

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ им. А.И.ВОЕЙКОВА»

УДК 551.583 551.510.41, 551.501

№ госрегистрации

Инв. №

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ГУ «ГГО»

доктор физ.-мат. наук

_____ В.П.Мелешко

« ____ » _____ 2005 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
«РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО КОНЦЕПЦИИ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ДОКТРИНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(заключительный)

Руководитель НИР,
директор ГУ «ГГО»,
д-р физ.-мат. наук

В.П.Мелешко

Санкт-Петербург,
2005 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работ, директор ГУ «ГГО», доктор физ.-мат. наук	В.П.Мелешко (Введение, разделы 1, 2, 5)
Исполнители темы:	
Зам. директора ГУ «ГГО», канд. физ.-мат. наук	С.С.Чичерин (Разделы 2, 4, 6)
Руководитель отдела,	В.М.Катцов (Разделы 1-6, заключение)
Руководитель отдела, канд. геогр. наук	В.В.Стадник (Раздел 5)
Руководитель отдела, канд. геогр. наук	В.И.Кондратюк (Раздел 2)
Ученый секретарь ГУ «ГГО», канд. геогр. наук	Е.Л.Махоткина (Раздел 2)
Зав. лабораторией, доктор геогр. наук	Н.В.Кобышева (Разделы 1, 2, 5)
Зав. лабораторией, доктор физ.-мат. наук	И.Л.Кароль (Разделы 1-2)
Зав. лабораторией, доктор геогр. наук	А.В.Мещерская (Раздел 1)
Зав. лабораторией, доктор геогр. наук	С.П.Малевский-Малевич (Раздел 1)
Зав. лабораторией, канд. физ.-мат. наук	А.И.Решетников (Разделы 1, 2, 4)
Зав. Мировым центром радиационных данных, канд. физ.-мат. наук	А.В.Цветков (Раздел 2)
Ведущий научн.сотр. канд. физ.-мат. наук	Е.Д.Надежина (Раздел 1)
Ведущий научн.сотр. канд. физ.-мат. наук	Е.Д.Хлебникова (Разделы 1, 5)
Ведущий научн.сотр. канд. физ.-мат. наук	Б.Е.Шнееров (Оформление и редактирование отчета)

Старший научн. сотр.
канд. геогр. наук

В.М.Мирвис
(Раздел 1)

Старший научн. сотр.
канд. физ.-мат. наук

И.М.Школьник
(Разделы 1, 2)

Старший научн. сотр.

Т.В.Павлова
(Раздел 1)

Научный сотрудник

В.А.Говоркова
(Раздел 1)

Техник-метеоролог

З.М.Брынь
(Оформление отчета)

Соисполнители:

ГУ «ААНИИ»

ГУ «ГГИ»

ГУ «ВНИИСХМ»

ГУ «ИГ РАН»

ООО «ИТС»

Географический факультет МГУ

Список исполнителей приведен в
отчетах указанных учреждений
по данной теме.

РЕФЕРАТ

Отчет 125 с., 12 рис., 4 табл., 32 ист.

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ДОКТРИНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА, АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КЛИМАТА, КЛИМАТИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ, ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ, МЕЖВЕДОМСТВЕННАЯ ИНТЕГРАЦИЯ, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЯ

Излагаются научные основы концепции климатической доктрины РФ, обобщающие результаты отечественных и зарубежных исследований. Даны оценки изменений глобального и регионального климата, происходящих в последние десятилетия и возможных изменений климата в ближайшие десятилетия и в более отдаленной перспективе.

Приведены примеры возможного влияния предстоящих изменений климата на функционирование экономики, общества и государства. В отчете нашли отражение официальные и научные материалы зарубежных стран по построению и реализации климатической политики как на национальном, так и на международном уровне.

Даны предложения по формированию концепции Климатической доктрины РФ опирающиеся на обобщение новейших исследований и результатах расчетов климата 21-го века. Даны рекомендации по структуре Климатической доктрины РФ и ее основным положениям.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1. Наиболее актуальные для России направления исследования изменений климата.....	11
1.1 Современное состояние климатической системы и её будущие изменения на территории РФ.....	11
1.1.1 Наблюдаемые изменения климата РФ и их причины.....	11
1.1.2 Расчеты будущих изменений климата.....	13
1.1.3 Последствия изменений климата на территории РФ.....	18
1.1.4 Источники неопределенности оценок будущих изменений климата и их последствий.....	23
1.2 Наиболее актуальные для РФ направления исследования изменений климата.....	25
1.2.1 Задачи, стоящие перед современной мировой наукой о климате.....	25
1.2.2 Международные климатические программы.....	25
1.2.3 Предсказание климата и последствий его изменений – центральная задача климатических исследований.....	29
1.2.4 Социо-экономические исследования, связанные с проблемой изменяющегося климата.....	32
2. Работы в области климатических изменений и практического использования климатической информации, проводимые организациями Росгидромета, Российской Академии Наук, Высшей школы и других ведомств.....	34
2.1. О работах федеральных ведомств в области изучения изменения климата и практического использования климатической информации.....	34
2.2. Климатическая информация международных программ.....	36
2.3. Глобальная система наблюдения за климатом и участие в ней РФ.....	39
2.3.1. Функциональная структура ГСНК.....	39
2.3.2. Наземная метеорологическая сеть РФ и задачи мониторинга климата.....	40
2.3.3. Аэрологическая сеть наблюдений.....	41
2.3.4. Участие РФ в Глобальной службе атмосферы ВМО.....	43
2.3.5. Актинометрическая сеть РФ.....	46
2.3.6. Спутниковые наблюдения за характеристиками климата.....	46
2.3.7. Вопросы климатического мониторинга, требующие решения.....	47
2.4 Современный уровень российских фундаментальных и прикладных исследований климата.....	48
2.4.1 Основные направления современных исследований климата в РФ.....	48

2.4.2 Эмпирические исследования.....	49
2.4.3 Моделирование климата.....	49
2.4.4 Прикладные исследования.....	51
2.4.5 Социо-экономические исследования.....	52
2.4.6 Общая оценка современных российских исследований в области климата и его изменений.....	53
2.5 Предложения по координации в НИУ Росгидромета, РАН и ВШ.....	54
3. Предложения по введению государственного управления наиболее актуальными исследованиями климатических изменений и их последствий для РФ и по интеграции этих исследований в международные программы.....	57
3.1 Необходимость введения государственного управления наиболее актуальными климатическими исследованиями.....	57
3.2 Роль Росгидромета в государственном управлении наиболее актуальными климатическими исследованиями и в формировании официальной позиции государства по вопросам изменения климата и воздействия человека на окружающую среду.....	59
3.3 Разработка и осуществление стратегии национальных климатических исследований с учетом интеграции этих исследований в международные программы.....	60
3.3.1 Научные исследования.....	60
3.3.2 Международные оценочные доклады. Национальный доклад об изменениях климата РФ и их воздействии на природную среду и различные виды хозяйственной деятельности.....	61
3.4 Разработка и реализация стратегии подготовки высококвалифицированных научных кадров.....	63
3.5 Разработка и реализация стратегии обеспечения актуальных исследований в области климата современными информационными технологиями и вычислительными средствами.....	64
3.6 Создание механизмов конструктивного диалога между научным сообществом и органами власти, ответственными за принятие решений.....	67
4. Предложения по интеграции работ разных ведомств по ключевым направлениям в области климата и влияния его изменений на экономику и социальную сферу.....	70
4.1 Необходимость межведомственной интеграции и участия в ней Росгидромета.....	70
4.2 Потенциальная или фактическая заинтересованность федеральных ведомств в различных вопросах, связанных с изменением климата и его последствиями.....	71
4.3 Сфера ответственности Росгидромета в контексте межведомственной интеграции	

работ, связанных с изменениями климата.....	75
4.3.1 Мониторинг климата и учет источников и стоков ПГ.....	75
4.3.2 Оценка влияния изменений климата на социально-экономическое развитие... ..	76
4.4. Меры по уменьшению влияния экономики РФ на изменение климата.....	78
5. Предложения по учету факторов меняющегося климата при разработке региональных программ устойчивого развития.....	82
5.1 Климат как фактор устойчивого развития.....	82
5.2 Оценка влияния изменения климата на энергетику.....	82
5.2.1 Добыча и транспортировка ископаемого топлива.....	82
5.2.2 Атомная и тепловая энергетика.....	83
5.2.3 Гидроэнергетика.....	84
5.2.4 Экологически чистая ресурсосберегающая энергетика.....	84
5.2.5 Передача энергии ЛЭП.....	85
5.3 Оценка влияния изменения климата на строительство.....	86
5.3.1 Тепловой режим зданий.....	86
5.3.2 Долговечность зданий и сооружений.....	88
5.4 Влияние изменения климата на транспорт.....	89
5.5 Водное хозяйство.....	90
5.5.1 Водные ресурсы.....	90
5.5.2 Изменения ледового режима рек.....	91
5.5.3 Наводнения и паводки.....	92
5.6 Сельское хозяйство.....	93
5.6.1 Оптимизация размещения сельскохозяйственных культур с учетом наблюдаемых и прогнозируемых изменений климата.....	93
5.6.2 Система мер для повышения эффективности сельского хозяйства РФ в условиях изменяющегося климата.....	94
5.6.3 Система мер по обеспечению продовольственной безопасности и устойчивого развития.....	95
5.7 Здоровье человека.....	98
5.8 Первоочередные задачи, связанные с учетом факторов меняющегося климата при разработке региональных программ устойчивого развития.....	99
6 Предложения по концепции климатической доктрины РФ, ее основным определениям и рекомендации по реализации климатической доктрины органами управления, для обеспечения устойчивого развития территории РФ.....	102
6.1 Своевременность и необходимость разработки Климатической доктрины РФ как	

основы формирования и осуществления государственной политики в области климата.....	102
6.2 Научное обоснование и основные положения концепции КД РФ как основы формирования и осуществления государственной политики в области климата...	103
6.2.1 Научно обоснованная концепция как идейная основа КД РФ.....	103
6.2.2 Климатическая система, подверженная антропогенным изменениям, – центральный объект концепции КД РФ.....	104
6.2.3 Угрозы и выгоды РФ, связанные с возможными изменениями климата.....	104
6.2.4 Обеспечение национального суверенитета в оценках изменений климата и их последствий при выработке политических решений – важный фактор безопасности РФ.....	108
6.2.5 Возможности адаптации и защиты от изменений климата, возможности смягчения антропогенного воздействия на климат.....	109
6.2.6 Опыт зарубежных стран по формированию политики в области климата.....	111
6.2.7 Альтернативные взгляды на политику в области климата.....	114
6.3 Предложения по примерной структуре и некоторым положениям КД РФ.....	115
6.4 Рекомендации по реализации КД РФ органами управления, для обеспечения устойчивого развития территории РФ.....	118
Заключение.....	120
Список основных источников.....	121
Список использованных сокращений.....	124

ВВЕДЕНИЕ

Глобальное потепление создает для России – с учетом ее географического положения, экономического потенциала, демографических проблем и геополитических интересов – новую ситуацию, когда руководству страны необходимы осознание национальных интересов в отношении изменения климата, разработка долговременных инвестиционных программ и выработка соответствующей внутренней и внешней политики в отношении возникающих проблем мирового масштаба, обусловленных изменением климата. Игнорирование проблемы глобального изменения климата; бездействие, оправдываемое ее недостаточной изученностью, неблагоприятно и может быть чревато серьезными рисками для устойчивого развития и безопасности страны. Основой для построения и реализации государственной политики в отношении изменений климата должна послужить совокупность официальных взглядов (установок) в виде Климатической доктрины Российской Федерации.

