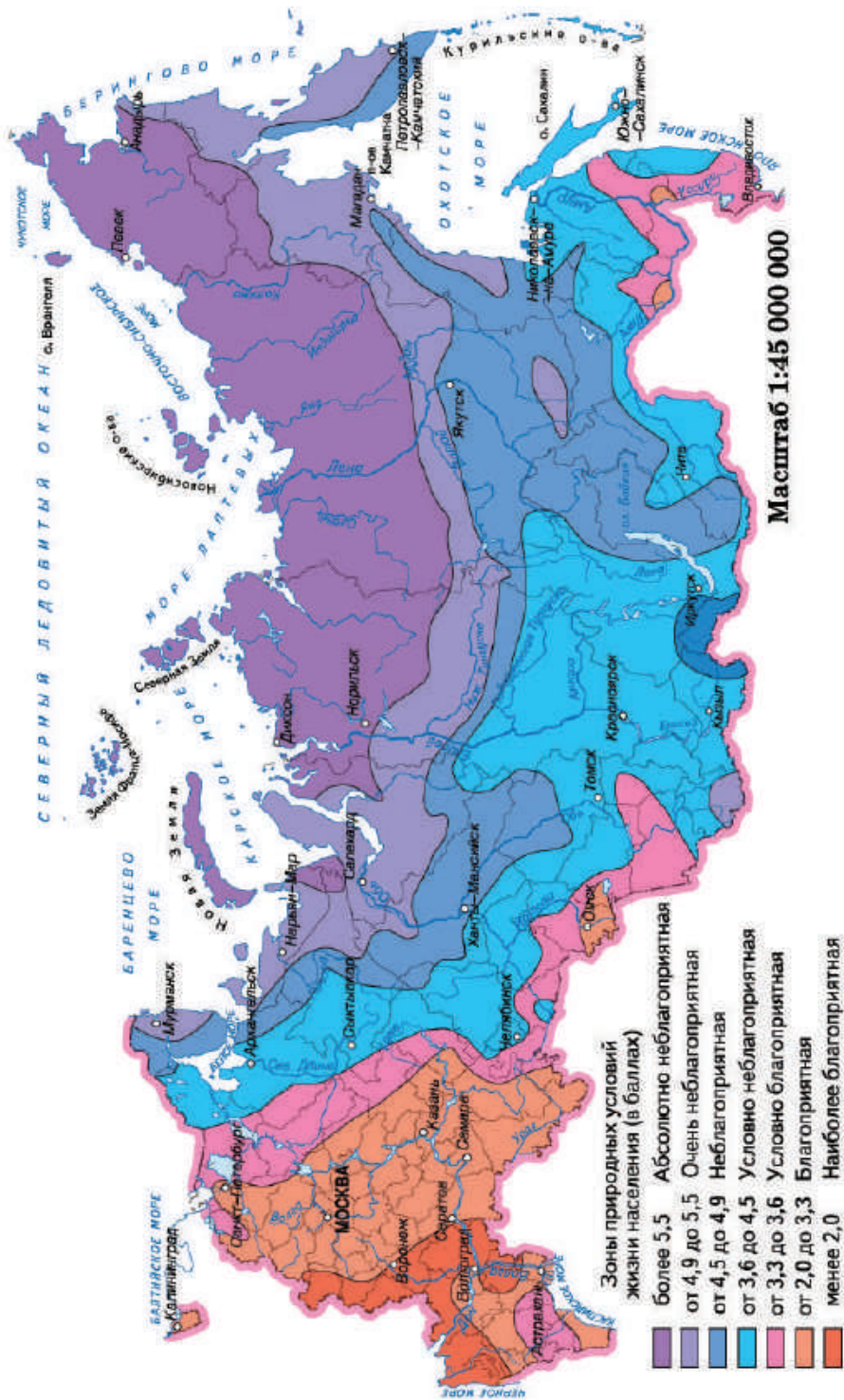


Рис. 10.1. Карта районирования территории России по природным условиям для жизни населения [4]

### 10.3.2. Изменение зональных факторов природных условий жизни населения в середине XXI века

Холодовой фактор характеризуется тремя показателями: суммой отрицательных температур воздуха, продолжительностью периода с температурой воздуха ниже  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  и продолжительностью отопительного периода [3].

Сравнение карт суммы отрицательных температур для конца XX и середины XXI века позволяет говорить о том, что наиболее значительные изменения этого показателя будут отмечаться в юго-западной половине территории России. Увеличение суммы отрицательных температур можно ожидать на юге Европейской части России, в Поволжье, на Урале, на побережье Каспийского и Черного морей. На юге и в центре Западной Сибири сумма отрицательных температур уменьшится наиболее существенно. Таким образом, эти районы из очень неблагоприятных и неблагоприятных станут соответственно неблагоприятными и условно благоприятными по показателю «сумма отрицательных температур».

Более существенные изменения к середине XXI века можно ожидать в распределении по территории России другого показателя, а именно продолжительности периода с температурой воздуха ниже  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Сравнение карт этого показателя для второй половины XX и середины XXI века позволяет говорить о значительном уменьшении числа дней с температурой ниже  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  во второй период, особенно на Европейской территории России, в Западной Сибири, на юге Красноярского края и Прибайкалья. Так, в 2041–2050 годах в перечисленных регионах в среднем будет наблюдаться не более одного дня с температурой ниже  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  в год. Наибольшее число дней с температурой ниже  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  по-прежнему будет отмечаться в Якутии и на северо-востоке России, но за счет повышения суточных минимумов температуры произойдет существенное уменьшение количества таких дней с 100–120 в конце XX века до 40–100 в середине XXI века, то есть к середине текущего века большая часть России будет относиться к районам с благоприятными условиями по этому показателю. Только на северо-востоке и в Якутии сохранятся неблагоприятные условия.

Следующий показатель — продолжительность отопительного периода (то есть период с устойчивой температурой воздуха ниже  $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в середине XXI века на большей части территории России, а именно на Севере, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке (кроме крайнего юга) изменится не очень значительно. Наибольшее сокращение отопительного периода будет на юге Европейской территории и на юге Западной Сибири. Так, на юге Западной Сибири условно благоприятный режим станет благоприятным по этому показателю. Еще одна область с благоприятными условиями появится на юге Приморского края. Существенно расширятся территории с благоприятными условиями и на юге Европейской территории России. Граница территорий с благоприятными условиями продвинется на север с  $50^{\circ}$  до  $54^{\circ}$  с. ш.

Тепловой фактор характеризуется двумя показателями: суммой температур за период с устойчивыми температурами выше  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  и продолжительностью без-



морозного периода. К середине XXI века можно ожидать довольно существенные изменения показателя сумма температур выше +10 °С. Наибольший рост этого показателя будет наблюдаться на юге Европейской территории, на юге Западной Сибири, в Забайкалье и на побережье Северного Ледовитого океана. Так, на побережье Северного Ледовитого океана абсолютно неблагоприятные условия по этому показателю сохранятся только на Арктических островах, полуостровах Ямал и Гыданский и в дельтах рек Лены, Яны и Индигирки. Значительно сократятся области с очень неблагоприятными условиями. Южная граница этих областей значительно сместится на север и будет проходить вдоль 65–70° с. ш. На юге Европейской территории России, на юге Западной Сибири, в Забайкалье, Амурской области и Приморском крае сумма температур за период с устойчивыми температурами выше +10 °С существенно увеличится, и эти регионы можно будет отнести к условно благоприятным по данному показателю, что, в свою очередь, улучшит условия для развития в них сельского хозяйства [4].

Продолжительность безморозного периода значительно увеличится в 2041–2050 годах, особенно на Европейской территории и в Западной Сибири. Эти территории в середине века из неблагоприятных и условно благоприятных станут благоприятными по этому показателю, за исключением северных полуостровов Западной Сибири, где условия будут условно неблагоприятные и неблагоприятные. В Восточной Сибири и на Дальнем Востоке продолжительность безморозного периода также существенно увеличится. Абсолютно неблагоприятные условия сохранятся только на небольших территориях в районе полюса холода в Якутии. На северо-востоке Якутии, где в конце XX века наблюдались абсолютно неблагоприятные условия, они станут очень неблагоприятными и неблагоприятными. На остальной же территории Якутии и Красноярского края будут отмечаться условно неблагоприятные условия. В Забайкалье, на Дальнем Востоке и на Сахалине условия станут условно благоприятными и благоприятными.

### 10.3.3. Изменения ветрового фактора к середине XXI века

Ветровой фактор характеризуется индексом влажного ветрового охлаждения для зимнего периода, который отражает совместное воздействие температуры и влажности воздуха, скорости ветра [3].

К середине текущего века в восточной половине территории России можно ожидать увеличение индекса влажного ветрового охлаждения, что говорит об ухудшении условий по данному показателю, которое произойдет за счет ветрового фактора и фактора влажности, так как, как было показано выше, температура в середине XXI века в основном будет повышаться.

На юге Европейской территории России, а именно на побережье Черного и Каспийского морей, на Северном Кавказе, в Краснодарском крае и Ростовской области, возможно ухудшение условий по этому показателю до уровня условно неблагоприятных. Уменьшение индекса влажного охлаждения и, следовательно, улучшение условий произойдет на остальной части Европейской территории и

на всей территории Западной Сибири. Но наибольшего улучшения до условно благоприятного уровня можно ожидать на западе Европейской территории, в среднем Поволжье и на юге Уральского региона.

