

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
(РОСГИДРОМЕТ)**

**ОЦЕНОЧНЫЙ ДОКЛАД  
ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ  
НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*ТОМ II*

*ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА*

Москва — 2008

# ОЦЕНОЧНЫЙ ДОКЛАД ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

## Том II. Последствия изменений климата

---

УДК 551.583(470+570)  
ББК 19.3.4

**Научно-координационный комитет по подготовке “Оценочного доклада об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации”:**

Руководитель Росгидромета А. И. Бедрицкий (председатель), В. Г. Блинов, Д. А. Гершиноква (ответственный секретарь), Г. С. Голицын, В. П. Дымников, Ю. А. Израэль, В. М. Катцов, В. М. Котляков, В. П. Мелешко, В. И. Осипов, С. М. Семенов

Главное научное учреждение по подготовке т. II “Оценочного доклада об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации”: Государственное учреждение Институт глобального климата и экологии Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Российской академии наук (директор Ю. А. Израэль)

**По поручению Росгидромета данный том доклада подготовлен Рабочей группой II “Последствия изменений климата на территории Российской Федерации” в следующем составе:**

**Руководитель:** С. М. Семенов

**Ведущие авторы:** О. А. Анисимов, Ю. А. Анохин, Л. И. Болтнева, Е. А. Ваганов, А. Н. Золотокрылин, Ю. А. Израэль, Г. Э. Инсаров, Н. В. Кобышева, А. Г. Костяной, А. Н. Кренке, В. В. Оганесян, А. В. Пчелкин, Б. А. Ревич, В. А. Семенов, С. М. Семенов, О. Д. Сиротенко, Ф. С. Терзиев, И. Е. Фролов, В. Ч. Хон, А. В. Цыбань, Б. Г. Шерстюков, И. А. Шикломанов, В. В. Ясюкевич

**Авторы:** Е. В. Абашина, Г. В. Алексеев, М. Д. Ананичева, Ж. А. Балонишникова, С. П. Барина, И. И. Борзенкова, В. А. Бузин, А. А. Величко, Ю. Л. Володкович, М. В. Гаврило, Е. С. Гельвер, В. Ю. Георгиевский, А. И. Гинзбург, И. Г. Грингоф, Т. П. Гронская, З. М. Гудкович, Г. В. Заклинский, Е. К. Зоидзе, В. П. Карклин, П. А. Колосов, А. А. Коршунов, З. Д. Копалиани, С. А. Лебедев, Ю. В. Лупачев, П. М. Лурье, С. П. Малевский-Малевич, М. Л. Марков, А. А. Минин, Л. Т. Мяч, М. М. Наурзбаев, Н. П. Незлин, В. Н. Павлова, В. Д. Панов, Е. И. Парфенова, Е. Н. Попова, В. А. Романенков, А. А. Романовская, Н. А. Сперанская, И. О. Умбрумянц, Ю. Г. Филиппов, С. В. Фролов, Н. М. Чебакова, А. В. Шашкин, Н. А. Шеремет, В. В. Шишов, С. Г. Шиятов, Т. А. Шука, В. И. Харук

**Редакторы-рецензенты:** З. К. Абузаров, А. А. Величко, А. В. Голубев, Г. В. Груза, Д. Б. Киктев, Н. И. Коронкевич, А. Н. Косарев, А. П. Левич, И. И. Мохов, А. И. Страшная, С. Ю. Чайка, А. Ф. Яковлев

## Предисловие

В последние два десятилетия XX века в мире возникло и широко распространилось некое предощущение опасности, связанной с глобальным потеплением из-за антропогенного усиления парникового эффекта вследствие антропогенных эмиссий парниковых газов в атмосферу. Политическим результатом этой обеспокоенности стала Рамочная конвенция ООН об изменении климата — РКИК (1992 г.). Ее цель ясно сформулирована в Статье 2:

*“Конечная цель настоящей Конвенции и всех связанных с ней правовых документов, которые может принять Конференция Сторон, заключается в том, чтобы добиться во исполнение соответствующих положений Конвенции стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного вмешательства в климатическую систему”.*