В настоящем отчете, составленном группой специалистов ГГО им. А.И. Воейкова с использованием материалов, предоставленных специалистами других НИУ Росгидромета, РАН и Высшей школы (ВШ), изложены предложения по концепции Климатической доктрины РФ.

Целью настоящего отчета является определение основных направлений исследований климата на территории РФ, необходимых для использования при подготовке региональных прогнозов и программ экономического и социального развития, и предложения по концепции климатической доктрины РФ. В соответствии с техническим заданием, в отчете обсуждаются следующие вопросы:

1. Наиболее актуальные для РФ направления исследований возможных изменений климата.
2. Анализ работ, проводимых организациями Росгидромета, РАН, ВШ и других ведомств, в области изучения климатических изменений и практического использования климатической информации с целью улучшения координации этих работ.
3. Предложения по интеграции работ разных ведомств по ключевым направлениям в области климата и влияния его изменений на экономику и социальную сферу.
4. Предложения по введению государственного управления наиболее актуальными исследованиями климатических изменений и их последствий для РФ и по интеграции этих исследований в международные программы.
5. Предложения по учету факторов меняющегося климата при разработке региональных программ устойчивого развития по федеральным округам РФ.
6. Предложения по концепции климатической доктрины РФ, ее основным определениям, и рекомендации по реализации климатической доктрины органами управления, для обеспечения устойчивого развития территорий РФ.

В настоящем отчете излагаются научные основы концепции климатической доктрины РФ,

которые обобщают результаты отечественных и зарубежных исследований в области оценки изменений глобального и регионального климата, происходящих в последние десятилетия и возможных в ближайшие десятилетия и в более отдаленной перспективе, а также влияния этих изменений на функционирование экономики, общества и государства. В отчете нашли отражение (в той мере, в которой это, по мнению авторов, соответствует интересам РФ) официальные и научные материалы зарубежных стран по построению и реализации климатической политики как на национальном, так и на международном уровне. При подготовке отчета использовались доклады Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), материалы Всемирной программы исследования климата (ВПИК), Глобальной системы наблюдения за климатом (ГСНК), материалы секретариата Рамочной Конвенции по Изменению Климата (РКИК), Третье Национальное сообщение и материалы к Четвертому Национальному сообщению, опубликованные национальные планы ряда стран по проблеме изменения климата, а также обзоры, недавно появившиеся в российских и зарубежных изданиях. В значительной мере предложения по концепции Климатической доктрины РФ опираются на обобщение новейших исследований и результатах расчетных оценок климата 21-го в., проведенных МГЭИК, в т.ч. в связи с подготовкой Четвертого Оценочного Доклада об изменении климата. Отчет завершается предложениями по схематической структуре Климатической доктрины РФ и ее основным положениям. Эти предложения разрабатывались с использованием принятых государственными органами РФ документов по формированию политики РФ в различных областях.

В подготовке отчета принимали участие следующие организации (соответствующие отчеты прилагаются):

Головной исполнитель:

- Государственное учреждение «Главная геофизическая обсерватория им. А.И.Воейкова» (Росгидромет)

Со-исполнители:

- Государственное учреждение «Государственный гидрологический институт» (Росгидромет)
- Государственное учреждение «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» (Росгидромет)
- Государственное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной метеорологии» (Росгидромет)
- Государственное учреждение «Институт географии РАН» (РАН)
- Географический факультет Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова (Минобрнауки)
- ООО «Информа-Транс-Сервис»

1. НАИБОЛЕЕ АКТУАЛЬНЫЕ ДЛЯ РОССИИ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

1.1 Современное состояние климатической системы и её будущие изменения на территории РФ

1.1.1 Наблюдаемые изменения климата РФ и их причины

В течение 20-го в. в глобальной климатической системе наблюдались значительные изменения температуры воздуха у поверхности Земли (ТВП), сопровождавшиеся изменениями других климатических характеристик. Особенно велики были изменения климата на территории РФ. По оценкам МГЭИК, среднегодовая глобальная ТВП за весь 20-й в. возросла на $0,6 \pm 0,2^\circ\text{C}$, а соответствующие изменения на территории РФ составили $1,2^\circ\text{C}$. Наблюдавшееся в течение прошлого столетия потепление не было монотонным и включало период относительно небольшого похолодания в 1946-1975 гг. Однако, за похолоданием последовало более интенсивное повышение ТВП, которое продолжается до настоящего времени. Наибольшее потепление в период 1965-2004 гг. наблюдалось зимой на территории РФ и на Аляске (рис.1.1). В течение этого периода на большей части Сибири ТВП зимой повысилась в среднем на $3-4^\circ\text{C}$. Существенное повышение ТВП произошло также в весенний период, а летом и осенью оно было менее заметным и носило более пестрый характер. Повышение ТВП проявилось в наблюдаемых тенденциях увеличения вегетационного периода и сокращении продолжительности и дефицита тепла отопительного периода. В зимний период во многих регионах РФ увеличилось число дней с оттепелью.

Результаты мониторинга количества осадков менее определены. В 20-м в. отмечается небольшое уменьшение осадков на территории РФ. Во второй половине столетия прослеживалась слабая тенденция роста осадков на Европейской территории РФ (ЕТР) и в Западной Сибири и уменьшение осадков на Азиатской территории РФ (АТР) в холодный период. На фоне межгодовой изменчивости и погрешностей наблюдений изменения осадков не носили столь выраженной направленности, как ТВП.

В 20-м в. наблюдались изменения годового стока рек и его сезонное перераспределение. Последние 20-25 лет во многих регионах РФ происходит увеличение годовых водных ресурсов. Основной особенностью современных изменений сезонного стока рек является значительное увеличение их водности в зимний период на всей территории РФ. Наблюдается также заметный положительный годовой рост водных ресурсов на крупнейших реках РФ, впадающих в Северный Ледовитый океан (СЛО). Наиболее значительное увеличение годового стока (на 15-40%) наблюдалось на реках западной части ЕТР, левобережных притоках

Волги в ее верхнем и среднем течении, на бóльшей части бассейна Камы. За 1978-2000 гг. на 10-15% увеличился годовой сток в верхней части бассейна Северной Двины, в верховьях Днепра. На АТР значительное увеличение годового стока отмечалось на реках, сток которых формируется на восточном склоне Уральских гор, а также на значительной части бассейна Лены и Енисея. Суммарный годовой сток 6 крупнейших российских рек, впадающих в СЛО с начала наблюдений по настоящее время увеличился на 7.5%.

Результаты анализа данных наблюдений показывают, что средняя продолжительность ледостава на крупных реках и водоемах ЕТР сократилась на 2-10 дней за 1980-2000 гг. (по сравнению с предшествующим 30-летним периодом) как за счет более позднего замерзания, так и за счет более раннего вскрытия. На крупных реках Сибири это сокращение составило 3-7 дней, а на водоемах АТР 4-14 дней. Практически на всех крупных реках и водоемах РФ наблюдается уменьшение максимальной толщины льда на 2-14 см. Наиболее интенсивно процесс сокращения толщины ледяного покрова происходил на реках Сибири в течение всей второй половины 20-го в.

Данные наблюдений за снежным покровом и вечной мерзлотой дополняют согласованную картину потепления в высоких широтах северного полушария в целом (при одновременном менее значительном похолодании в суб-арктической части Северной Атлантики, Гренландии и восточной Канаде). В конце 20-го в. произошло увеличение и потепление слоя воды атлантического происхождения и утончение галоклина в СЛО. Изменились условия ледовитости в окраинных морях СЛО и в устьях северных рек. С конца 1970-х гг. площадь морского льда в северном полушарии в сентябре (годовой минимум) сократилась на 20%. В сентябре 2005 г. она достигла абсолютного минимума за весь период спутниковых (т.е. наиболее надежных) наблюдений. Вместе с тем, в последние десятилетия 20-го в. наблюдались значительные вариации крупномасштабной атмосферной циркуляции во внетропических широтах северного полушария. В частности, отмечено падение приземного давления в Арктике, обусловившее перераспределение ледяного покрова.

Установление причины всех наблюдаемых изменений климата представляет собой серьезную проблему. Дело в том, что такой причиной может быть как естественная изменчивость климата, включающая долгопериодные колебания атмосферной циркуляции, так и глобальное потепление климата вследствие роста содержания парниковых газов (ПГ) в атмосфере.

В настоящее время в атмосферу Земли ежегодно выбрасывается 7 млрд. т. двуокиси углерода (CO_2), около 600 млн. т. метана (CH_4), 16 млн. т. закиси азота (N_2O), а также 70 млн. тонн сульфатного аэрозоля. Перечисленные ПГ и аэрозоль, вызывают нарушение радиационного баланса климатической системы, что может служить первопричиной глобального потепления.

Согласно Третьему Оценочному Докладу (ТОД) МГЭИК (2001), в течение 20-го в. наблюдался значительный рост содержания ПГ в глобальной атмосфере:

- Концентрация CO_2 увеличилась на 31%. Такой рост не наблюдался за последние 20 тыс. лет. 75% этого роста CO_2 обусловлены сжиганием углеводородного ископаемого топлива, остальной прирост концентрации вызван уничтожением лесов и ростом площадей сельхозугодий. Океан и суша поглощают, примерно, половину объема выбросов CO_2 . Скорость роста концентрации CO_2 составляла в среднем 0.4% за год в течение последних 20 лет.
- Концентрация CH_4 возросла на 151% и продолжает расти, достигнув максимальных значений за последние 420 тыс. лет.
- Концентрация N_2O увеличилась на 17%.

Газовый состав атмосферы будет продолжать изменяться в результате роста содержания в атмосфере указанных ПГ в течение 21-го в.

Некоторые ученые отвергают антропогенное воздействие как причину наблюдаемого глобального потепления и относят все наблюдаемые изменения за счет естественной изменчивости климатической системы. В этом контексте особенно примечательны бурные дискуссии вокруг двух максимумов потепления в Арктике в 20-м в., первое из которых – очевидно, не обусловленное парниковым эффектом – наблюдалось в первой половине 20-го в.; второе (уже превысившее по величине первое) началось в конце 1970-х гг. Маловероятно, что это потепление вызвано лишь естественной изменчивостью.

ПОЯВЛЯЕТСЯ ВСЕ БОЛЬШЕ УБЕДИТЕЛЬНЫХ СВИДЕТЕЛЬСТВ ТОГО, ЧТО ПОТЕПЛЕНИЕ В КОНЦЕ 20-ГО – НАЧАЛЕ 21-ГО ВВ. НЕВОЗМОЖНО ОБЪЯСНИТЬ ТОЛЬКО ЕСТЕСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ, И СЛЕДУЕТ ОЖИДАТЬ ДАЛЬНЕЙШЕГО УСУГУБЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА В ПРОДОЛЖАЮЩЕМСЯ ГЛОБАЛЬНОМ ПОТЕПЛЕНИИ.

1.1.2 Расчеты будущих изменений климата

В настоящее время наиболее полноценным, универсальным и, одновременно, перспективным инструментом оценки возможных в будущем изменений климата большинство специалистов считают глобальные объединенные модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО). МОЦАО основаны на дифференциальных уравнениях в частных производных, представляющих собой математическую запись законов сохранения массы, энергии и количества движения и решаемых методами вычислительной математики с использованием мощных компьютеров. Такие модели воспроизводят климатически значимые процессы и обратные связи между ними, благодаря чему позволяют оценивать будущие состояния климатической системы. Каждая МОЦАО в отдельности и все они как класс характеризуются погрешностями в описании и

воспроизведении климатически значимых процессов, что вносит неопределенность в модельные оценки будущих состояний климатической системы. Тем не менее, согласно оценке ТОД МГЭИК, «МОЦАО как класс пригодны для получения полезных оценок возможных в будущем изменений климата».