На востоке Российской Федерации индекс влажного ветрового охлаждения в середине XXI века возрастет практически повсеместно, что приведет к ухудшению условий. Таким образом, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке будут отмечаться очень неблагоприятные условия по ветровому фактору с небольшими участками территорий с абсолютно неблагоприятными условиями.

#### 10.3.4. Изменения суммарного балла дискомфорта к середине XXI века

Изменения климата в середине XXI века не будут однонаправленными. Можно с уверенностью говорить об уменьшении экстремально низких температур, увеличении повторяемости температур, близких к нулю, и смещении их распределения в сторону более высоких температур. Только совместный анализ всех зональных и азональных факторов природной дискомфорта позволит прогнозировать изменения природно-климатических условий на территории России к середине века [3.]

Оценка жизнедеятельности населения в середине XXI века, по модельным прогнозам, показывает ослабление дискомфорта по сравнению со второй половиной XX века, а именно: значительное сокращение абсолютно неблагоприятной зоны, которая сохранится только вдоль азиатской части побережья Северного Ледовитого океана — на Таймыре, на Анабарском плато, в дельте Лены, на севере Верхоянского хребта, в районе Яно-Индигирской и Колымской низменностей и на арктических островах. Южная граница этой зоны в Красноярском крае и западной части Якутии (до левобережья р. Лена) сместится к северу на 500–700 км. На правом берегу Лены, в районе Верхоянского хребта и хребта Черского, за счет воздействия температурного и горного факторов изменение положения южной границы абсолютно неблагоприятной зоны будет столь значительно — порядка 100–300 км.

Существенно сократится площадь неблагоприятной зоны. Она протянется узкой полосой с северо-запада на восток вдоль южной границы очень неблагоприятной зоны. На Европейской территории она сохранится только на севере Архангельской области и на Кольском полуострове, в районе Хибинских гор. В азиатской части граница этой зоны пройдет приблизительно вдоль 70–65° с. ш., тогда как в конце XX века в Якутии и Забайкалье она опускалась почти до государственной границы. Наибольший сдвиг южной границы неблагоприятной зоны на север произойдет в Западной Сибири и Якутии, где он будет достигать 600–1000 км. На Европейской территории России и в Красноярском крае изменение положения границы этой зоны не будет столь значительным — всего 100–300 км. Сокращение неблагоприятной зоны приведет к значительному расширению условно неблагоприятной зоны. Граница этой зоны практически бу-

дет совпадать с границей неблагоприятной зоны конца XX века. Таким образом, большинство территорий, которые в XX веке были неблагоприятными, к середине XXI века станут условно неблагоприятными. Смещение южной границы этой зоны на север на Европейской территории в середине века составит 200–300 км, на Урале и в Западной Сибири — 500–600 км, а на Дальнем Востоке — порядка 100 км.

Условно благоприятная зона очень сократится и протянется узкой полосой с северо-запада на юго-восток от Карелии до Хабаровского края. Смещение южной границы этой зоны на Европейской территории России и на Урале будет составлять 500–600 км. Благодаря сокращению неблагоприятных для жизни населения зон к середине текущего века значительно расширятся благоприятные зоны. Особенно заметно это будет на Европейской территории России, где северная граница благоприятной зоны продвинется до 63° с. ш., на 200 км. На юге Западной Сибири благоприятная зона заменит условно благоприятную и условно неблагоприятную, а на юге Красноярского края — условно неблагоприятную. Только в горах Алтая и Саян сохранятся условно благоприятная и условно неблагоприятная зоны.

Количественная оценка изменения интегрального балла дискомфорта в 2041–2050 годах по сравнению со среднемноголетними условиями показывает, что при потеплении климата наибольшие изменения природно-климатических условий жизни населения в сторону их улучшения будут отмечаться на востоке Европейской части России, на юге Уральского региона, юге Западной Сибири. Уменьшение суммарного балла дискомфорта в этих регионах составит 0,5–1,5 балла. В западных районах изменения меньше, а единственным районом, где может происходить ухудшение условий, является Черноморское побережье и юг Воронежской области. Увеличение суммарного балла дискомфорта составит здесь 0,5 балла. Наименьшие изменения будут отмечаться на побережье Охотского моря, в центральных районах Якутии, на Сахалине, а также в Приморском и Хабаровском краях.

## **10.4. Факторы риска смертности при повышении температуры**

Для условий России с ее низкими показателями продолжительности жизни количественная оценка факторов риска смерти имеет большое значение. Демографический кризис в России может быть частично смягчен за счет реализации профилактических мероприятий, направленных на минимизацию воздействия тех или иных факторов риска смерти населения. Поэтому для определения основных направлений профилактической политики здравоохранения важно было количественно оценить вклад каждого из факторов риска, обуславливающих дополнительную смертность населения, в том числе неблагоприятных факторов окружающей среды и изменения климата [5, 7, 13].

Изучение температурных кривых смертности за 2000–2006 годы в Москве показало, что минимальная смертность от всех естественных причин и сердечно-сосудистых заболеваний отмечалась при температурах воздуха +18–20 °С. При повышении среднесуточной температуры выше +20 °С суточная смертность резко возрастала, при понижении среднесуточных температур воздуха ниже +18 °С — также начинала постепенно возрастать, причем, чем дальше в область низких температур — тем круче. Это свидетельствует о нелинейном отклике смертности на температуру воздуха.

Среди изученных причин смерти сезонные различия оказались наиболее ярко выражены для смертности от хронических заболеваний нижних дыхательных путей. Например, для пожилых людей в возрасте 75 лет и старше максимальная зимняя смертность от хронических заболеваний нижних дыхательных путей была в 2,8 раза выше минимального уровня летней смертности. Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний также имеет ярко выраженный сезонный характер с минимумом в августе и максимумом в январе. Так, в среднем за изученный период смертность от ишемической болезни сердца (для всех возрастов) в январе достигла 127% от аналогичного показателя для августа, а смертность от инфаркта мозга (ишемический инсульт) — соответственно 134%. В возрастной группе старше 75 лет вероятность умереть зимой примерно на одну треть выше,

чем летом, но амплитуда сезонных колебаний естественной смертности для всех возрастов была несколько меньшей (26%), чем в возрастной группе старше 75 лет (35%). Это свидетельствует о повышенной чувствительности пожилых людей к сезонным изменениям. В климатических условиях Москвы избыточная зимняя смертность (которая определяется как отношение смертности с декабря по март к смертности с апреля по ноябрь) от всех естественных причин для всех возрастов составила около 8%, а в возрастной группе старше 75 лет — около 11%.

В течение последних десяти лет на фоне глобального потепления для целого ряда стран Европы актуализировалась проблема увеличения смертности населения в периоды аномального повышения температуры воздуха. Россия с этой проблемой столкнулась в июле и августе 2010 года, когда на фоне аномально высоких температур в 31 регионе страны имело место достоверное повышение уровня смертности, главным образом обусловленное ишемической болезнью сердца и цереброваскулярными заболеваниями. Проведенный целым рядом зарубежных авторов анализ показал, что основными факторами риска смерти в условиях аномальной жары являются пожилой возраст и проживание в крупных городах. Обобщенный опыт Европейских стран и США свидетельствует, что наиболее эффективными мерами предупреждения смерти в таких условиях являются пребывание в помещениях с кондиционированием воздуха и своевременное обращение за медицинской помощью.

Для России проблема аномально высокой температуры реально актуализировалась в июле и августе 2010 года, в течение которых страна потеряла в сравнении с предыдущими 2008 и 2009 годами более 50 тысяч человек.

Экономические потери вследствие повышенной смертности во время жары 2010 года в Москве составили порядка 250 млрд руб.

Самые жаркие зоны в городе — это зоны, где расположены самые высокие здания и где наибольшая плотность застройки, нет участков зеленых насаждений, и происходит интенсивная выработка антропогенного тепла. Отрицательное воздействие городского теплового острова проявляется главным образом в летнее время, поскольку тепловой остров увеличивает подверженность воздействию высоких летних температур. Кроме того, городской тепловой остров сохраняет более высокие температуры ночью. Это, по мнению исследователей, увеличивает воздействие на здоровье, оказываемое постоянной чередой жарких дней, так как и ночью почти нет облегчения [7, 15].

Специалистам по городскому планированию следует знать о важности городского климата для здоровья и о том, как городское планирование влияет на городской климат. Разумное городское планирование должно ставить перед собой следующие цели:

- уменьшение теплового острова летом;
- уменьшение тепловой нагрузки на здания;
- уменьшение высокой температуры в помещениях в ночное время;

- учет изменения климата при планировании новых микрорайонов и зданий и при принятии новых правил строительства и городской застройки.