И далее: *“Такой уровень должен быть достигнут в сроки, достаточные для того, чтобы*

- позволить экосистемам естественным образом адаптироваться к изменению климата,*
- убедиться, что производство продовольствия не находится под угрозой, и*
- дать возможность обеспечить дальнейшее экономическое развитие на устойчивой основе”.*

Первый правовой документ, направленный на ограничение антропогенных эмиссий парниковых газов, появился в рамках РКИК в 1997 г. Это — Киотский протокол, который был открыт к подписанию в 1998 г. В преамбуле этого договора сказано, что он заключен в “целях достижения окончательной цели Конвенции, как она изложена в Статье 2”. Это соглашение было ратифицировано Россией в 2004 г.

Однако никакого определения того, что такое “опасное антропогенное вмешательство в климатическую систему”, во времена принятия РКИК не существовало, как его в общепринятом виде не существует и сейчас, хотя этот вопрос интенсивно разрабатывается сейчас международным научным сообществом, в том числе Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК).

Эта проблема не может быть полностью решена в рамках науки, поскольку в конечном счете будет необходимо принятие решений на национальном и (или) международном уровнях о том, является ли климат, измененный под воздействием деятельности человека, желательным или же приемлемым в свете целей устойчивого развития общества и благосостояния населения, учитывая, конечно, и различные аспекты нематериальных полезностей (в частности, сохранение уникальных

природных и культурных объектов). Однако наука должна предоставить необходимую объективную и качественную информацию, которая позволит в конечном счете принять оптимальные решения в этой области.

На национальном уровне такая информация необходима в отношении следующего:

- какие последствия изменения климата уже наблюдаются к настоящему моменту;
- какова чувствительность природных и хозяйственных систем, состояния здоровья населения к изменению климата;
- имеются ли возможности адаптации к меняющемуся климату, и какова их потенциальная эффективность;
- какие ожидаются последствия изменения климата в среднесрочной и долгосрочной перспективе, и какова их опасность.

Данная часть доклада посвящена систематизации и обобщению информации по этим вопросам для России. При этом используются мировые литературные источники, разработки ведущих научных учреждений России и данные сетей мониторинга Росгидромета.

Материал структурирован по предметным главам, в каждой из которых дается материал по определенному виду последствий изменения климата — по отдельности по XX и XXI векам. Редакционная группа Института глобального климата и экологии Росгидромета и РАН провела структурирование и научное редактирование материалов, представленных авторами предметных и методических глав. Авторами являлись специалисты из научно-исследовательских учреждений Росгидромета (ААНИИ, ВНИИГМИ-МЦД, ВНИИСХМ, ГГИ, ГГО, ГОИН, Гидрометцентр РФ, ИГКЭ), РАН и вузов страны.

Приведенные в этом издании данные, их анализ и обобщение предназначены для экспертов, осуществляющих научное сопровождение процесса выработки государственной стратегии в области регулирования антропогенного воздействия на климат и адаптации к его изменению, для государственных и правительственных органов, разрабатывающих политические решения в данной области, для заинтересованных неправительственных организаций и научной общественности.

Академик РАН Ю. А. Израэль,  
директор Института глобального климата и  
экологии Росгидромета и РАН