Для количественной оценки изменений климата на территории РФ в 21-м в. использованы результаты расчетов, выполненные с помощью ансамбля МОЦАО нового поколения, участвующих в подготовке Четверного оценочного доклада (ОД-4) МГЭИК. Результаты модельных расчетов получены из базы данных, созданной в Ливерморской национальной лаборатории (США) в рамках международной Программы Диагностики и Сравнения Климатических Моделей. Расчеты эволюции климата в 21-м в. проводились для 3 сценариев радиационного воздействия в виде эмиссий ПГ и аэрозолей: А2, А1В и В1, в соответствии с номенклатурой МГЭИК. Из 3 сценариев наиболее «жестким» является сценарий А2, наиболее щадящим – В1. Как показывают расчеты, выбор сценария для прогнозов на ближайшие 10-30 лет не является определяющим, поскольку эти изменения во многом обусловлены уже накопленными в атмосфере ПГ. Различия между сценариями начинают быстро увеличиваться во второй половине 21-го в.

На рис.1.2 показан ход средней годовой ТВП, осредненной по территории РФ, по данным наблюдений за 1891-2005 гг. в отклонениях от уровня 1961-1990 гг., а также эволюция ТВП в течение 1970-2050 гг., полученная в результате осреднения расчетов с 10 МОЦАО МГЭИК. Как видно, рассчитанная тенденция изменения ТВП в период 1970-2005 гг. хорошо согласуется с данными наблюдений. Изменение ТВП в обоих случаях составляет ~1.0-1.2 °С за 30 лет. Согласно расчетам, скорость роста ТВП в ближайшие годы сохранится приблизительно на том же уровне.

С точки зрения практического использования, первостепенное значение имеют оценки сезонных изменений основных климатических характеристик. Наибольшие изменения ТВП на территории РФ ожидаются зимой. На рис.1.3 показан прогнозируемый рост зимней ТВП в 3 регионах РФ в начале, середине и конце 21-го в. по отношению к современным значениям и изменчивостью. Как видно, антропогенный рост ТВП маскируется естественной изменчивостью, по крайней мере, в первую треть 21-го в. Аналогичные данные для годовых сумм осадков представлены на рис.1.4.

Приведенные данные показывают, что в первые десятилетия 21-го в. во всех трех крупных регионах РФ прогнозируемые изменения средней ТВП не выходят за пределы естественной межгодовой изменчивости. В этот период может наблюдаться повышенная повторяемость положительных отклонений от нормы. Однако, начиная с середины 21-го в. ожидаемые изменения ТВП и осадков зимой на всей территории РФ будут заметно превышать пределы естественной климатической изменчивости.

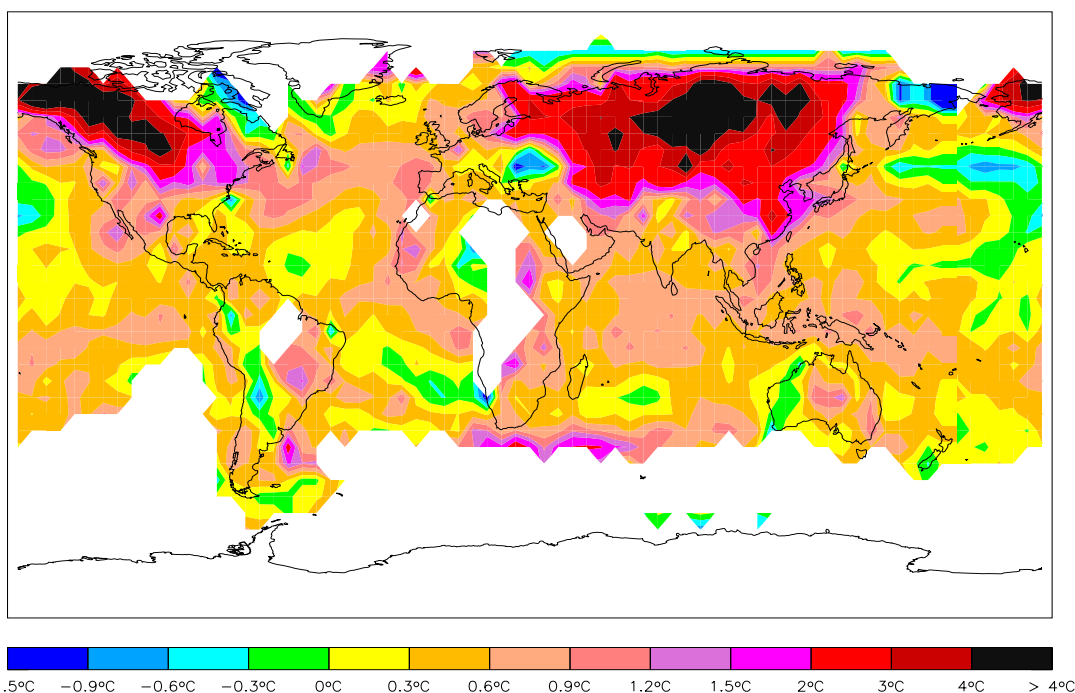


Рис.1.1 Изменение средней ТВП (°C) зимой за период 1965-2004 гг. /Jones and Moberg, 2003/.

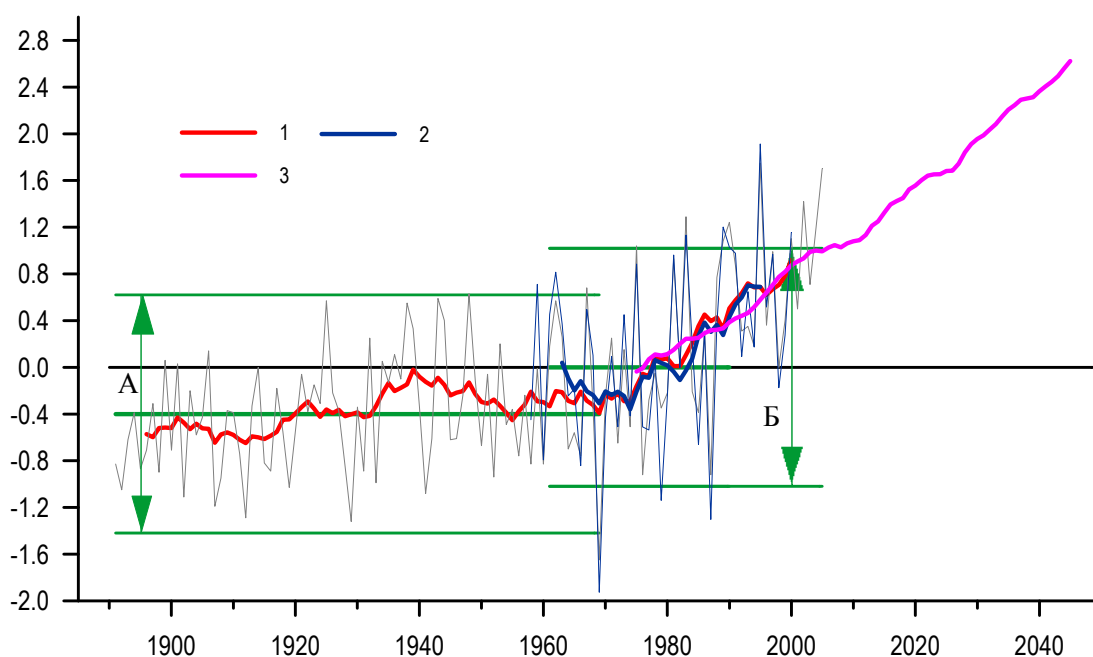


Рис.1.2. Временной ход отклонений средней годовой ТВП на территории РФ от климатической нормы (1961-1990 гг.) с 11-летним скользящим осреднением, полученный по : (1) данным наблюдений¹, (2) реанализу ERA-40 и (3) рассчитанный по ансамблю МОЦАО МГЭИК нового поколения для конца 20-го и первой половины 21-го вв., в соответствии со сценарием МГЭИК А2. Тонкой линией показаны несглаженные среднегодовые отклонения ТВП за отдельные годы. Зеленые стрелки ограничивают интервал межгодовой изменчивости ($N \pm 2\sigma$) для периодов (А) 1891-1970 (период, предшествующий значительному росту ТВП) и (Б) 1961-1990гг. (базовый климат) При оценке естественной изменчивости за 1970-2005 гг. вычтен вклад тренда, который составляет ~32-35% суммарной дисперсии средних годовых значений ТВП.

¹ Данные фактических аномалий ТВП получены в ГГО на основе взвешенного осреднения данных по метеорологическим станциям. Они близки к аналогичным данным, приведенным в /Ранькова Э.Я., 2005 г./.

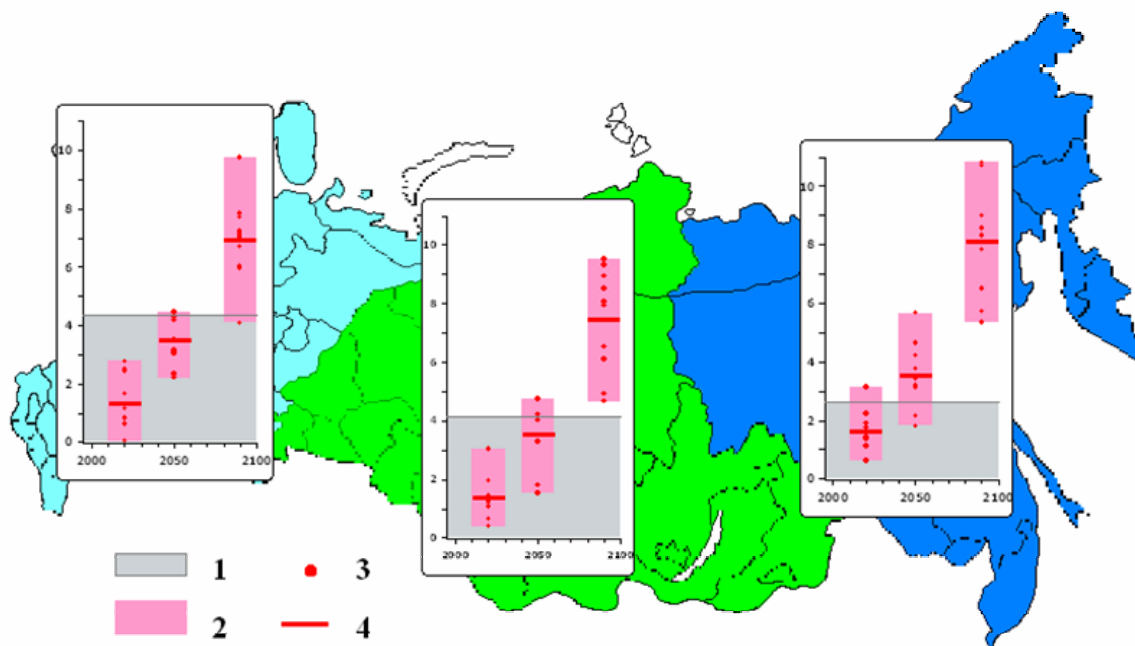


Рис.1.3. Изменения ТВП (°C) зимой по отношению к периоду 1980-1999 гг. в трех крупных регионах РФ (ЕТР, западная и восточная Сибирь) для трех периодов 21-го в., рассчитанные по ансамблю из 10 МОЦАО (ОД-4 МГЭИК) для сценария МГЭИК А2. Оценки межгодовой изменчивости (σ) получены по данным реанализа ECMWF (ERA-40) за 1980-1999 гг. Нулевой уровень соответствует климатической норме 1980-1999 гг. (N): 1 – (N+2 σ); 2 – диапазон прогнозируемых изменений 20-летних средних на 2011-2030 гг., 2041-2060 гг. и 2080-2099 гг., 3 – отдельные МОЦАО; 4 – средние ансамблевые изменения.