Для снижения тепловой нагрузки, которой подвержен человек в городе, можно принять несколько мер, таких, как насаждение деревьев или строительство домов с аркадами, которые дают тень. В ночное время, когда солнечное излучение роли не играет, города могут охлаждаться. Поэтому специалистам по планированию нужно подумать о том, чтобы дать возможность прохладному воздуху из пригородов проникать в город, для чего нужно сохранять открытыми пути вентиляции. В то же время о перепроектировании города в широких масштабах, как правило, можно только мечтать, и поэтому меры планирования обычно ограничиваются небольшой частью города.

Наиболее масштабные меры в области изменения климата должны регулироваться государственными и ведомственными решениями.

В связи с наблюдаемыми и ожидаемыми последствиями изменения климата для здоровья населения Минздравом России в 2012 году, совместно с заинтересованными органами исполнительной власти, велась работа по формированию плана комплекса мер по предупреждению и сокращению количества заболеваний и случаев смерти в группах населения высокого риска, в том числе, в связи с распространением инфекционных и паразитарных болезней, а также мер по реализации указанного плана.





## **10.5. Разработка плана действий по защите здоровья населения от воздействия аномальной жары**

Аномальная жара и зной могут быть причиной смерти людей или могут вызвать обострение имеющихся заболеваний. Последствия воздействия аномальной жары на здоровье могут проявиться во всех возрастных группах и в результате целого ряда факторов, но есть определенные категории людей, которые подвержены более высокому риску заболеваемости и смертности, обусловленных жарой. Степень риска зависит от индивидуальных особенностей, интенсивности воздействия аномальной жары, а также приспособляемости организма к жарким погодным условиям [10, 11].

Для эффективной профилактики связанных с жарой заболеваемости и смертности необходим комплекс мер на различных уровнях, включая обеспечение функционирования метеорологических систем раннего предупреждения, своевременное распространение рекомендаций о мерах профилактики и защиты, совершенствование городского планирования и жилищного строительства, а также обеспечение готовности системы здравоохранения и органов социальной защиты к принятию необходимых мер. Такие меры можно объединить в специальный план по защите здоровья населения от воздействия жары.

Последствия воздействия аномальной жары на здоровье человека в основном являются предотвратимыми, если население, службы здравоохранения, органы социальной защиты и объекты государственной инфраструктуры будут к этому надлежащим образом подготовлены. Системам здравоохранения, используя упреждающий многопрофильный и межсекторный подход, следует укреплять свои руководящие функции и развивать возможности сотрудничества с другими секторами, правительствами, учреждениями и международными организациями. Мероприятия, проводимые в рамках самих систем здравоохранения, могут включать: усиление мер по обеспечению безопасности здоровья населения; пропаганду здоровья, проводимую с участием других секторов; передовым опытом межсекторальной работы; наращивание кадрового потенциала здравоохра-

нения; обеспечение оперативной информации и собственный положительный пример, который можно подать посредством «экологизации» здравоохранения.

В связи с изменением характера погоды, план действий по защите здоровья населения от воздействия жары становится насущной необходимостью. Целью таких планов является борьба с повышением уровня смертности, связанной с воздействием аномальной жары, путем организации предупреждений о последствиях воздействия аномальной жары на здоровье, содействия тщательному планированию мероприятий в соответствующих секторах, повышения уровня информированности населения и медицинских работников и мобилизации необходимых ресурсов для борьбы с воздействием жары на здоровье.

Органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации необходимо разработать планы действий по защите здоровья населения от воздействия жары, отвечающие конкретным особенностям и потребностям регионов.

### 10.5.1. Принципы планирования и реализации мер реагирования в условиях аномальной жары

*Принципами планирования и реализации мер реагирования в условиях аномальной жары являются:*

Использование существующих механизмов и применение обычных мер реагирования на чрезвычайные ситуации. На этапах планирования и реализации ответных мер в условиях аномальной жары рекомендуется использовать существующие местные, региональные и общенациональные механизмы реагирования на чрезвычайные ситуации [11].

Обеспечение долгосрочного подхода. Недостаточно просто отреагировать на чрезвычайную ситуацию, важно создать долгосрочную основу для предотвращения ее негативных последствий в будущем и обеспечить подготовленность к ней.

Решение проблемы в комплексе. Практически все планы действий в чрезвычайных ситуациях предполагают необходимость межведомственного (межсекторального) подхода, и случай аномальной жары не является исключением. Несмотря на то, что многие из необходимых мер относятся к компетенции сектора здравоохранения и социальной защиты, важнейшим фактором успеха здесь является активное вовлечение в процесс других ведомств.

Обеспечение эффективного информирования населения. Эффективность любого плана действий зависит от способности организаторов и лиц, ответственных за его реализацию, донести до целевой аудитории (и особенно до категорий населения, подвергающихся наиболее высокому риску) своевременную, полезную, понятную, непротиворечивую и достоверную информацию.

Принимаемые в условиях аномальной жары меры не должны усугублять проблему изменения климата. Это один из очень важных принципов, который относится именно к ситуации аномальной жары. Казалось бы, в таких обстоятельствах очевидным решением является повсеместное использование кондиционеров, и нет сомнения, что для уязвимых групп населения это действительно

может быть средством защиты. Однако следует учитывать, что кондиционирование воздуха является энергоемкой технологией и влечет дополнительные выбросы парниковых газов, в то время как существует множество других, менее энергоемких способов приспособления окружающей среды и зданий к условиям жары и защиты людей от нее.

Оценка результатов. Это один из ключевых принципов организации помощи населению в условиях аномальной жары.

В результате изменений климата меняется и характер погоды; возрастает частота экстремальных погодных явлений, в том числе аномальной жары. В последние годы аномальная жара привела к росту смертности, хотя последствия негативного воздействия жаркой погоды и аномальной жары на здоровье человека, как правило, можно предотвратить.

Для эффективной профилактики необходим целый комплекс мер на различных уровнях, включая обеспечение хорошо отлаженной координации действий системы здравоохранения и метеорологической системы раннего предупреждения, своевременное распространение рекомендаций о мерах профилактики и защиты, а также совершенствование городского планирования и жилищного строительства.

Все эти меры можно объединить в специальный план действий по защите здоровья населения от воздействия жары.

## 10.5.2. Краткосрочные последствия воздействия жары на здоровье человека

Последствия воздействия жаркой погоды и аномальной жары на здоровье населения зависят от уровня воздействия (частоты, интенсивности и продолжительности), численности группы населения, подвергающегося такому воздействию, и чувствительности этой группы. Поэтому неудивительно, что в разных группах населения и в различных исследованиях взаимосвязь погоды и состояния здоровья населения оказывается неодинаковой. В каждом конкретном городе или регионе существует свой характер зависимости роста числа смертей в сутки от отклонения температуры воздуха в ту или иную сторону от оптимального диапазона.

В рамках проекта PHEWE (*PHEWE — Проект «Оценка и предотвращение острых последствий воздействия погодных условий в Европе на здоровье человека»*, финансируемый Евросоюзом), посвященного оценке и предотвращению острых последствий воздействия погодных условий в Европе на здоровье человека, в 15 европейских городах было проведено исследование, которое показало, что при увеличении максимальной эффективной температуры на каждый 1 °C уровень смертности увеличивается примерно на 2% (95% доверительный интервал (ДИ): 0,06–3,64) в северных городах и примерно на 3% (95% ДИ: 0,06–5,72) в южных.

Аномальной жарой считается продолжительный период времени с необычно высокой тепловой нагрузкой. В проекте EuroHEAT аномальная жара



определяется как период, когда максимальная эффективная температура (Тэффмакс) и минимальная температура (Тмин) превышают квантиль ежемесячного распределения температуры по уровню 0,9 в течение как минимум двух дней.

*Эффективная температура* — это мера относительного дискомфорта, который испытывает человек в связи с воздействием на организм жары в сочетании с высокой влажностью воздуха.

В исследовании EuroHEAT аномальная жара также классифицируется с точки зрения ее интенсивности и продолжительности, и периоды с более высокой интенсивностью и продолжительностью в целом были и более опасными для здоровья. Воздействие аномальной жары сильнее сказывалось на пожилых людях, а наибольший рост смертности был отмечен в Афинах, Будапеште, Лондоне, Риме и Валенсии среди лиц старше 75 лет.

Во всех городах воздействие аномальной жары на уровень смертности был выше среди женщин, чем среди мужчин. Если периоды аномальной жары следовали один за другим, то более пагубное воздействие оказывали не те из них, которые следовали друг за другом через короткие промежутки времени, а те, что происходили с интервалами в три дня и более.

Смертность в периоды аномальной жары зависит от целого ряда факторов. Летальность при тепловом ударе составляет 10–50% всех случаев; у 20–30% пациентов вследствие теплового удара могут развиваться неврологические нарушения. Следует отметить, что эти цифры ниже истинных, поскольку во многих случаях причиной смерти указывают сердечно-сосудистые заболевания и заболевания органов дыхания. Повышенный риск летального исхода был выявлен у лиц с существующими заболеваниями, такими как заболевания сердечно-сосудистой системы, заболевания органов дыхания, нарушения обмена веществ и эндокринной системы, болезни мочеполовой системы.

### 10.5.3. Уязвимые группы населения

Аномальная жара и зной уносят жизни людей и могут вызвать обострение имеющихся заболеваний. Последствия воздействия жары на здоровье могут проявиться во всех возрастных группах и в результате целого ряда факторов, но есть определенные категории людей, которые подвержены более высокому риску заболеваемости и смертности, обусловленных жарой [10, 11].