# Содержание

<b>1. ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>7</b>
Климат и его естественная изменчивость .....	7
Антропогенное воздействие на глобальный климат .....	7
Изменения климата и их возможные последствия: причины обеспокоенности .....	9
Реакции систем на изменение климата: чувствительность, адаптационная способность, уязвимость и риск ...	11
Возобновляемые ресурсы и природные системы России, приоритетные для оценки последствий изменения климата .....	13
Структура данного доклада .....	14
Литература .....	16
<b>2. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В XX ВЕКЕ, СВЯЗАННЫЕ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА</b> .....	<b>19</b>
2.1. Источники фактических данных и методы оценки последствий наблюдаемых изменений климата .....	19
2.1.1. Общая характеристика .....	19
2.1.2. Состояние зданий и сооружений, отопительный период, транспорт .....	24
2.1.3. Сельское хозяйство .....	26
2.1.4. Водные ресурсы .....	28
2.1.5. Здоровье населения .....	30
2.1.6. Природные экосистемы суши .....	32
2.1.7. Континентальная многолетняя мерзлота и ледниковые системы .....	38
2.1.8. Северные моря .....	39
2.1.9. Южные моря .....	40
2.1.10. Последствия экстремальных метеорологических явлений .....	44
2.1.11. Литература .....	48
2.2. Состояние зданий и сооружений, отопительный период, транспорт .....	56
2.2.1. Тепловой режим зданий и сооружений, характеристики отопительного периода .....	56
2.2.2. Механические воздействия на здания и сооружения .....	56
2.2.3. Сухопутный транспорт .....	59
2.2.4. Состояние зданий и сооружений в районах многолетней мерзлоты .....	59
2.2.5. Литература .....	61
2.3. Сельское хозяйство .....	61
2.3.1. Вводные замечания .....	61
2.3.2. Наблюдаемые изменения агроклиматических условий .....	62
2.3.3. Влияние изменения климата на продуктивность сельского хозяйства .....	68
2.3.4. Влияние изменения климата на вредителей сельскохозяйственных растений .....	71
2.3.5. Литература .....	75
2.4. Водные ресурсы .....	77
2.4.1. Вводные замечания: климатические предпосылки изменений в водном балансе .....	77
2.4.2. Изменения стока рек и запасов пресной воды .....	78
2.4.3. Испарение .....	81
2.4.4. Литература .....	83
2.5. Здоровье населения .....	86
2.5.1. Общая характеристика .....	86
2.5.2. Экстремально высокие и низкие температуры .....	86
2.5.3. Инфекционные и паразитарные болезни .....	90
2.5.4. Расчетные оценки влияния изменения климатических условий на распространение малярии ....	95
2.5.5. Здоровье населения арктических регионов .....	95
2.5.6. Литература .....	97
2.6. Природные экосистемы суши .....	101
2.6.1. Общая характеристика .....	101
2.6.2. Фенологические события у растений .....	101
2.6.3. Прирост деревьев .....	106
2.6.4. Границы леса .....	108

2.6.5.	Опустынивание .....	112
2.6.6.	Особо охраняемые природные территории .....	115
2.6.7.	Первичная продуктивность экосистем и содержание углерода в почвах .....	120
2.6.8.	Литература .....	120
2.7.	Континентальная многолетняя мерзлота и ледниковые системы .....	124
2.7.1.	Общая характеристика .....	124
2.7.2.	Оценка изменений состояния криолитозоны по данным наблюдений .....	126
2.7.3.	Оледенение арктических островов .....	129
2.7.4.	Горное оледенение .....	129
2.7.5.	Литература .....	132
2.8.	Северные моря .....	134
2.8.1.	Общая характеристика .....	134
2.8.2.	Климат и хозяйственная деятельность .....	134
2.8.3.	Биологические системы северных морей .....	140
2.8.4.	Литература .....	147
2.9.	Южные моря .....	149
2.9.1.	Вводные замечания .....	149
2.9.2.	Черное море .....	150
2.9.3.	Азовское море .....	154
2.9.4.	Каспийское море .....	159
2.9.5.	Литература .....	165
2.10.	Последствия экстремальных метеорологических явлений .....	167
2.10.1.	Общая характеристика .....	167
2.10.2.	Засухи .....	172
2.10.3.	Лесные пожары .....	174
2.10.4.	Наводнения .....	178
2.10.5.	Селевая и лавинная опасность на Большом Кавказе .....	184
2.10.6.	Литература .....	185

### 3. ОЖИДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В XXI ВЕКЕ, СВЯЗАННЫЕ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА ..... 188