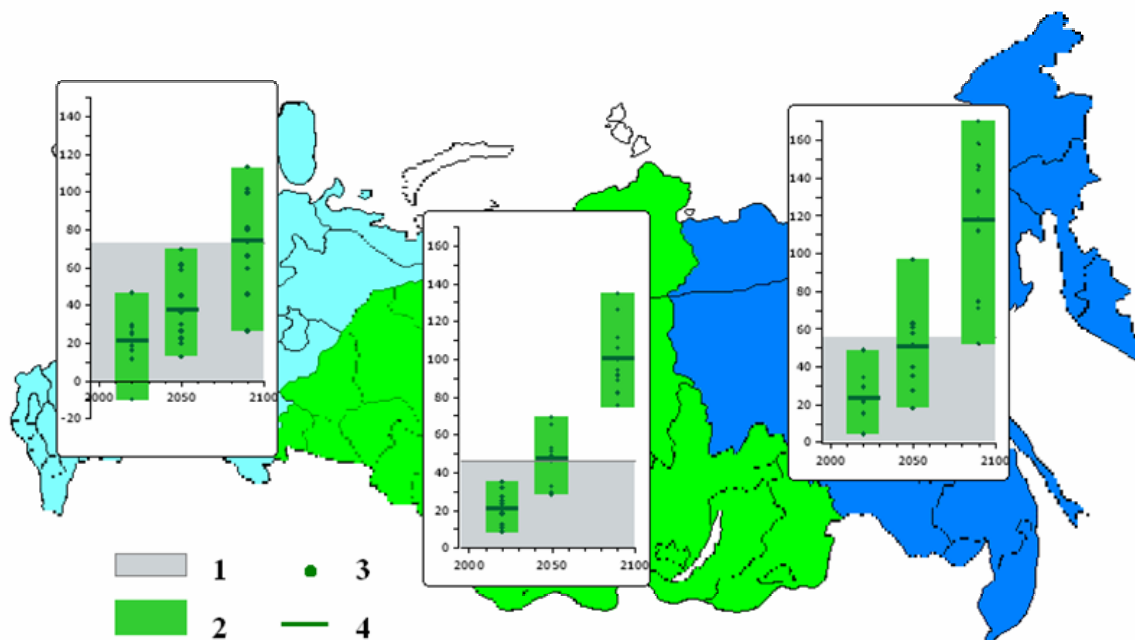


Рис.1.4. То же, что рис.1.3, но для среднегодовых осадков

Большой интерес представляют оценки изменения стока российских рек. В ближайшие десятилетия на ЕТР наибольшее увеличение стока ожидается на Волге и Урале (9-10%), а также на северных реках (4-8%). При этом на реках бассейна Азовского моря ожидается снижение стока. Для внутригодового распределения характерно повсеместное возрастание зимнего стока, а также смещение пика половодья с мая на апрель. На АТР ожидается увеличение годового стока арктических рек на 3-11%. В среднем по рекам Сибири ожидается увеличение стока на 7% а на реках Восточной Сибири ожидается увеличение стока весеннего половодья, особенно на р.Лена. Полученные результаты свидетельствуют о большой чувствительности стока к изменениям ТВП и осадков в зимний и весенний периоды. Ожидаемое потепление зимой приведет к повышению на значительной территории зимнего стока в результате увеличения частоты и продолжительности оттепелей.

При потеплении климата изменятся ледовые явления на водных объектах. Продолжительность ледостава на отдельных реках (Печора, Северная Двина, Онега) в ближайшее десятилетие может сократиться на 10-15 дней, а на отдельных водоемах – на 15-27 дней. На водных объектах АТР продолжительность ледостава может сократиться на 8-25 дней. Наиболее существенные сокращения ожидаются на реках бассейна Енисея (10-15 дней) и на озере Байкал (20-25 дней).

Данные расчетов МОЦАО показывают, что потепление в Арктике будет более значительным, по сравнению с глобальным. Так, согласно ТОД МГЭИК, зимнее потепление в высоких широтах северного полушария будет, по крайней мере, на 40% больше, чем глобальное. А потепление в центральной Арктике к середине 21-го в. составит 3-4°C, что примерно в два раза больше глобального потепления. Практически все известные расчеты с МОЦАО, с самого начала их использования и до настоящего времени, указывают на сохранение тенденции к сокращению ледяного покрова в Арктике на протяжении всего 21-го в. При этом относительная доля многолетних льдов уменьшается, так что в ряде новейших расчетов к концу 21-го в. некоторые сценарии эмиссий парниковых газов приводят к полному освобождению СЛО от ледяного покрова в летний период. Эти изменения, подобно изменениям других климатических характеристик в высоких широтах, будут проходить на фоне большой естественной изменчивости разных временных масштабов – от межгодовой до внутривековой и более долгопериодной.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛЬНЫХ РАСЧЕТОВ ПОКАЗЫВАЮТ, ЧТО В 21-М В. ЗНАЧИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ ТЕРРИТОРИИ РФ (ОСОБЕННО АРКТИЧЕСКИЕ И СУБ-АРКТИЧЕСКИЕ РЕГИОНЫ) БУДЕТ НАХОДИТЬСЯ В ОБЛАСТИ ЗАМЕТНО БОЛЬШЕГО ПОТЕПЛЕНИЯ, ПО СРАВНЕНИЮ С ГЛОБАЛЬНЫМ. ОЖИДАЮТСЯ ЗНАЧИТЕЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДРУГИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК, ПРИЧЕМ В РАЗНЫХ РЕГИОНАХ РФ ЭТИ ИЗМЕНЕНИЯ МОГУТ СУЩЕСТВЕННО РАЗЛИЧАТЬСЯ.

1.1.3 Последствия изменений климата на территории РФ

Климат РФ характеризуется чрезвычайно большим разнообразием вследствие огромной протяженности ее территории. Значительная часть этой территории располагается в зоне, где более половины года наблюдаются температуры ниже 0°C. Различия регионов по комфортности проживания очень существенны. Наиболее комфортные климатические условия наблюдаются на северном Кавказе. Характерно резкое изменение комфортности между ЕТР АТР. Даже в южной Сибири климат менее комфортный, нежели в большинстве регионов ЕТР. В северной зоне, примыкающей к полярному кругу, климат особенно суров.

На фоне глобального потепления, вызванного антропогенным влиянием ПГ, региональные изменения климата РФ будут далеко не одинаковыми, а влияние этих изменений на отдельные виды хозяйственной деятельности могут быть как благоприятными, так и пагубными. Смягчение климатических условий может отодвинуть к северу границу зоны комфортного проживания, сократить расходы электроэнергии в отопительный сезон. С другой стороны, потепление чревато вытеснением одних биологических видов другими; ростом повторяемости засух в одних регионах и наводнений – в других и т.п. При этом неопределенность влияния возможного изменения климата на сельское хозяйство РФ, ее водные ресурсы, растительный и животный мир, демографическую ситуацию – велика.

Ниже приводятся лишь некоторые примеры климатических воздействий на территории РФ, поскольку всестороннее обсуждение таких воздействий во всем их многообразии выходит далеко за рамки настоящего отчета и является предметом Национального доклада об изменениях климата (см. п. 3.3.2) или подобного ему документа.

Географическое распределение наблюдаемых трендов ТВП оказалось благоприятным для *сельского хозяйства*. Так, потепление климата приводит к значительному уменьшению числа зим с опасной для озимых культур минимальной температурой почвы ниже -10°C. В последние десятилетия во всех областях (краях) РФ наблюдалось значительное уменьшение площади гибели озимых от вымерзания. Потепление климата, особенно в последнее десятилетие, благоприятно сказалось на условиях перезимовки озимых зерновых культур и многолетних трав. Климатообусловленная урожайность последних 20 лет увеличилась на 30% по сравнению с аналогичным периодом в середине прошлого века. Обеспеченность урожаев, превышающих 2 т/га, повысилась при этом более, чем в 5 раз. Согласно имеющимся данным, за период с 1970 по 1990 гг. влагозапасы метрового слоя почвы в июле на ЕТР в результате увеличения осадков также заметно увеличились.

С ростом температуры повышается разнообразие возделываемых сельскохозяйственных культур, повышается адаптационный потенциал аграрного производства в целом. При достаточном увлажнении увеличивается продуктивность сельского хозяйства в результате

расширения посевов более теплолюбивых и, как правило, более урожайных сельскохозяйственных культур. И, наконец, увеличение продолжительности вегетационного и безморозного периодов приведет к улучшению условий и качества полевых работ, включая уборку урожая. Происходящие изменения климата можно оценить в целом как благоприятные для сельского хозяйства юга ЕТР. Этот вывод не распространяется, однако, на АТР, где в отдельных районах наблюдается снижение урожайности, обусловленное ростом засушливости.

Отрицательное влияние роста засушливости следует ожидать, прежде всего, в черноземной зоне ЕТР и на юге Сибири, т.е. в основных зернопроизводящих районах РФ. На территории Нижнего Поволжья степень засушливости практически не изменится. Здесь, как показывают расчеты, возможен даже небольшой рост влагозапасов почвы в летние месяцы.

Исследования, выполненные независимыми группами авторов, указывают на рост урожайности зерновых в Северо-Западном и Дальневосточном федеральных округах (ФО) в первой четверти 21-го в. Во второй половине 20-го в. повторяемость неурожайных лет изменялась в этих регионах от 1 года до 3 лет из 10. Согласно расчетам, во всех зернопроизводящих регионах к 2020 г. ожидается значительный рост повторяемости лет с крупными неурожаями (за исключением Алтайского края и Новосибирской области). Ожидается рост повторяемости неурожая в 2 раза к 2020 г. и в 3 раза к 2070 г. Возможность значительного увеличения частоты крупных неурожая из-за засух может создать угрозу продовольственной безопасности РФ.

Ожидаемые изменения климата окажут существенное влияние на *инфраструктуру* различных регионов РФ. Согласно модельным расчетам, увеличение зимнего (до 70-90%) и летнего (до 20-50%) стока рек на большей части территории РФ в условиях уменьшения глубины и сокращения периода промерзания почво-грунтов будет приводить к повышению уровня грунтовых вод, что приведет к подтоплению обширных районов, деформации и ослаблению фундаментов различных зданий и сооружений. Эти процессы наблюдаются уже сейчас на территории Русского севера и северо-западе. В условиях потепления климата следует ожидать интенсификации этих процессов в ближайшей перспективе.

На большей части территории РФ продолжительность ледовых явлений составляет более полугода и это обстоятельство имеет большое социально-экономическое значение. Сроки появления и разрушения ледяного покрова, продолжительность ледостава, толщина льда являются важными и часто лимитирующими факторами при использовании водных объектов в зимнее время. Продолжительность ледовых явлений определяют условия навигации, гидротехнического строительства в зимний период, организацию переправ, строительство ледовых дорог, проявление неблагоприятных метеорологических условий (туманы парения, изморозь, полыньи в верхних и нижних бьефах ГЭС и т.д.). Именно поэтому вопросы изменений ледового режима рек, озер и

водохранилищ как под влиянием текущих, так и возможных в будущем изменений климата, являются исключительно актуальным и важным.