Тщательный обзор материалов по этой тематике показывает, что в условиях аномальной жары самую большую категорию лиц, подверженных риску летального исхода, составляют люди пожилого и старческого возраста. Особенно высокому риску подвержены те из них, кто страдает деменцией.

С возрастом снижается устойчивость организма к воздействию жары; чувство жажды возникает позднее, реакция потоотделения замедляется, сокращается количество потовых желез. Пожилые люди нередко страдают сочетанными патологиями, физическими и когнитивными нарушениями и нуждаются в приеме нескольких медикаментов (информационный листок ВОЗ № 5). Поскольку население стареет, то эти факторы вызывают особую озабоченность. Мероприятия по улучшению ухода за пожилыми людьми позволяют повысить их способность справиться с проблемами, связанными с аномальной жарой. Сюда относятся регулярный мониторинг, обеспечение надлежащей одеждой, возможность пребывания в прохладных помещениях, соответствующий рацион питания и прием достаточного количества жидкости.

Дети и младенцы чувствительны к воздействию высоких температур, поскольку метаболизм у них отличается от метаболизма взрослых. Кроме того, температурная среда, в которой они находятся, и объем потребляемой ими жидкости зависят от тех, кто осуществляет уход за ними.

В жару практически все хронические заболевания представляют риск развития обострения/летального исхода, а поскольку хроническими заболеваниями чаще страдают пожилые люди, то это еще одна причина, по которой они подвергаются повышенному риску в условиях аномальной жары. Некоторые состояния представляют больший риск, чем другие; к ним относятся психические расстройства, депрессия, диабет, легочные, сердечно-сосудистые и цереброваскулярные заболевания.

Любая болезнь, которая вызывает неспособность сердца увеличить сердечный выброс, — например, сердечно-сосудистые заболевания, — повышает подверженность организма тепловому удару и/или развитию сердечно-сосудистой недостаточности и летальному исходу, поскольку во время теплового стресса для терморегуляции необходимо нормальное функционирование сердечно-сосудистой системы.

Болезнь периферических сосудов, которая нередко развивается у больных диабетом или атеросклерозом, может повысить риск тяжелого теплового поражения, поскольку при этом состоянии кровоснабжение кожи затрудняется.



Диарея или лихорадочные заболевания, особенно у детей, и предшествующая почечная недостаточность или болезнь обмена веществ могут повышать риск заболеваемости и смертности, связанных с жарой, поскольку эти состояния могут вызывать значительную потерю жидкости и дегидратацию.

Хронические заболевания, влияющие на количество и/или функционирование потовых желез, такие как диабет, склеродермия и муковисцидоз, могут повышать риск гипертермии и теплового удара.

Бывают случаи, когда последствия воздействия жары на здоровье обусловлены социально-экономическим статусом человека, включая его этническую принадлежность, род занятий и уровень образования.

Все те, кто в жаркую погоду вынужден работать на открытом воздухе без надлежащей защиты, особенно если это сопряжено с тяжелым физическим трудом, подвергаются повышенному риску для здоровья. Защитная одежда, особенно у работников спасательных служб, может представлять угрозу для здоровья. Поэтому лиц определенных профессий необходимо проинформировать о возможных мерах защиты от теплового стресса, о том, как распознать тепловой стресс, тепловое истощение и тепловой удар и что нужно делать в таких ситуациях.

Во время аномальной жары нередко повышается уровень загрязнения воздуха. Во время жары двумя основными загрязнителями воздуха являются озон и  $PM_{10}$  (твердые частицы диаметром до 10 мкм). Уровни содержания озона максимальны на открытом воздухе, в то время как  $PM_{10}$  проникают и в закрытые помещения.





## **10.6. План действий по защите здоровья населения от воздействия жары**

### 10.6.1. Ключевые элементы плана

В рамках структурированного *Плана действий по защите здоровья населения от воздействия жары (ПДЗЖ)* в качестве подготовки к возможной аномальной жаре и в периоды ее наступления предлагается осуществить комплекс мер, рассчитанных на период до и во время наступления летнего сезона. Однако наиболее эффективными они будут в том случае, если заранее реализовать долгосрочные меры в таких сферах, как жилищное строительство, энергетика и городское планирование [11].

Существующие ПДЗЖ и имеющиеся материалы по этой тематике позволяют заключить, что основными факторами успеха в реализации таких планов являются восемь ключевых элементов.

Соглашение о головном учреждении (которое должно заниматься координацией многоцелевого механизма сотрудничества между органами и учреждениями и руководить принятием ответных мер в случае возникновения чрезвычайной ситуации);

Системы достоверного и своевременного оповещения (системы оперативного оповещения о необходимости защиты здоровья от жары, включая экстренные оповещения, определение критериев для принятия мер и оповещения о рисках);

План информирования населения о воздействии жары на здоровье (какая информация распространяется, для кого и когда);

Уменьшение воздействия жары в закрытых помещениях (среднесрочные и краткосрочные стратегии) (рекомендации, касающиеся методов поддержания прохладной температуры в помещениях во время жары);

Оказание специальной помощи уязвимым группам населения;

Обеспечение готовности системы здравоохранения и органов социальной защиты (планирование и обучение кадров, надлежащее медицинское обслуживание и инфраструктура);

Долгосрочное городское планирование (предполагающее такой подход к проектированию зданий и сооружений и проведение такой энергетической и транспортной политики, которые в итоге должны обеспечить уменьшение воздействия жары);

Надзор и оценка в режиме реального времени.

Реализацию этого плана и его элементов можно подразделить на пять этапов:

- разработка и составление долгосрочного плана;
- подготовительные мероприятия, проводимые до наступления летнего периода;
- профилактические мероприятия, проводимые в летний период;
- специальные меры, предпринимаемые в период аномальной жары;
- мониторинг и оценка.

### 10.6.2. Головное учреждение и другие участники, их роли и сферы ответственности

В идеале ПДЗЖ должен быть включен в общенациональный план обеспечения готовности к стихийным бедствиям [11].

В этой связи целесообразно сформировать национальную координационную группу, в состав которой войдут представители органов здравоохранения, социальных служб, сил гражданской защиты и метеорологической службы. Важно, чтобы в эту группу входил представитель СМИ, поскольку СМИ являются наиболее распространенным каналом связи с населением. Совместные программы со СМИ могут способствовать санитарному просвещению населения. Эта национальная координационная группа должна разработать ПДЗЖ, координировать мероприятия по его выполнению и оценивать его в ходе реализации и по ее окончании. Коммуникации и сотрудничество между различными организациями, группами и отдельными участниками играют важную роль в обеспечении действенных мер в условиях аномальной жары.

Системы предупреждения о наступлении аномальной жары (СПНЖ) являются инструментами по предотвращению негативных последствий воздействия высокой температуры окружающей среды на здоровье человека во время аномальной жары. В таких системах прогнозы погоды используются для прогнозирования ситуаций, которые связаны (или — в межпроверочный период — были связаны) с повышением уровня смертности (при наличии показателей заболеваемости их также можно использовать). Важнейшими и наиболее общими компонентами СПНЖ являются определение видов метеорологической обстановки, негативно влияющей на здоровье человека, мониторинг прогнозов погоды и реализация механизмов выдачи предупреждений в случаях, когда метеорологическими службами прогнозируются такие виды метеорологической обстановки.

Значение порога предупреждения должно зависеть от характера зависимости уровня смертности от температуры в данной местности, от целей СПНЖ и от

того, какие мероприятия предусмотрены на случай предупреждения о наступлении жары.

Вопросы информирования о рисках, связанных с наступлением жаркой погоды и аномальной жары, и предоставления населению рекомендаций в отношении поведения в этих условиях желательно включить в стратегию профилактических мер по охране здоровья населения в условиях аномальной летней жары.

Что касается информационных материалов, то определены шесть категорий обращений к населению по следующим основным темам:

- поддерживайте прохладную температуру воздуха дома;
- старайтесь не находиться на жаре;
- не допускайте перегрева тела, пейте достаточно жидкости;
- помогайте окружающим;
- что делать, если у вас проблемы со здоровьем;
- что делать, если рядом с вами кто-то почувствовал себя плохо.

Чтобы ограничить эффект воздействия жары на здоровье, в начале и в продолжение всего летнего сезона необходимо распространять общие медико-санитарные рекомендации. Такие рекомендации можно издавать в виде информационных листовок, публиковать соответствующую информацию на специальных сайтах в Интернете и в СМИ (передавать по радио и телевидению).

Можно также использовать систему кратких СМС-сообщений на мобильные телефоны. Они могут стать эффективным средством информирования работников здравоохранения или отдельных лиц, подвергающихся особенно высокому риску.

Вместе с тем было показано, что для эффективной профилактики одного лишь пассивного информирования с помощью листовок и брошюр недостаточно, особенно если речь идет о пожилых людях, лицах, живущих в условиях социальной изоляции; любые мероприятия по охране общественного здоровья должны сопровождаться более активными действиями — например, можно организовать систему взаимопомощи, посещать таких людей на дому, ежедневно звонить им по телефону.