3.1.	Источники данных о будущих изменениях климата и методы оценки последствий этих изменений .....	188
3.1.1.	Общая характеристика .....	188
3.1.2.	Состояние зданий и сооружений, отопительный период, транспорт .....	194
3.1.3.	Сельское хозяйство .....	195
3.1.4.	Водные ресурсы .....	197
3.1.5.	Здоровье населения .....	197
3.1.6.	Природные экосистемы суши .....	198
3.1.7.	Континентальная многолетняя мерзлота и ледниковые системы .....	202
3.1.8.	Северные моря .....	204
3.1.9.	Южные моря .....	206
3.1.10.	Последствия экстремальных метеорологических явлений .....	207
3.1.11.	Литература .....	209
3.2.	Состояние зданий и сооружений, отопительный период, транспорт .....	214
3.2.1.	Тепловой режим зданий и сооружений .....	214
3.2.2.	Механические воздействия на здания и сооружения .....	219
3.2.3.	Сухопутный транспорт .....	220
3.2.4.	Состояние зданий и сооружений в районах многолетней мерзлоты .....	221
3.2.5.	Литература .....	223
3.3.	Сельское хозяйство .....	223
3.3.1.	Общие замечания .....	223
3.3.2.	Ожидаемые изменения агроклиматических ресурсов и продуктивности сельского хозяйства .....	223
3.3.3.	Возможные изменения размещения сельскохозяйственных культур .....	227
3.3.4.	Ожидаемые изменения биоклиматического потенциала и углеродного режима пахотных почв .....	228
3.3.5.	Воздействие ожидаемых изменений климата на вредителей сельскохозяйственных растений .....	230
3.3.6.	Литература .....	232
3.4.	Водные ресурсы .....	234
3.4.1.	Региональные изменения водных ресурсов и водообеспеченности .....	234
3.4.2.	Возможные последствия для хозяйственной деятельности .....	235
3.4.3.	Литература .....	236

3.5. Здоровье населения .....	236
3.5.1. Общая характеристика .....	236
3.5.2. Экстремально высокие температуры (волны тепла) .....	237
3.5.3. Влияние изменения состояния многолетней мерзлоты и водных ресурсов .....	237
3.5.4. Перспективные оценки распространения инфекционных и паразитарных заболеваний .....	237
3.5.5. Литература .....	240
3.6. Природные экосистемы суши .....	242
3.6.1. Вводные замечания .....	242
3.6.2. Состояние растений .....	243
3.6.3. Границы растительных зон и изменения биоразнообразия .....	244
3.6.4. Климатическое опустынивание .....	247
3.6.5. Особо охраняемые природные территории .....	249
3.6.6. Северные экосистемы .....	250
3.6.7. Наземные местообитания арктических животных .....	251
3.6.8. Депонирование углерода в почвах .....	252
3.6.9. Литература .....	253
3.7. Континентальная многолетняя мерзлота и ледниковые системы .....	255
3.7.1. Вводные замечания .....	255
3.7.2. Перспективные оценки возможных изменений состояния криолитозоны .....	256
3.7.3. Влияние деградации многолетней мерзлоты на эмиссию диоксида углерода и метана в атмосферу .....	259
3.7.4. Горное оледенение .....	260
3.7.5. Литература .....	261
3.8. Северные моря .....	264
3.8.1. Вводные замечания .....	264
3.8.2. Экономика и морская деятельность в арктических регионах .....	264
3.8.3. Биологические системы северных морей .....	265
3.8.4. Литература .....	268
3.9. Уровень Каспийского моря .....	269
3.9.1. Вводные замечания .....	269
3.9.2. Среднесрочные оценки .....	269
3.9.3. Долгосрочные оценки .....	271
3.9.4. Последствия возможного подъема уровня Каспия .....	273
3.9.5. Литература .....	274
3.10. Последствия экстремальных метеорологических явлений .....	275
3.10.1. Вводные замечания .....	275
3.10.2. Общая характеристика ожидаемых изменений климата и его экстремальности .....	275
3.10.3. Засухи .....	277
3.10.4. Лесные пожары .....	278
3.10.5. Наводнения .....	280
3.10.6. Селевая и лавинная опасность на Большом Кавказе .....	282
3.10.7. Литература .....	283
<b>4. НЕОБХОДИМЫЕ ДАЛЬНЕЙШИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ .....</b>	<b>285</b>
<i>Список сокращений .....</i>	<i>288</i>