В соответствии с ростом температур зимой и весной на всех крупных водотоках и водоемах ожидается дальнейшее уменьшение максимальной толщины льда, особенно на Сибирских реках. Изменения ледовых явлений могут внести значительные коррективы в планирования работы речного судоходства и доставки грузов в Сибири в зимний период по ледяным трассам замерзших рек. Значительные подъемы уровне воды на р. Лене и ряде других северных рек, обусловленные весенними заторами льда, будут чаще и больше. Частота затопления территорий при заторах льда на реках увеличится. Если сейчас они затопляются 1 раз в 10-15 лет, то в первой четверти 21-го в. затопления будут происходить с вероятностью 1 раз в 7-12 лет.

Вероятные последствия изменений ледяного покрова СЛО столь же многочисленны, сколь и важны, как для экосистем, так и для экономики, социальной сферы и даже безопасности РФ. Наиболее существенными для РФ представляются следующие последствия, вероятность которых достаточно высока. Увеличение продолжительности летней навигации приводит к развитию морского судоходства. *Северный морской путь* открывает небывалые перспективы для морских перевозок грузов и туризма. При этом возросшая скорость дрейфа ледяных полей и высокая степень изменчивости ледовой обстановки может затруднять многие виды морских операций. Новые возможности для экономики, равно как и новые проблемы для окружающей среды, возникают в связи с облегчением доступа по морю к природным ресурсам Арктики, включая месторождения нефти, газа и др. на шельфе СЛО. Многие сообщества и объекты хозяйственной деятельности, расположенные в прибрежной зоне, столкнутся растущим воздействием штормов в сочетании с усугубляющим это воздействие уменьшением ледяного покрова арктических морей. Потепление климата может привести к развитию некоторых рыбных промыслов, включая вылов сельди и трески, при этом районы обитания и пути миграции многих видов рыбы изменятся. Ожидаемые изменения ледяного покрова СЛО, по-видимому, окажутся губительными для некоторых видов фауны, таких, например, как белый медведь.

Под влиянием потепления климата будет происходить *деградация вечной мерзлоты*, т.е. увеличится толщина сезонно-талого слоя (рис. 1.5), повысится температура многолетне-мерзлых грунтов (ММГ) и произойдет отрыв замерзающей части сезонно-талого слоя от глубинных толщ вечной мерзлоты. Тундровые ландшафты отличаются высокой уязвимостью по отношению к внешним воздействиям, и протаивание ММГ будет сопровождаться просадками грунтов, обводнением или обсыханием территории, уменьшением прочностных характеристик грунтов. Особое значение это имеет при хозяйственном освоении территории, связанном с возведением строительных и инженерных сооружений и, в первую очередь, прокладкой и эксплуатацией линейных объектов – магистральных трубопроводов. Это особенно важно для территории севера

Западной Сибири, как в связи с низинным и равнинным характером местности с преобладанием грунтов органического происхождения, так и с расположением здесь Западно-Сибирской газоносной провинции, которая является основным источником газовых ресурсов РФ (81% доказанных запасов нефти и газа). Ожидаемое изменение протаивания ММГ и увеличение толщины сезонно-талого слоя должны учитываться в инженерно-строительной деятельности и при эксплуатации существующих объектов хозяйственной инфраструктуры.

Более значительному протаиванию подвержены песчаные грунты. Поэтому из многочисленных видов инженерных сооружений наиболее уязвимыми будут портовые объекты и другие сооружения инфраструктуры водного транспорта, т.к. для всего региона севера Западной Сибири именно для русел рек характерно преобладание песчаных грунтов. Песчаные грунты также преобладают на территории п-ва Ямал, на месторождениях которого в ближайшие годы планируется начать добычу газа. Наиболее значимым и разрушительным по своим возможным последствиям по отношению к сооружениям является полный отрыв верхней кромки ММГ от толщ реликтовой мерзлоты, расположенных ниже. В этом случае появляется слой талых грунтов, не промерзающих зимой, и свойства ММГ не будут отличаться от обычных условий, характерных, например, для умеренной климатической зоны ЕТР. При таком развитии процессов вечная мерзлота сохраняется лишь на больших глубинах, превышающих толщины грунтов, затрагиваемых при инженерно-строительной деятельности. Но в первые десятилетия 21-го в. подобные явления наметятся лишь в крайних южных районах зоны вечной мерзлоты, которые сейчас характеризуются как районы островной мерзлоты. Как показывают расчеты, изменение ММГ в Западной Сибири явится существенным фактором, который окажет воздействие на работу тепло-энергетического комплекса (ТЭК) в 21-м в.

В настоящее время в РФ ежегодно выгорают десятки тысяч га леса. В последние десятилетия 20-го в., как показывает статистика, число *лесных пожаров* ежегодно увеличивалось. Наибольший ущерб наносится лесным массивам Дальнего Востока и Сибири. Увеличение пожарной опасности ожидается в лесных массивах большинства субъектов РФ южных и центральных районов Сибири. В первые несколько десятилетий 21-го в. для умеренного сценария эмиссий МГЭИК В2 увеличение числа дней с пожарной опасностью как высокой, так и средней интенсивности составит 3-4 дня. Однако, имея в виду разрушительный характер пожаров высокой интенсивности и то обстоятельство, что средняя вероятность пожарной опасности увеличится даже в Якутии, достигнув в конце 21-го в. 8-12 дней за сезон, следует обращать особое внимание на этот вид последствий климатических изменений (Рис.1.6).

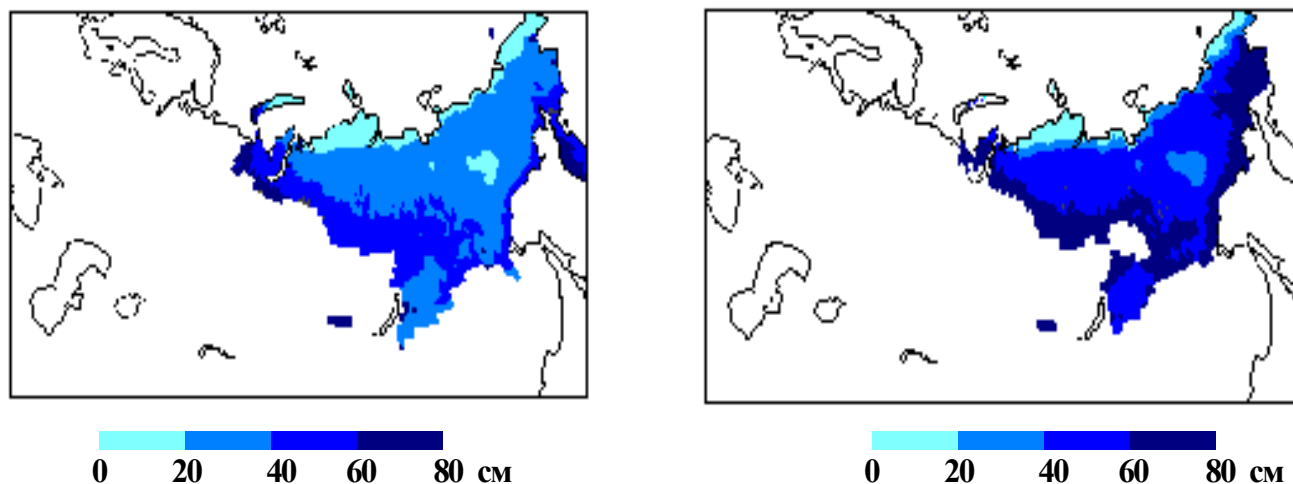


Рис.1.5 Изменения глубин протаивания на период 2011-2030 гг. (слева) и 2071-2090 гг. (справа) относительно 1981-2000 гг. (Следует иметь в виду, что глубины протаивания при неизменном климате сильно различаются в зависимости от типа грунтов и напочвенных покровов. Здесь показаны расчетные значения отклонений глубин сезонного протаивания при потеплении климата от значений, соответствующих условиям современного климата для суглинистых грунтов с лишайниковым покровом.)

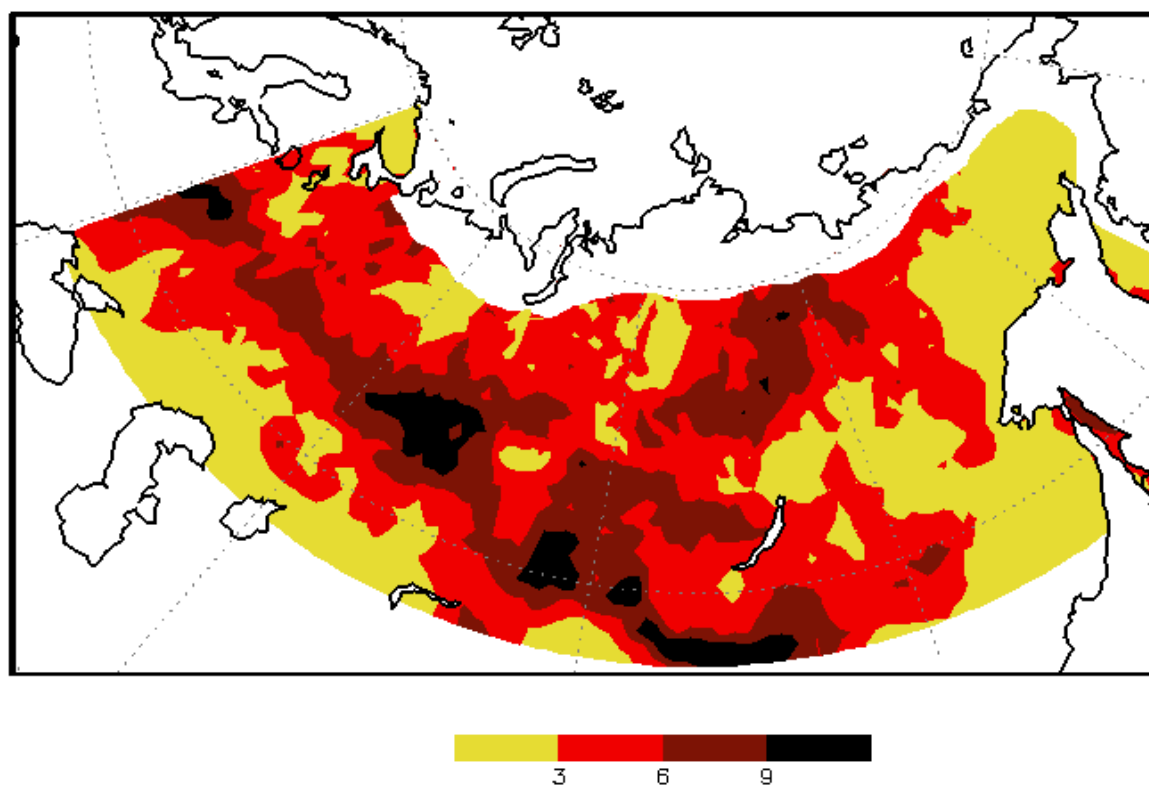


Рис.1.6 Абсолютное изменение наиболее вероятного числа дней с пожароопасной обстановкой высокой интенсивности в конце 21-го в. (сценарий МГЭИК B2) по отношению к наиболее вероятному числу случаев в конце 20-го в.

ОЖИДАЕМЫЕ В 21-м в. ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РФ БУДУТ ИМЕТЬ МНОГОЧИСЛЕННЫЕ И, ЗАЧАСТУЮ, ВАЖНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЭКОСИСТЕМ, ЭКОНОМИКИ И НАСЕЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ. СНИЖЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕГО УРОВНЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ОЦЕНОК БУДУЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ РФ С ЦЕЛЬЮ СВОЕВРЕМЕННОГО ПРИНЯТИЯ НАДЛЕЖАЩИХ АДАПТАЦИОННЫХ МЕР МОЖЕТ ИМЕТЬ ОЧЕНЬ БОЛЬШОЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ.