Стратегия выбора средств коммуникации должна быть подготовлена до наступления аномальной жары. СМИ могут быть одним из очень действенных инструментов, способствующих повышению информированности населения о проблеме, передаче необходимой информации по радио и телевидению в форме простых и ясных обращений к населению и обеспечению более активного индивидуального участия в мероприятиях.

Необходима оценка возможностей муниципалитета в части предоставления общедоступных кондиционированных помещений, где люди могли бы переждать наиболее жаркие часы, и дать населению информацию о них. Озабоченность, однако, вызывает вопрос о рисках, связанных с перевозкой или эвакуацией людей из наиболее уязвимых категорий.

Для того чтобы обеспечить устойчиво комфортные для человека условия пребывания в закрытых помещениях в летний период, необходимо:

- определение целевого уровня температурного комфорта;
- внесение необходимых изменений в стройгенплан;
- обеспечение контроля величины тепlopоступлений на ограждающие конструкции зданий;
- обеспечение контроля теплоотдачи через ограждающие конструкции зданий;
- уменьшение внутренних тепловых нагрузок;
- учет местных и индивидуальных особенностей;
- использование системы пассивного отвода тепла из зданий;
- использование свойств термальной массы здания;
- использование, в случае необходимости, высокоэффективных и отвечающих надлежащим техническим требованиям охладительных установок;
- обеспечение мониторинга эксплуатации, технического обслуживания и эксплуатационных характеристик зданий, особенно во вновь строящихся и офисных зданиях.

Технологии пассивного охлаждения могут применяться к существующим и вновь строящимся жилым, офисным и больничным зданиям. Мероприятия по внесению изменений в стройгенплан включают озеленение, устройство прудов или водоемов с проточной водой, устройство фонтанов и затенение.

Эти меры позволят сократить ежегодную потребность в охлаждении на 2–8%, а пиковый спрос на него — на 2–10%. С учетом прочих факторов, величину тепlopоступлений от солнечной радиации на ограждающие конструкции зданий потенциально можно снизить с помощью солнцезащитных устройств, остекления, обеспечения надлежащей герметичности зданий, окраски кровли и наружных стен зданий светоотражающими составами, установки на крышах и стенах зданий слоя металлической фольги, отражающей тепловое излучение, устройства вентилируемой кровли, двойной обшивки фасадов и изоляции.

Свойства термальной массы зданий могут использоваться для регулирования тепlopоступлений на ограждающие конструкции и уменьшения зависимости между величиной дневных тепlopоступлений и отводом тепла в ночное время.

### 10.6.3. Специальная помощь уязвимым группам населения

Выявление и установление местонахождения наиболее уязвимых к воздействию жары групп населения (лиц, живущих в условиях социальной изоляции, пожилых людей, бездомных) является одной из важных подготовительных мер по усилению активной работы по налаживанию контактов среди этих групп в летний период; в этом могут оказать помощь местная общественность и врачи-терапевты участковые, врачи-педиатры участковые, врачи общей практики, врачи семейной медицины. Необходимо упростить процедуру госпитализации, особенно для пожилых людей, и сообщать врачам о выписке их пациентов из ста-

ционеров, в целях обеспечения более тщательного последующего наблюдения за их состоянием [10, 11].

Контроль состояния ослабленных пациентов можно усилить путем организации программ помощи на дому. В летний период необходимо активизировать работу служб, оказывающих помощь на дому уязвимым пожилым людям и лицам, живущим в условиях социальной изоляции: регулярно навещать их, звонить им по телефону. В Европе социальная изоляция является серьезной проблемой, а ее решению может способствовать организация сотрудничества со службами социальной помощи (например, путем координации работы служб сестринской помощи, медико-санитарных учреждений, ассоциаций и социальных служб). Во время аномальной жары работу таких служб необходимо модернизировать и укреплять.

Создание горячей линии в летний период позволит предоставить необходимую информацию и дать нужный совет всем, кто обратится за помощью. Координация работы телефонной службы помощи с деятельностью медико-санитарных учреждений и социальных служб поможет выявить уязвимые категории населения. Поддержание постоянного контакта со службой экстренной медицинской помощи позволит в случае необходимости направить людей с конкретными проблемами в соответствующие медицинские учреждения.

Пока отсутствуют достаточно веские аргументы в пользу эвакуации жителей из их домов, хотя в периоды аномально жаркой погоды это может оказаться необходимым (как это было в 2003 году в Париже). В случае необходимости можно активизировать ресурсы, предусмотренные для действий в условиях чрезвычайной обстановки, и скоординировать работу с органами гражданской защиты, с тем, чтобы перевезти в прохладные помещения больных и ослабленных людей, живущих в социальной изоляции.

#### 10.6.4. Подготовленность системы здравоохранения и социальных служб

Для повышения подготовленности системы здравоохранения и социальных служб необходимо совершенствовать системы [10, 11]:

- профилактики изменений состояния здоровья населения, вызванных климатическими факторами;
- образования и обучения специалистов;
- эпидемиологического надзора;
- подготовки медицинского персонала;
- разработать новые терапевтические подходы для лечения наиболее массовых заболеваний в изменившихся климатических условиях.

Необходимо составить оперативный план, предусматривающий конкретные процедуры, которые должны будут выполнять больницы, клиники и дома для престарелых и инвалидов до и во время летнего сезона, а также в условиях аномальной жары. Принимаемые меры должны быть увязаны с выходом предупреждений о наступлении аномальной жары.

Администрации домов для престарелых и инвалидов и социальных служб по месту жительства должны иметь соответствующие руководства и стандарты по оказанию помощи в случае проблем со здоровьем, связанным с жарой, включая предоставление пострадавшим прохладного помещения.

Эти стандарты должны включать общие профилактические меры на весь летний сезон, специальные меры, ориентированные на целевые категории населения в летний период, механизмы коммуникации со службами социальной помощи и план действий в критических ситуациях, согласованный с общим планом действий в условиях жары в случае, если она достигнет угрожающих уровней.

Для того чтобы уменьшить воздействие жары на здоровье, администрации больниц, клиник и домов для престарелых и инвалидов могут рассмотреть следующие возможности:

- установка дополнительных ставней и наружных шторок на окна в помещениях, выходящих окнами на юг, чтобы избежать прямого воздействия солнечных лучей;

- установка термоизоляционных материалов на крышу и окна здания (например, двойное остекление);

- использование зеленых насаждений для создания затененных участков и уменьшения теплопоглощения и воздействия жары;

- обеспечение кондиционирования воздуха в помещениях, особенно в зонах общего пользования, в палатах для тяжелобольных, в отделениях скорой помощи и интенсивной терапии.

Больницы, клиники и другие службы здравоохранения должны иметь соответствующий ПДЗЖ на период аномальной жары, который предусматривал бы специальный клинический уход и лечение, планирование кадровых ресурсов и обеспечение кондиционирования воздуха для пациентов, подвергающихся высокому риску, а также оборудование специальных больничных палат.

При планировании мероприятий по охлаждению помещений медучреждениям и домам для престарелых и инвалидов рекомендуется рассмотреть возможность сокращения общего «углеродистого следа» (количества углекислого и других газов, выбрасываемых в атмосферу и вызывающих парниковый эффект) своего учреждения или организации.



## **10.7. Городское планирование и проектирование зданий**

Поскольку бóльшую часть жизни люди проводят в помещениях и стараются укрыться в них в жаркую погоду, то микроклимат в помещениях имеет особую важность. В стратегиях адаптации к изменениям климата основное внимание уделяется улучшению городского планирования и сокращению числа так называемых «тепловых куполов» над городами, уменьшению теплового стресса в помещениях, разработке ПДЗЖ и созданию Системы предупреждения о наступлении аномальной жары. Одновременно с этим возрождается и интерес к энергосберегающим технологиям как к политической мере, направленной на решение проблемы изменения климата.

Солнечное излучение, поглощаемое городскими постройками, повышает их поверхностную температуру и способствует повышению окружающей температуры. Более низкие поверхностные температуры снижают и температуру окружающего воздуха, что может оказывать существенное влияние на объем энергозатрат на охлаждение в городах. Для того чтобы уменьшить поглощение солнечного излучения, необходимо надлежащее регулирование инсоляции и обеспечение затенения в городской среде, а также повышение отражательной способности поверхностей зданий и сооружений (альбедо) [11, 15].

Для городов характерны относительно низкие альбедо, поскольку более темные здания и поверхности городских построек поглощают солнечное излучение, а также вследствие эффекта многократного отражения, имеющего место в так называемых городских каньонах. Повышения затененности в городской среде можно добиться с помощью озеленения и использования искусственных солнцезащитных устройств.

Повысить альбедо в городах поможет использование материалов с высокой отражательной способностью. Недавно были изобретены белые и цветные материалы, обладающие высоким коэффициентом отражения солнечного излучения и высокими коэффициентами излучения, и теперь такие материалы доступны для коммерческого использования.

Существенные изменения величины альбедо в городах могут иметь серьезный косвенный эффект в масштабах города: благодаря этому локальные дневные температуры воздуха в летние дни могут быть понижены на целых 4 °С. Однако для этого необходима долгосрочная политика, предусматривающая соответствующие законодательные меры, которые будут способствовать использованию холодных материалов для обшивки кровли и устройства дорожных покрытий, информирование инженеров, проектировщиков и лиц, принимающих решения, о преимуществах использования материалов с более высокой отражательной способностью, а также, возможно, соответствующее финансовое стимулирование.