1.1.4 Источники неопределенности оценок будущих изменений климата и их последствий

подавляющее большинство исследователей климата и правительственных организаций во всем мире признают, что существуют убедительные научные аргументы в пользу того, что хозяйственная и иная деятельность человека вызывает изменения климата, эти изменения будут увеличиваться, также как и их воздействия на население различных регионов Земли. Однако, существуют неопределенности в отношении не только региональных, но и глобальных климатических изменений и, в особенности, изменений экстремальных явлений. Это обусловлено рядом причин, важнейшими из которых являются следующие:

- принципиальные ограничения прогнозов технологического, демографического и т.п. развития мирового сообщества на длительный период, порождающие неопределенность в оценках будущих концентраций ПГ и других радиационно активных примесей в атмосфере;
- несовершенство современных физико-математических моделей вследствие недостаточного понимания и, соответственно, неточности описания климатически значимых обратных связей, которые определяют чувствительность глобального и регионального климата к антропогенному воздействию;
- недостаточно высокое пространственное разрешение современных МОЦАО, ограничивающее прямое использование результатов модельных расчетов в оценках воздействий (последствий) изменений климата на региональном и локальном уровне.

Невозможность предсказывать будущее развитие мирового сообщества и, соответственно, степень антропогенного воздействия на климатическую систему обусловило замену прогноза климата условным прогнозом, основанном на использовании набора внутренне непротиворечивых сценариев будущего развития и связанных с ними объемами эмиссий ПГ и аэрозолей в атмосферу, которые позволяют определить диапазон возможных в будущем изменений климата. При этом не учитывается обусловленность мирового развития будущими климатическими изменениями. Как отмечалось в п.1.1.2, прогнозируемые антропогенные изменения климата в ближайшие 10-30 лет мало зависят от выбранного сценария роста ПГ, поскольку в этот период изменения, в основном,

определяются уже существующим разбалансом климатической системы, вызванным радиационным воздействием накопленных к началу 21-го в. ПГ в атмосфере.

При современном уровне качества климатических моделей вторая проблема отчасти решается посредством использования нескольких независимых моделей климата. В настоящее время в мире существует более двух десятков МОЦАО, однако их успешность в расчетах современного климата далеко не одинакова, а расчеты его изменений при одинаковых сценариях роста ПГ показывают значительный разброс. Какая из моделей наиболее достоверно воспроизводит изменения климата, решить достаточно сложно. Для этого необходимо разработать систему объективных показателей (метрик), которые позволили бы осуществлять интегральную количественную оценку качества моделей. С другой стороны, точность расчетов современного климата по ансамблю независимых моделей оказывается выше, по сравнению с расчетами по одной, даже самой лучшей, модели. Это дает основания считать, что расчеты будущих изменений климата по мультимодельному ансамблю также более достоверны. Повышение достоверности расчетов будущих климатических изменений обусловлено развитием МОЦАО за счет совершенствования существующих и включения новых компонентов, совершенствования методов тестирования и оценки качества МОЦАО, а также за счет улучшения пространственного разрешения. Вероятностная интерпретация результатов расчетов, позволяющая оценивать будущие изменения экстремальных явлений, связана с использованием больших ансамблей расчетов. В значительной степени все это определяется развитием вычислительной техники.

Оценка последствий возможных изменений климата для масштабов меньше субконтинентальных требует привлечения различных способов пространственной детализации результатов расчетов с помощью МОЦАО. В настоящее время с этой целью используются:

- модели общей циркуляции атмосферы (МОЦА) высокого или переменного разрешения;
- модели регионального климата (МРК) высокого разрешения, встроенные («телескопированные») в МОЦАО (МОЦА);
- методы т.н. статистического «даунскейлинга».

Каждый из перечисленных способов характеризуется набором достоинств и недостатков. Выбор того или иного способа может определяться наличием вычислительных ресурсов (в первом и втором случае – весьма значительных), а также – наличием данных наблюдений (в третьем случае – продолжительных однородных рядов достаточно высокого временного разрешения).

Некоторые исследователи считают перечисленные выше неопределенности слишком большими и на этом основании подвергают сомнению пригодность МОЦАО для оценок будущих изменений климата. Соглашаясь с тем, что современным МОЦАО присущи недостатки, исправление которых потребует больших усилий, МГЭИК утверждает, что модели уже сегодня дают полезную информацию о возможных изменениях климата в будущем. В основе МОЦАО

лежат физические законы, благодаря чему они позволяют получить физически согласованную картину будущих изменений климата – в отличие от любых других известных на сегодняшний день методов предсказания климата. Разумеется, при всем огромном и далеко не исчерпанном потенциале МОЦАО, их возможности не безграничны, и, хотя уровень неопределенности модельных оценок принципиально может быть понижен, нельзя рассчитывать, что неопределенности будут когда-либо полностью устранены. Не исключено также, что сегодня роль каких-либо факторов в будущих изменениях климата недооценивается, и, возможно, на этом пути исследователей еще ждут сюрпризы. Тем не менее, **НЕСМОТРЯ НА СУЩЕСТВУЮЩИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ, СОВРЕМЕННЫЕ МОЦАО ОТВЕЧАЮТ НАИВЫСШЕМУ УРОВНЮ ЗНАНИЙ, НАКОПЛЕННЫХ ЧЕЛОВЕЧЕСТВОМ ЗА ВРЕМЯ ИССЛЕДОВАНИЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ, И ИМ НЕТ АЛЬТЕРНАТИВЫ В ОЦЕНКАХ ВОЗМОЖНЫХ В БУДУЩЕМ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА.**

1.2 Наиболее актуальные для РФ направления исследования изменений климата

1.2.1 Задачи, стоящие перед современной мировой наукой о климате

Круг задач, стоящих перед современной мировой наукой о климате, чрезвычайно обширен. Можно выделить на пять основных групп задач:

1. Исследования климата Земли в прошлом и настоящем, включая его естественную изменчивость; исследования причин наблюдаемых колебаний и изменений, в т.ч. естественные долгопериодные моды изменчивости (Северо-Атлантическое колебание, Арктическое колебание, и др.); предсказуемость климатической системы на масштабах от сезона до десятилетия; экстремальные климатические явления (в частности, находятся ли наблюдаемые и ожидаемые характеристики изменчивости (повторяемость, амплитуда) за пределами естественной изменчивости климатической системы); как и насколько изменился климат.
2. Уточнение количественных оценок факторов, определяющих изменения климата и связанных с ними других изменений, в т.ч. уменьшение неопределенности, связанной с источниками и стоками парниковых газов, выбросов аэрозолей, и их влияния на климат; мониторинг озонового слоя и исследования взаимодействий между изменением климата, истощением озонового слоя и другими атмосферными процессами; исследование взаимодействий между выбросами загрязняющих веществ, атмосферным переносом, изменением климата и управлением качеством воздуха; получение информации об углеродном цикле, покрове суши и землепользовании, биологических и экологических процессах – с целью получения количественных оценок поступления в атмосферу парниковых газов и т.о. совершенствования стратегий сокращения их выбросов;

совершенствование разработки и применения сценариев выбросов (и связанных с ними прочих сценариев) для оценки будущих изменений климата.

3. Уменьшение неопределенностей оценок будущих изменений климата и связанных с ними других изменений, в т.ч. улучшение модельных описаний общей циркуляции атмосферы и океана и их взаимодействия посредством потоков энергии и веществ; исследования ключевых обратных связей в климатической системе, в т.ч. включающие изменения количества и пространственного распределения водяного пара в атмосфере, площади морского льда и альбедо Земли, свойств облаков, а также биологических и экологических систем; исследование причин резких изменений климатической системы, например, термохалинной циркуляции Мирового океана; использование новых результатов исследований климатических процессов и обратных связей в климатических моделях с целью уменьшения неопределенностей, связанных с чувствительностью климатической системы к внешним воздействиям (например, радиационному); развитие национальных климатических моделей и более широкое их использование в фундаментальных и прикладных исследованиях.
4. Исследование чувствительности и способности к адаптации различных естественных и управляемых экосистем и населения к изменениям климата и связанным с ними других изменений, в т.ч. исследование чувствительности экосистем и экономического сектора к изменениям климата; определение и оценка возможностей адаптации – в сотрудничестве с представителями соответствующих ведомств и других органов управления природными ресурсами; исследование взаимного влияния изменений экосистем и экономической инфраструктуры в долгосрочной перспективе.
5. Изучение возможностей управления рисками и использования возможностей, связанных с изменением климата и его колебаниями, в т.ч. содействие общественному обсуждению проблем, представляющих особую важность для отдельных регионов и стран, и подготовка на регулярной основе официальных научных обобщений и оценочных докладов; научное обеспечение управления действиями по адаптации и планирования, связанных с влиянием изменения климата на экономику и население отдельных регионов и стран; обеспечение лиц, принимающих решения, аналитическими материалами и оценками социально-экономических и экологических последствий принятия тех или иных мер по адаптации и смягчению воздействий климатических изменений.

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ С ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА, А ТАКЖЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА КЛИМАТОМ В ИНТЕРЕСАХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРИЗВАНЫ СЛУЖИТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И ИНФОРМИРОВАНИЮ НАЦИОНАЛЬНОГО И

МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНЫХ И ДРУГИХ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ СООБЩЕСТВ. АКТУАЛЬНЫЕ ДЛЯ РФ ИССЛЕДОВАНИЯ КЛИМАТА НАХОДЯТСЯ В РУСЛЕ ЭТИХ ЗАДАЧ, ОДНАКО ОГРАНИЧЕННЫЕ ФИНАНСОВЫЕ И КАДРОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННОЙ РОССИЙСКОЙ НАУКИ ТРЕБУЮТ ЧЕТКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРИОРИТЕТОВ.

1.2.2 Международные климатические программы

В современном мире перечисленные в 1.2.1 задачи решаются на международном и – в той или иной мере – на национальном уровне.

На сегодняшний день крупнейшими международными программами, организующими исследования в области климата и смежных областях, являются Всемирная программа исследования климата (ВПИК или WCRP, <http://www.wmo.ch/web/wcrp-home.html>), Международная программа исследований геосферы и биосферы IGBP (<http://igbp.kva.se>), Международная программа исследования роли человека в глобальном изменении окружающей среды IHDP (<http://www.ihdp.org>), Международная программа исследований биоразнообразия DIVERSITAS (<http://www.diversitas-international.org>), Партнерство в области наук о Земле ESSP (например, Инициатива партнерства в области наук о Земле в Северной Евразии NEESPI (<http://neespi.org>)). РФ должна принять эти программы в качестве отправной точки для формулировки своих собственных исследовательских программ.

ВПИК, созданная в 1980 г. Всемирной метеорологической организацией и Международным советом научных союзов, за 25 лет своего существования получила широкое признание среди мирового научного сообщества. Основные цели этой программы – определить предсказуемость климата и установить влияние на него хозяйственной деятельности человека. Для достижения этих целей созданы крупномасштабные международные проекты междисциплинарного характера, направленные на организацию систем наблюдений за климатом и на развитие методов моделирования его изменений. В основе моделирования климата лежат сложные физико-математические модели.

ВПИК включает четыре проекта, основными компонентами каждого из которых являются наблюдения за отдельными характеристиками климата и моделирование соответствующих физических процессов и климатической системы в целом:

- Климатическая изменчивость и предсказуемость (CLIVAR)
- Эксперимент по изучению глобальной энергии и гидрологического цикла (GEWEX)
- Стратосферные процессы и их роль в климате (SPARC)
- Климат и криосфера (CliC)

В каждом из указанных проектов существует большое число подпроектов с соответствующими координирующими органами, в рамках которых осуществляется обмен

научно-технической информацией по исследованиям, проводимым в научных организациях разных стран.

В рамках ВПИК предложен новый стратегический подход, названный “Координированные наблюдения и прогнозирование природной системы” (COPES) на период 2005-2015 гг. Цель COPES – усилить внимание к проблеме совершенствования прогнозов изменений и изменчивости природной среды и создать предпосылки для широкого применения достижений в этой области в различных практических приложениях. COPES объединяет существующие проекты ВПИК в единое целое в рамках основополагающих целей, направленных на повышения предсказуемости климатической системы.

ВПИК непосредственно содействует подготовке научных оценок изменения климата, которые готовятся МГЭИК (см. п. 3.3.2). В свою очередь, доклады МГЭИК представляют собой авторитетные и наиболее полные научные выводы и рекомендации по проблеме изменения климата, которые служат основой в деятельности РКИК Организации объединенных наций и играют важную роль в принятии политических решений, среди которых широкую известность получил Киотский протокол.

Изучение влияния климата на водные ресурсы, водообеспеченность и социально-экономические условия при возникновении чрезвычайных гидрологических явлений в той или иной степени включены в международные программы и проекты, которые осуществляются под эгидой двух международных организаций – ЮНЕСКО и ВМО. Активное содействие в решении водных проблем оказывает международная неправительственная организация – Международная Ассоциация гидрологических наук (МАГН). Гидрологические программы ЮНЕСКО имеют научную направленность и нацелены на изучение и оценку водных ресурсов, водного баланса, различных видов гидрологических явлений и процессов, механизма их возникновения и развития под влиянием деятельности человека и климатических изменений. В настоящее время в ЮНЕСКО реализуются две основные программы – Международная Гидрологическая Программа и Всемирная Программа Оценки Воды. Программы ВМО имеют преимущественно оперативный характер и осуществляются в области развития гидрологических сетей и службы гидрологических прогнозов. Главной гидрологической программой ВМО является Программа по Гидрологии и Водным Ресурсам. В составе ВМО имеются и другие программы, в которых большое внимание уделяется научным гидрологическим аспектам изменения климата. В рамках МАГН осуществляется несколько проектов, среди которых заслуживают упоминания такие, как Поверхностные воды и Гидрология снега и льда.

Физическая климатическая система неразрывно связана с биогеохимической системой и деятельностью человека. Для понимания и предсказания климатических изменений и их влияния на хозяйственную деятельность человека необходимо в более широком аспекте изучать

интегрированную земную систему, которая осуществляется в рамках вышеупомянутых международных программ IGBP, IHDP, DIVERSITAS, ESSP.

РОССИЙСКАЯ КЛИМАТИЧЕСКАЯ НАУКА ДОЛЖНА ПОЗИЦИОНИРОВАТЬ СЕБЯ В МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРОГРАММАХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ С УЧЕТОМ НАЦИОНАЛЬНЫХ ИНТЕРЕСОВ РФ, ИСПОЛЬЗУЯ ВСЕ ВОЗМОЖНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА, ВКЛЮЧАЯ ВОЗМОЖНОСТИ ФИНАНСИРОВАНИЯ СОБСТВЕННЫХ ИЛИ СОВМЕСТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗ ЗАРУБЕЖНЫХ ИЛИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ. ПОИСКИ «АЛЬТЕРНАТИВНЫХ» НАПРАВЛЕНИЙ, ИДУЩИХ ВРАЗРЕЗ С МАГИСТРАЛЬНЫМИ НАПРАВЛЕНИЯМИ МИРОВОЙ НАУКИ О КЛИМАТЕ, В СЛОЖИВШИХСЯ УСЛОВИЯХ ВЕДУТ К ПУСТОЙ ТРАТЕ И БЕЗ ТОГО СКУДНЫХ ФИНАНСОВЫХ И ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ.

1.2.3 Предсказание климата и последствий его изменений – центральная задача климатических исследований

Среди огромного количества задач, связанных с исследованием климатической системы, центральной является проблема предсказания климата – т.е. статистического описания будущих состояний климатической системы в терминах среднего и изменчивости различных характеристик ее компонентов за период времени от нескольких месяцев до тысяч лет и более. На ближайшую перспективу, наряду с прогнозом изменений в климатической системе, происходящих под влиянием антропогенного фактора, особую важность представляют прогнозы короткопериодных колебаний климата (долгосрочные сезонные прогнозы).

Климатическая система является сложной системой, поведение которой определяется взаимодействием между атмосферой, океаном, криосферой, биосферой и деятельным слоем суши. Характерные времена релаксации атмосферы, океана и криосферы к внешнему воздействию различаются на несколько порядков, а процессы взаимодействия между ними характеризуются нелинейностью и зависят от интенсивности обратных связей. Благодаря взаимодействию указанных сред в климатической системе возбуждаются сложные естественные колебания с временными масштабами от нескольких недель до десятков, сотен и более лет. Чтобы понять и рассчитать поведение такой системы под влиянием внешнего воздействия необходимо использовать сложные физико-математические модели, описывающие основные процессы в указанных средах и взаимодействия между ними.

Современные МОЦАО позволяют воспроизводить основные особенности поведения климатической системы и ее компонентов, включая эволюцию климата 20-го в., а также климаты прошлых эпох. Вместе с тем, МОЦАО требуют дальнейшего совершенствования с целью более детального и качественного расчета изменений климата отдельных регионов, соизмеримых, например, с размерами крупных административных регионов РФ. Кроме того, необходимо, чтобы

модели достоверно воспроизводили не только средние климатические характеристики и их изменения, но и экстремальные погодные явления, воздействие которых на многие виды хозяйственной деятельности и общество может быть особенно велико.

Помимо совершенствования модельных описаний физических процессов в атмосфере, океане, криосфере и деятельном слое суши, в число мировых приоритетов входит разработка и объединение с МОЦАО моделей углеродного цикла, динамической растительности, а также транспортно-фотохимических моделей. Эти разработки призваны, в частности, значительно повысить достоверность расчетов будущих изменений климата.

В современных климатических исследованиях используются МОЦАО, горизонтальное разрешение которых (100-300 км) недостаточно для расчета регионального климата и экстремальных режимов погоды. Для этих целей требуется более высокое пространственное разрешение (не грубее нескольких десятков км), обеспечивающее детальное представление рельефа, конфигурации внутренних водоемов, характеристик подстилающей поверхности и т.п. Одним из путей решения указанной проблемы является применение моделей регионального климата (МРК), которые имеют достаточно высокое разрешение и встраиваются в МОЦАО методом вложенных сеток. К настоящему времени в мире накоплен богатый опыт применения МРК для исследования климата отдельных регионов ЕС, США, Канады, Африки, Восточной Азии, Австралии, Антарктиды и др. в рамках ряда зарубежных проектов (PRUDENCE, MICE, STARDEX и др.). Развитию ансамблевого подхода к моделированию региональных изменений посвящен находящийся в стадии подготовки крупнейший европейский проект ENSEMBLES. Аналогичный проект NARCCAP реализуется для территории Северной Америки. Для РФ с ее огромной территорией и разнообразием климатических условий необходимо развитие нескольких национальных МРК – для различных регионов страны. Эти МРК станут связующим звеном между расчетами будущих изменений климата с помощью МОЦАО и прикладными исследованиями, нуждающимися в климатической информации намного более детализированной, нежели та, что МОЦАО смогут обеспечить в ближайшей перспективе.

Разработка МОЦАО и МРК, проведение с ними исследований и собственно прогнозирование климатических изменений и их последствий относятся к разряду высоких технологий, поскольку требуют применения сложных компьютерных программ, мощной (и дорогостоящей) вычислительной техники, высокоскоростных средств связи, а также специальной квалификации научного персонала. В этом направлении науки о климате тесно сочетаются фундаментальные исследования и прикладные (внедренческие) разработки. Работы в области моделирования должны развиваться по двум параллельным направлениям: (1) создание и совершенствование МОЦАО и МРК и (2) анализ результатов модельных расчетов будущих изменений климата и их последствий, интерпретация модельных расчетов с целью получения

специализированных климатических показателей, использующихся в отраслях экономики, и информирования правительственных органов, ответственных за принятия решений.

Нельзя не отметить возросшую в последние годы роль МОЦАО в долгосрочном прогнозе погоды. Наряду с расчетами будущих изменений климата, это приложение физико-математического моделирования климатической системы является очень перспективным.

В условиях более чем скудного финансирования науки в РФ, вопрос, нужны ли РФ собственные дорогостоящие МОЦАО и МРК, обсуждается подчас весьма оживленно. Аргументов против развития физико-математического моделирования в РФ, как правило, два: недоверие к моделям вообще, либо возможность использования в собственных исследованиях результатов расчетов климата с помощью иностранных моделей, что, конечно же, требует существенно меньших ресурсов, нежели развитие собственных моделей.

В этой связи заслуживает упоминания то обстоятельство, что в иерархии показателей уровня экономического развития того или иного государства наличие собственных МОЦАО, наряду с национальными космическими программами, занимает более высокое место, нежели наличие ядерного оружия. Например, среди наиболее экономически развитых стран национальные климатические модели развиваются в Великобритании, Германии, Франции, Японии, США и Канаде. К этим странам примыкает Австралия и, в последние годы, Норвегия. Активные усилия по созданию и развитию национальных МОЦАО в последние годы предпринимаются Китаем и Южной Кореей. В то же время, ядерным оружием, как известно, располагают и менее благополучные в экономическом отношении страны, такие как Индия и Пакистан, не имеющие собственных климатических моделей.

Очевидно, в ближайшее десятилетие создание новых и усовершенствование существующих МОЦАО и МРК будет оставаться одним из приоритетных направлений развития фундаментальной науки наиболее развитых стран. Об этом можно судить по финансированию этой деятельности правительствами вышеупомянутых стран (см. также раздел 3). Благодаря интенсивному развитию вычислительной техники и электронных средств связи, помимо расчетов будущих изменений климата и прогнозов погоды большой заблаговременности, модели все полнее будут использоваться в решении следующих важнейших задач: оценки последствий различных антропогенных воздействий на окружающую среду (загрязнения, изменений землепользования, урбанизации и т.п.) для различных временных и пространственных масштабов; оценки эффективности существующих наблюдательных систем за окружающей средой и их оптимизация; анализ результатов наблюдений за окружающей средой и восстановление недостающих данных наблюдений и др.

Успех и международное признание деятельности МГЭИК позволяют с уверенностью утверждать, что в ближайшие годы будет усиливаться роль гидродинамического моделирования

климатической системы как ключевого инструмента в стратегическом планировании хозяйственной деятельности человечества, а также – весомого аргумента в межгосударственных отношениях. МОЦАО и МРК начинают занимать заметное место в системах национальной безопасности разных стран и межгосударственных союзов. Поэтому вряд ли следует ожидать, что международная научная кооперация в области моделирования климата и его антропогенных изменений вскоре увенчается созданием единой, “всемирной” климатической модели, удовлетворяющей запросы всего человечества, включая РФ.