Деревья могут обеспечить защиту зданий от солнца в летний период, с помощью участков с деревьями можно понизить температуру воздуха в городе. Важную роль озелененных территорий в уменьшении температуры воздуха в городе подчеркивают многие исследователи. Деревья создают благоприятный температурный баланс для человека и повышают температурный комфорт на открытом воздухе. Защита от солнечного излучения с помощью озеленения имеет большое физиологическое влияние на снижение теплового стресса, при этом организация затенения не требует дополнительных расходов воды и энергии на орошение, в отличие от практически всех систем, используемых для снижения температуры на открытом воздухе.

Снижению температуры воздуха в городе могут способствовать парки, но это зависит от их площади и расстояния до них. Для того чтобы обеспечить сколько-нибудь значимый климатический эффект, площадь парка должна составлять не менее одного гектара. Существенную роль в снижении температуры воздуха в городах может также сыграть озеленение крыш. Благодаря этой технологии можно добиться значительно большего снижения температуры, чем при использовании обычной твердой кровли; «зеленые крыши» позволяют снизить температуру окружающего воздуха благодаря конвекции и эвакотранспирации.

Озеленение крыш также снижает энергозатраты на кондиционирование зданий и улучшает микроклимат в помещениях. Наличие больших масс воды в городской среде способствует снижению температуры воздуха вследствие конвекции и испарения. Пруды и фонтаны могут быть эффективным средством охлаждения открытых пространств ввиду своей способности сохранять температуру воды ниже температуры окружающего воздуха.

## **10.8. Аномальные отрицательные температуры как фактор риска здоровью населения**

Разбалансировка климата ведет не только к глобальному потеплению, но и к более частым аномально низким температурам воздуха. В России к заполярным территориям (то есть находящимся к северу от  $66^{\circ}33'$  с. ш.) относится около 65% всей площади страны, но и южнее Полярного круга на обширных территориях зимой могут быть сильные морозы. В декабре — феврале обычным явлением повсеместно (кроме южных территорий) бывают морозы до  $-20\dots-30^{\circ}\text{C}$  [13].

В отдельные дни отмечаются еще более низкие температуры, например, в декабре 2002 года на территории Европейской части России морозы достигали  $-30\dots-36^{\circ}\text{C}$ , местами до  $-41^{\circ}\text{C}$ ; на севере Западной Сибири — до  $-40\dots-44^{\circ}\text{C}$ , в Восточной Сибири — до  $-50\dots-56^{\circ}\text{C}$ , в январе 2003 года на Дальнем Востоке — до  $-40\dots-42^{\circ}\text{C}$ .

В большинстве населенных пунктов при столь холодном климате важное социальное значение имеет стабильность работы систем, обеспечивающих население теплом.

Для России характерна крайне высокая централизация энергетических и тепловых систем. В случае аварий или отключений энергии по экономическим причинам в отдельных частях городов и даже полностью в небольших городах нарушается непрерывное обеспечение зданий теплом. Нестабильность энергоснабжения в зимний период является также результатом плохого технического состояния ряда энергетических установок и электрических сетей. Недостаточное финансирование муниципалитетов в дотационных регионах России, а их большинство, не позволяет проводить необходимый ремонт тепловых установок и тепловых сетей, в результате чего происходят частые аварии и отключение теплоснабжения на несколько дней или даже недель. До 30–35% всех аварий на теплотрассах происходит в системах централизованного теплоснабжения населенных пунктов. Частота аварий зависит от диаметра теплопровода: чем меньше диаметр, тем больше частота аварий. На теплопроводах малого диаметра происходит до 3 аварий на километр трубы в год, на трубопроводах большого



диаметра (более 200 мм) — до 1 аварии на километр трубы в год. При температуре воздуха ниже  $10^{\circ}\text{C}$  — а этот период в различных регионах России длится от 3 до 5 месяцев — из-за постоянного отключения теплоснабжения температура воздуха в помещениях опускается ниже нормативной ( $15^{\circ}\text{C}$ ).

Так, зимой 2002/03 годов не работали системы отопления в 20 регионах России, и более 1 млн человек находились в условиях температурного дискомфорта, причем до 300 тыс. — в течение длительного времени.

Холодовой дискомфорт — это сложный комплекс физиологических реакций, вызываемых температурным переохлаждением, создающих эффект «холодового напряжения». Как правило, в его формировании наряду с отрицательной температурой участвуют и сильный ветер, и повышенная влажность воздуха. Лопнувшие трубы теплотрасс, невозможность приготовления горячей пищи и отсутствие горячей воды, «мертвый» транспорт, социальные конфликты мгновенно отбрасывают людей из века технического прогресса в каменный век.

Холодовой дискомфорт способствует развитию заболеваний легких и верхних дыхательных путей. В результате формирования условий для размножения вирусов в воздухоносных полостях организма и их последующей массовой передачи воздушно-капельным путем распространяется эпидемия гриппа.

Длительное воздействие низких температур приводит к снижению адаптационных возможностей и органов дыхания. С продвижением на север утяжеляется течение респираторных заболеваний, частота и тяжесть приступов бронхиальной астмы. Распространенность заболеваний органов дыхания среди детей в

северных регионах страны выше средних показателей по РФ в 1,5-2 раза. На Севере описан эффект северной пневмонии, возникающей в результате развития «синдрома первичной северной артериальной гипертензии малого круга кровообращения».

В тех странах, где большинство жилищ обеспечено оптимальным микроклиматом (отоплением, кондиционированием, вентиляцией), максимум заболеваемости и смертности приходится на зимний период [13].

Крайней стадией воздействия холода на организм человека считается отморожение, отягощающими моментами развития которого бывают: алкоголь, истощение, гиподинамия. Отморожение — повреждение тканей в результате воздействия низкой температуры. Причины отморожения различны, и при соответствующих условиях (длительное воздействие холода, ветра, повышенная влажность, тесная или мокрая обувь, неподвижное положение, плохое общее состояние пострадавшего — болезнь, истощение, алкогольное опьянение, кровопотеря и т. д.). Отморожение может наступить даже при температуре +3...+7 °С. Более подвержены отморожению периферические отделы конечностей, уши, нос. Вначале ощущается чувство холода, сменяющееся затем онемением, при котором исчезают вначале боли, а затем любые виды чувствительности.

Наступившая анестезия делает незаметным продолжающееся воздействие низкой температуры, что чаще всего является причиной тяжелых необратимых изменений в тканях. В России от отморожений ежегодно погибают более 1,5 тыс. человек, причем гибнут преимущественно мужчины старше 20 лет. Среди них много бездомных людей, замерзающих на улице во время морозов. В период 1999–2003 годов показатели смертности в результате этой причины составляли 1,5–1,9 на 100 тыс. для мужчин и 0,4–0,6 — для женщин, то есть смертельные исходы от отморожений среди мужчин в 3–4 раза выше, что явно связано с употреблением алкоголя.

В европейских странах с холодным климатом (Норвегии, Дании, Швеции, Финляндии, Исландии) согласно Базе данных о смертности ВОЗ случаи отморожений не установлены.

## **10.9. Региональный план адаптации населения к изменению климата**

Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) при поддержке Минздрава РФ в 2009–2012 годах был осуществлен проект *«Воздействие изменения климата на здоровье населения и оценка возможностей адаптации на севере Российской Федерации»*. Базовым регионом для проекта была выбрана Архангельская область [14].

В 2012 году был завершен и вышел в свет отчетный документ по этому проекту — *«План адаптации к воздействию изменений климата на здоровье населения для Архангельской области и НАО Российской Федерации»*, где описывается стратегия в области адаптации региональной системы здравоохранения.

За столетний период (1907–2006 годы) потепление на территории России составило 1,29 °С, достигнув пика в период с 1976 по 2006 год: столбик термометра поднялся на 1,33 °С. В Архангельской области в эти же временные промежутки температура увеличилась с 0,72 до 0,96 °С и от 1,01 до 1,88 °С. В северных районах области положительная аномалия наблюдалась 7 раз, в южных — 8–9 раз. Самым холодным анализируемый период был в 1998 году: на севере температура опускалась ниже нормы на 2–3 °С, на юге — на 0,5–1 °С. Самым теплым был 2005 год: на севере региона столбик термометра поднялся выше нормы на 2–3 °С, на юге — на 1–2 °С. С середины 1990 годов наметилась тенденция к похолоданию, но положительная аномалия сохраняется. В 1997–2008 годах в южных и центральных районах РФ положительная аномалия летней температуры отмечалась 10–11 раз. При продвижении к северу отрицательные летние аномалии отмечались чаще — 3–4 раза. С конца 1990 годов отмечен резкий рост теплых дней, причем его амплитуда превысила амплитуду 1920–1930 годов [12].

Изменение климата сопровождается и изменением динамики повторяемости опасных природных явлений. На территории Архангельской области и Ненецкой автономной области (НАО) к экстремальным гидрометеорологическим условиям, прямо или косвенно влияющим на здоровье человека, относятся сильные морозы, сильные осадки в виде дождей, сильные ветры, разливы рек в



период половодья. Продолжительные морозы (более 3 суток с минимальными температурами ниже  $-35^{\circ}\text{C}$ ), а также экстремально низкие температуры (ниже  $-45^{\circ}\text{C}$ ) наиболее характерны для восточной половины Архангельской области и континентальных районов НАО. Ежегодно здесь наблюдаются от 6 до 10 дней подряд с морозами ниже  $-35^{\circ}\text{C}$ . Экстремально низкие температуры повторяются в среднем 1 раз в 2 года и наиболее характерны для января—февраля.

Сильные ветры, связанные с выходом глубоких циклонов, наиболее часто наблюдаются на побережьях морей и на территории НАО, где повторяемость этого опасного явления может достигать до 3,5 дней в году. Особое место среди сильных ветров занимают шквалы и смерчи, поскольку бывают в значительной степени внезапными и обладают большой разрушительной силой, приносящей ощутимый ущерб экономике пострадавших областей и населению. Они характерны для юго-восточной половины Архангельской области, и пик их повторяемости приходится на июль. В июле—августе опасность представляют сильные дожди, вызывающие повышение уровня рек и, как следствие, нанесение ущерба в хозяйстве. Наиболее часто сильные дожди, как правило в виде грозových ливней, наблюдаются в южной половине Архангельской области. Повторяемость этого опасного явления имеет большой разброс, но не превышает 0,5 дней в году.

Кроме волн жары и холода, к рискам, связанным с климатическими воздействиями, можно отнести наводнения, подтопления, пожары и гарь, засуху. Наводнения повторяются в среднем 1 раз в 7–9 лет и наиболее часто происходят в Котласском, Холмогорском и Виноградовском районах (в юго-восточной и центральной частях области), а также в устье реки Печоры и в районе Нарьян-Мара. За последние 20 лет повторяемость наводнений стала намного чаще, в среднем 1 раз в 2 года. Наводнения в области опасны подтоплениями скотомогильников и угрозой заражения населения сибирской язвой. Усиление сезонного протаивания многолетней мерзлоты (особенно на ее южной границе) создает угрозу затопления объектам инфраструктуры ненецкой популяции. Трансформируются ареалы охоты и рыболовства ввиду изменения прибрежной зоны, изменяется толщина льда в водоемах, возникают дополнительные травмы при промысле рыбы и т. д. Аномальная жара в летний период приводит к многочисленным пожарам в Архангельской области, негативно влияет на развитие традиционных отраслей промышленности Севера — лесодобывающую и лесообрабатывающую, создает непосредственную угрозу жизни и здоровью населения.

Температурные зависимости установлены для причин смертности от ишемической болезни сердца (ИБС), цереброваскулярных болезней (ЦБ), болезней органов дыхания и внешних причин в двух возрастных группах (30–64 и старше 64 лет), кроме ЦБ в возрасте 30–64 лет в области высоких температур. Выявлено, что температурная зависимость смертности практически для всех причин (ЦБ, ИБС, все естественные, внешние причины) имеет классический U-образный или V-образный вид с минимумом между  $+16$  и  $+18^{\circ}\text{C}$  (для внешних причин — между  $+20$  и  $+22^{\circ}\text{C}$ ). То есть достоверно выявлена связь между вышеназванными причинами смерти и среднесуточной температурой воздуха в г. Архангельске. При этом

очень важно отметить тот факт, что воздействие перепадов температур на смертность от всех внешних причин оказалось гораздо сильнее, чем на смертность от всех естественных причин. Для установленных температурных зависимостей количественно оценен вклад кратковременного смещения смертности в общую дополнительную смертность, вызванную температурным стрессом. Во время волн жары наблюдался прирост смертности от ЦБ в возрастной группе 65 лет и старше, от всех естественных причин уровень повысился в той же возрастной группе. Во время волн холода наблюдался прирост смертности от ИБС и всех естественных причин в обеих возрастных группах, ЦБ в возрастной группе 65 лет и старше, а также внешних причин в возрастной группе 30–64 года.

Проведена интегральная оценка дополнительной смертности, обусловленной выявленными температурными волнами в Архангельске за период 1999–2008 годов. Ущерб от волн жары составил 110 дополнительных смертей, от волн холода — 179 смертей. Таким образом, суммарное число всех дополнительных смертей за исследуемый период в среднем за год составило около 30.

Значительный подъем заболеваемости клещевым энцефалитом (почти в 60 раз), зарегистрированный в Архангельской области (в 2000–2009 годах по сравнению с 1980–1989 годами), обусловлен рядом факторов, важнейшим из которых является изменение климата. В результате повышения среднегодовых температур произошло распространение клещей, переносчиков вируса клещевого энцефалита, на север.

#### *Стратегия адаптации*

Архангельская область — северная территория России, где кумулируется сочетание различных факторов риска климатических, природно-географических, этнических, экологических, социальных и организационно-здравоохранительных. Предложенная стратегия в междисциплинарном плане предполагает участие различных служб с целью снижения вреда воздействия изменений климата на человека. Система здравоохранения здесь является ведущей, и без ее взаимодействия с органами власти на местах, а именно с Архангельским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Региональным центром МЧС, СГМУ, СМИ и т. д., добиться положительных результатов будет достаточно сложно.

Изменение климата в первую очередь влияет на смертность населения, что утяжеляет демографическую проблему, учитывая ситуацию затянувшейся депопуляции в регионе.

В выделенных приоритетах предложенной стратегии в значительной степени учитывается необходимость укрепления базовых элементов и межсекторального партнерства в адаптации системы здравоохранения к условиям изменения климата:

увеличение доступности медицинской помощи в Архангельской области и НАО (Ненецком автономном округе) посредством укрепления первичного звена здравоохранения;

оптимизация системы формирования здорового образа жизни населения в партнерстве с другими секторами, а также с более активным вовлечением сред-

него медицинского персонала посредством наделения большими правами и обязанностями медицинских участковых сестер и врачей семейной практики;

постдипломное образование медицинских работников в контексте проведения мер по профилактике болезней и укреплению здорового образа жизни в рамках первичной медико-санитарной помощи в целом (в перспективе и додипломная, желательна совместная, врачебно-сестринская подготовка);

подготовка парамедиков (чумработниц, санинструкторов домохозяйств, сотрудников полиции, учителей, сотрудников ветеринарной службы, почтовых работников). Необходимо уделять большое внимание при подготовке чумработниц и санинструкторов домохозяйств, которые могут быть более активным и полезным связующим звеном между медслужбой и гражданским обществом;

разработка методических материалов/рекомендаций для медицинских работников и парамедиков;

медицинское просвещение населения, используя социальную рекламу, памятки, СМИ, интернет, персонифицированное консультирование по проблемам здоровья, связанным с изменением климата, и укреплению здоровья в целом. Разработка системы оповещения населения и различных служб о ситуации появления волн жары;

улучшение материальной и методической базы учреждений здравоохранения, в первую очередь, в сельской местности (участковые больницы, амбулатории, домохозяйства), разработка и обеспечение аптечками первой медицинской помощи, диагностическим оборудованием, образовательными материалами/стандартами. Концентрация ресурсов (материальных, учебно-методических, организационных и координирующих в межрайонных центрах — Котласе, Вельске, Карпогорах, Северодвинске, Няндоме);

методическая и ресурсная помощь «социальным изолятам» (СИЗО — следственные изоляторы, колонии, интернаты, дома для престарелых) и организованным детским и подростковым коллективам;

совершенствование системы сбора и регистрации информации о состоянии здоровья населения, включая основные и вновь выявляемые факторы риска, возникающие как реакция на климатические изменения;

междисциплинарная координация деятельности медицинской службы МЧС России, Центра медицины катастроф, скорой помощи, пожарной службы.

Согласно одной из программ адаптации традиционного природопользования коренных народов Севера к климатическим изменениям с целью снижения рисков и угроз негативных последствий для населения, экологами предлагаются следующие действия:

1. Проведение оценки риска и ущерба для хозяйственной инфраструктуры прибрежных регионов Российской Арктики в связи с развитием эрозии берегов в условиях таяния мерзлоты.

2. Разработка и реализация системы мер защиты поселений и инженерных сооружений в связи с усилением термоэрозии, ростом частоты наводнений, развитием заболачивания, катастрофического воздействия ветров и штормов.

3. Разработка специальных мер по государственному страхованию населения арктических регионов.

4. Прогноз заболеваемости населения Арктики в связи с изменениями климата и разработка региональных программ по снижению риска роста заболеваемости.

5. Разработка региональных мероприятий по адаптации традиционного хозяйства малочисленных коренных народов Севера к климатическим изменениям, в т. ч. в оленеводстве, рыболовстве, охотничьем промысле, мелкотоварном производстве по переработке сырья, транспортных перевозках, организации кочевьев и пр.

6. Реализация пилотных проектов по углубленной переработке продукции отраслей традиционного природопользования, ориентированных на значимое расширение спектра создаваемых продуктов и максимальное вовлечение коренного населения Ненецкого и Ямало-Ненецкого автономных округов, Якутии и Чукотки.

## Литература

1. Защитим здоровье от изменений климата. Всемирный день здоровья 2008 года. ВОЗ.
2. Ревич Б.А. О необходимости защиты здоровья населения от климатических изменений // Гигиена и санитария. 2009. № 4. С. 60–64.
3. Золотокрылин А.Н., Кренке А.Н., Виноградова В.В. Районирование России по природным условиям жизни населения. М.: Геос, 2012. Гл. 4. <http://climate.igras.ru/index.php?r=279>
4. Районирование территории России по природным условиям жизни населения. [http://irkipedia.ru/content/rayonirovanie\\_territorii\\_rossii\\_po\\_prirodnym\\_usloviyam\\_zhizni\\_naseleni](http://irkipedia.ru/content/rayonirovanie_territorii_rossii_po_prirodnym_usloviyam_zhizni_naseleni)
5. Чазов Е.И., Бойцов С.А. Влияние аномального повышения температуры воздуха на смертность населения. 2012.
6. Влияние глобальных климатических изменений на здоровье населения Российской Арктики. ПРООН, 2008.
7. Ревич Б.А., Шапошников Д.В., Галкин В.Т., Крылов С.А., Черткова А.Б. Воздействие высоких температур атмосферного воздуха на здоровье населения в Твери // Гигиена и санитария. 2005. № 2. С. 20–24.
8. Изменение климата и его потенциальное воздействие на здоровье: призыв к объединенным действиям // Бюллетень Всемирной организации здравоохранения. 2010. Вып. 88. № 3.
9. Изменение климата и здоровье: Информационный бюллетень ВОЗ. 2013. № 266.
10. Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска: Методические рекомендации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. 48 с.
11. Письмо Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 18 апреля 2012 г. № 14-3/10/2-3936 «План действий по защите здоровья населения от воздействия аномальной жары». Руководство.
12. Плюснин Ю.М. Изменение климата и его влияние на жизнедеятельность человека: Методическое руководство по организации и осуществлению «народного мониторинга» климатических изменений и их влияния на природопользование и жизнедеятельность человека на Севере. М.: Издательство Научный мир, 2013. 200 с.
13. Ревич Б.А. Изменение здоровья населения России в условиях меняющегося климата // Проблемы прогнозирования. 2010. № 3. С.140–150.
14. Стратегия адаптации к воздействию изменения климата на здоровье населения Архангельской области и Ненецкого автономного округа Российской Федерации. Архангельск, 2012.
15. Города и изменение климата: направление стратегии: Программа ООН по населенным пунктам (ООН-Хабитат). 2011.
16. Медико-санитарные рекомендации по снижению негативного влияния аномальной жары на состояние здоровья больных сердечно-сосудистыми заболеваниями: Методические рекомендации. М: Минздрав России, 2013.

## Заключение

Изменения климата и глобальное потепление — явления, к изучению которых нужно подходить очень серьезно, поскольку они могут привести к далеко идущим последствиям и проблемам, способным оказать влияние на жизнедеятельность населения, функционирование отраслей экономики, росту числа и масштаба чрезвычайных ситуаций в стране. Консервативный подход к ним может оказаться неэффективным, означающим то, что любая попытка остановить этот процесс будет сопряжена с использованием решений и технологий следующего поколения, если мы хотим, чтобы эта попытка была эффективной. Более чистые источники энергии и более устойчивые производственные процессы могут стать самыми эффективными механизмами, имеющимися у нас в настоящий момент и способными предотвратить катастрофические последствия изменения климата.

Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года, подготовленный Министерством экономического развития Российской Федерации, определяет изменение климата и повышение значимости новых источников энергии и энерго- и ресурсобеспечения как одни из основных глобальных трендов, включая научно-технологические тренды, которые будут формировать облик мира будущего.

Изменение климата является вызовом уже сейчас; это не какая-то отдаленная проблема для следующих поколений. Имеющиеся и прогнозируемые климатические проблемы усугубляются с ростом населения, урбанизацией и миграцией. Чем крупнее и стремительнее будут изменения климата, тем выше вероятность доминирования негативных последствий. Основные составляющие климатической системы медленно реагируют на изменения в уровне концентрации парникового газа и даже если выбросы парниковых газов в атмосферу будут стабилизированы на сегодняшнем уровне, климат все равно будет изменяться, поскольку он адаптируется к повышенным выбросам в предыдущие десятилетия. Дальнейшие изменения климата неизбежны и мы должны быть готовы к ним.



В научных кругах существует твердое убеждение в том, что глобальное потепление в последние десятилетия может быть связано с деятельностью человека, а также то, что глобальное изменение климата уже привело к повышению температуры воздуха нижнего слоя атмосферы, сказавшемся на росте среднего глобального уровня морей, отступающих ледников и изменении многих физических и биологических систем.

Самая большая доля среди причин, вызывающих расширенное изменение климата, приходится на углекислый газ. Природное топливо (уголь, нефть и газ) является самым крупным источником углекислого газа человечества (и технического углерода, являющегося сажей, получаемой в результате неполного сгорания), а также большого количества метана и закиси азота. Вырубка лесов и и другие изменения в использовании земли также приводят к выделению огромного количества углекислого газа. Метан выделяется домашними животными, рисовыми полями, залитыми водой, а также в результате переработки мусора и отходов жизнедеятельности человека.

Глобальная температура продолжает расти. Несмотря на то, что уровень потепления варьируется из года в год в силу естественных изменений, тенденция потепления, вызванная человеческой деятельностью, продолжается.

Похоже на то, что инциденты, связанные с риском для здоровья в период экстремально высоких температур, являются наиболее частым проявлением влияния изменений климата на здоровье общества. В более теплом и влажном



климате увеличилось количество сердечнососудистых и инфекционных заболеваний органов дыхания.

Другими последствиями являются:

- повышение смертности, телесных повреждений, несчастных случаев в результате экстремальных природных явлений, особенно, в группах риска;
- увеличение количества болезнетворных микроорганизмов, распространение инфекционных заболеваний на большее количество регионов страны;
- болезни, связанные с загрязнением источников водоснабжения; рост заболеваний среди населения прибрежных населенных пунктов, связанных со сбросами сточных вод непосредственно в море;
- последствия для здоровья, вызванные экстремальными природными явлениями, особенно наводнением (например, холера, дизентерия и гепатит А).

Большей опасности подвергаются группы риска (мигранты, люди, живущие в отдаленных изолированных районах), поскольку у них ограничен доступ к квалифицированной медицинской помощи.

Более половины территории Российской Федерации находится в зоне вечной мерзлоты. Ее оттаивание или наоборот, расширение, может оказать влияние на реализацию стратегии развития страны.

На реках восточной части России увеличились частота и мощность наводнений, вызванных заторами льда. Особенностью современных изменений сезонного стока рек является увеличение водности в зимний сезон практически на всей территории. Рост зимнего стока прослеживается для Европейской территории России от верхней части бассейна Северной Двины до низовьев Дона и Волги.

В случае потепления климата будет происходить дальнейшее таяние горных ледников, что повлечет более интенсивные паводки на стекающих с горных массивов реках и наводнения, например, в таких регионах, как Северный Кавказ, Приморье. Усиление стока рек может привести к авариям подводных переходов нефтяных и газовых трубопроводов, построенных в прошлом веке и не рассчитанных на новые условия.

Приток воды к крупным водохранилищам будет сказываться на функционировании гидроэнергетики, что должно учитываться при строительстве гидроэлектростанций. Последствиями изменения интенсивности водных стоков могут стать подтопления территорий, населенных пунктов, усиление туманов. Нехватка воды, ухудшение ее качества в наибольшей мере будут ощущаться в регионах юга России.

Повсеместное таяние снегов приведет к изменению отражательной способности и вызовет дополнительный прогрев. Начнет таять вечная мерзлота. Изменение климата скажется как на отрасли растениеводства, так и на животноводстве, может привести к серьезным социально-экономическим последствиям, среди которых:

- ценовые колебания из-за засух, неурожаев, природных аномалий; выход из бизнеса сельхозпроизводителей; недостижение поставленных целей Доктрины продовольственной безопасности России;
- запустение сельских территорий, рост безработицы на селе;
- рост бюджетной нагрузки в результате финансирования мероприятий по нейтрализации отрицательных последствий изменения климата.

Глобальный характер изменения климата диктует необходимость поиска решений на международном уровне. В то же время решение проблемы смягчения последствий изменения климата требует действий не только на глобальном, но и на национальном, региональном и местном уровнях, мобилизации усилий правительства, деловых кругов, ученых и общественности.



*Научно-популярное издание*

**Акимов** Валерий Александрович

**Дурнев** Роман Александрович

**Соколов** Юрий Иосифович

**Защита населения и территорий Российской Федерации  
в условиях изменения климата**

ISBN 978-5-93970-148-8



9 785939 701488

Подписано в печать 14.04.2016. Формат 70×100 1/16.  
Объем 24,25 п. л. Тираж 1000 экз. Зак.

РИЦ ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ),  
г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7.

Отпечатано с электронной версии заказчика  
в ООО «Красногорский полиграфический комбинат».  
107140, г. Москва, пер. 1-й Красносельский, д. 3, оф. 17.