ПРЕДСКАЗАНИЕ КЛИМАТА И ПОСЛЕДСТВИЙ ЕГО ИЗМЕНЕНИЙ – ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЗАДАЧА НАУКИ О КЛИМАТЕ. В РЕШЕНИИ ЭТОЙ ЗАДАЧИ СЛОЖНЫЕ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НЕ ИМЕЮТ АЛЬТЕРНАТИВЫ. В ЭТОЙ СВЯЗИ РАЗВИТИЕ ОТВЕЧАЮЩИХ МИРОВОМУ УРОВНЮ НАЦИОНАЛЬНЫХ МОЦАО И МРК И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРОГНОЗЕ КЛИМАТА И В ДРУГИХ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ДОЛЖНЫ ВХОДИТЬ В ЧИСЛО ВЫСШИХ ПРИОРИТЕТОВ РОССИЙСКОЙ НАУКИ О КЛИМАТЕ. БЕЗ СОБСТВЕННЫХ МОДЕЛЕЙ И СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ИХ НАДЛЕЖАЩЕЕ РАЗВИТИЕ, РФ МОЖЕТ УТРАТИТЬ НЕЗАВИСИМУЮ, НАУЧНО ОБОСНОВАННУЮ ПОЗИЦИЮ ПРИ ВЫРАБОТКЕ ТЕХ ИЛИ ИНЫХ ПОЛИТИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, А ТАКЖЕ СТРАТЕГИЙ СМЯГЧЕНИЯ ИЛИ АДАПТАЦИИ К ВОЗМОЖНЫМ НЕГАТИВНЫМ ПОСЛЕДСТВИЯМ АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА КЛИМАТ. А ЭТО, В СВОЮ ОЧЕРЕДЬ, МОЖЕТ ОБОРНУТЬСЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМ УЩЕРБОМ, НЕСРАВНИМО БОЛЬШИМ, НЕЖЕЛИ ЗАТРАТЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКИХ МОЦАО И МРК.

1.2.4 Социо-экономические исследования, связанные с проблемой изменяющегося климата

Экономика предъявляет новые и все более жесткие требования к науке о климате, что объективно обусловлено усложнением производственных процессов, ростом потенциальных ущербов от стихийных явлений, потребностью в количественных оценках рисков и другими причинами. Однако прогностическая информация используется потребителями часто неполно, а иногда и неправильно, в результате чего эффективность принимаемых решений существенно снижается. Поэтому возникла необходимость в развитии экономических исследований и экономической оценки использования климатической информации. Важно развивать методы оптимального использования климатических данных в решении хозяйственных, технологических и политических задач в целях адаптации к изменяющимся климатическим условиям для устойчивого развития общества. Учет климатических ресурсов и рисков является обязательным компонентом климатической экспертизы отраслей экономики и должен происходить на всех этапах планирования, организации, управления и развития хозяйственно-производственной деятельности. Эффективная стратегия использования климатических сведений не сводится лишь к

количественным оценкам экономической полезности климатической информации. Необходимо развивать модели учета основных показателей влияния климатических условий в хозяйственных региональных и федеральных программах. В случаях, связанных с наиболее значительными и неотвратимыми (адаптация)/предотвратимыми (защита) рисками, долгосрочные программы развития должны учитывать различные сценарии климатических изменений и их последствий.

СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПРОБЛЕМЕ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА, ЯВЛЯЮТСЯ СВЯЗУЮЩИМ ЗВЕНОМ МЕЖДУ НАУКОЙ О КЛИМАТЕ В ЦЕЛОМ И ЛИЦАМИ ПРИНИМАЮЩИМИ ПОЛИТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ. Одним из условий выживания российской климатической науки в создавшейся политической и экономической ситуации в РФ является способность продемонстрировать экономическую эффективность от правильно оцененных климатических рисков и своевременно принятых решений. Это возможно лишь при надлежащем развитии социо-экономического компонента климатических исследований.

2. РАБОТЫ В ОБЛАСТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ, ПРОВОДИМЫЕ ОРГАНИЗАЦИЯМИ РОСГИДРОМЕТА, РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ И ДРУГИХ ВЕДОМСТВ

2.1. О работах федеральных ведомств в области изучения изменения климата и практического использования климатической информации

Исторически сложилось, что в РФ основной объем работ по изучению климата и по практическому применению знаний и данных о климате выполняется в организациях национальной гидрометеорологической службы (сейчас – Росгидромет). Причем это в равной мере относится как к организации и осуществлению наблюдений за параметрами климата и формирующих его факторов, так и к фундаментальным исследованиям климатической системы, а также к решению широкого спектра прикладных задач.

Климатическая система не является неизменной, она всегда находится в состоянии некоторых динамических вариаций. Эти вариации, как правило, незначительны, но для некоторых важных областей экономической, социальной и государственной деятельности их учет, тем не менее, необходим. В течение более чем полуторавековой истории развития этих работ в гидрометеорологической службе РФ накоплен исследовательский и методический инструментарий, позволяющий учитывать произошедшие изменения климата в практической деятельности климато- и погодозависимых секторов. С этой целью научными организациями Росгидромета и организациями других ведомств при лидирующей роли Росгидромета регулярно создавались и публиковались научные и справочные материалы, методические пособия и нормативные документы, в которых обновлялись сведения о параметрах климата, подлежащих учету.

До последней четверти прошлого века изменения глобального климата имели характер вариаций относительно некоторого равновесного состояния. С последней четверти 20-го в. наблюдается глобальное потепление как отчетливо выраженная тенденция, и имеются достаточно веские основания считать, что эта тенденция сохранится на десятки лет (подробно об этой тенденции и ее причинах см. в разделе 1).

Такое изменение глобального климата и возможные негативные последствия этого изменения привели к тому, что 45-й сессия Генеральной Ассамблеи ООН поручила ВМО и Программе ООН по окружающей среде (ЮНЕП) учредить Межправительственную группу экспертов по изменению климата (МГЭИК) для подготовки оценочного доклада об ожидаемых последствиях изменения климата (1988). Далее, на Конференции ООН по окружающей среде и развитию (1992 г., Рио-де-Жанейро) была принята для подписания Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК). Положения РКИК накладывают на ее участников определенные

обязательства в области изучения изменения климата и принятию мер по защите климатической системы.

В качестве дополнения к РКИК 10 декабря 1997 г. был принят Киотский протокол, цель которого – создание конкретных механизмов и процедур, направленных на выполнение обязательств по сокращению выбросов парниковых газов. В качестве первого этапа были выработаны предложения по доведению эмиссии парниковых газов в 2012 г. до уровня 1990 г. В основном, обязательства Киотского протокола адресованы группе развитых стран и стран с переходной экономикой, которые перечислены в Приложении 1 к Протоколу.

В целях координации работ по выполнению обязательств России по РКИК (Постановление Правительства РФ от 22 января 1994 г. N 34, от 7 мая 1997 г. N 552 и 27 июня 2003 г.) образована Межведомственная комиссия РФ по проблемам изменения климата (МВК), утверждены Положение о МВК и её персональный состав.

Росгидромету определено Правительством РФ осуществлять координацию деятельности федеральных органов исполнительной власти по следующим вопросам:

- уменьшению негативного влияния хозяйственной деятельности на климат;
- предотвращению отрицательных последствий изменения климата на экономику и природную среду;
- выполнению РКИК;
- разработку и составление краткосрочных и долгосрочных прогнозов глобальных и региональных изменений климата.

РКИК и Киотский протокол существенным образом изменили требования к составу, объему, качеству и порядку организации работ в области климатических изменений и практического использования климатической информации, выполняемых федеральными органами исполнительной власти и РАН. Как отмечалось выше, работы в области изучения климата и практических приложений климатической информации сложились достаточно давно, и поэтому их организация в Росгидромете и других федеральных ведомствах (где они проводятся в несопоставимо меньших масштабах) в достаточной степени упорядочена. В то же время, работы по научным исследованиям и практическому применению знаний и данных наблюдений об изменяющемся климате в целях оценки выгод и рисков, связанных с изменением климата на территории РФ и прилегающих морей, и по разработке мер по адаптации еще только разворачиваются и для них характерна фрагментарность, отсутствие программно-целевого подхода и крайне недостаточное финансирование. (Вопросы государственного управления и межведомственной координации в этой области детально рассматриваются в разделах 3 и 4).

В области изучения климата и практических приложений климатической информации можно выделить следующие основные виды работ:

- работы в области изучения изменения климата, в т.ч.:
 - наблюдения и оценка текущего климата в рамках ГСНК и других международных программ;
 - моделирование климата и его возможных изменений, в том числе в рамках международных проектов;
- работы по применению климатической информации о климате и его изменении, в т.ч.:
 - прикладные исследования по факторам воздействия климата на различные сектора;
 - оценка выгод;
 - оценка уязвимости (материального ущерба и других видов ущерба);
 - оценка рисков в натуральном и денежном выражении;
 - оценка возможностей адаптации/защиты;
 - оценка возможностей уменьшения негативного воздействия человека на климат, включая повышение энергоэффективности во всех областях жизни;
 - оценка возможностей увеличения стоков парниковых газов;
 - развитие методов оценки выбросов и стоков парниковых газов (как антропогенных, так и природных);
 - развитие методов учета факторов изменяющегося климата в долгосрочном прогнозировании социально-экономического развития страны в целом, а также в секторальном и территориальном разрезах;
 - оценка долгосрочных внутривластных последствий изменения климата;
 - оценка международных последствий изменения климата (глобальные изменения).

В настоящем разделе детально рассматриваются работы в области изучения изменения климата с помощью инструментальных методов. Теоретические методы изучения изменения климата рассмотрены в разделе 1. Некоторые вопросы практического использования климатической информации в секторах экономики рассмотрены в разделе 5. В разделах 3 и 4 рассматриваются вопросы государственного управления и межведомственной координации.

2.2. Климатическая информация международных программ

Климатическая система подвержена непрерывным изменениям в результате нелинейного взаимодействия климатически значимых процессов, протекающих в атмосфере, океане, криосфере, биосфере и на поверхности континентов, а также обусловленных внешними воздействиями. Чтобы понять причины этих изменений и создать средства для предсказания будущих изменений климата, очень важно проводить непрерывные и координированные наблюдения за климатом глобального и регионального масштабов.

В рамках существующих международных программ (ВПИК, ГСНК) ведется большая работа по организации прямых и дистанционных систем наблюдений за климатом в атмосфере, океане и на поверхности Земли, сбору этих данных и их архивации. Очень важно, что одновременно ставятся и, как правило, успешно решаются задачи обеспечения свободного доступа к этим данным научными организациями разных стран путем широкого использования современных средств связи.

Климатические данные ВПИК. Одной из важнейших целей ВПИК – изучить, насколько наблюдения за важными климатическими переменными могут способствовать увеличению предсказуемости климата на различных временных и пространственных масштабах. Для решения этой задачи требуются координированные усилия по сбору, четырехмерному усвоению данных наблюдений и созданию динамически сбалансированных и внутренне согласованных состояний климатической системы, которые могут быть затем использованы для климатического прогноза и валидации моделей. В документах ВПИК отмечается, что для получения и усвоения новых видов наблюдений, которые будут поступать со спутников нового поколения, потребуются специальные исследования. Особо подчеркивается, что исследования должны быть также направлены на выявление недостатков в существующей системе наблюдений, которые могут вызывать уменьшение пределов предсказуемости климатической системы.

Помимо мониторинга глобальных полей большое внимание в проектах ВПИК уделяется получению специальных архивов данных за относительно короткие периоды, необходимые для формулирования и тестирования методов параметризации отдельных физических процессов и их последующего использования в моделях климата.

По эгидой ВПИК были собраны и стали доступными для мирового научного сообщества уникальные архивы глобальных и региональных данных по радиационным потокам, облачности, водяному пару, характеристикам гидрологического цикла и криосферы и др. в атмосфере и океане. Координация работ ВПИК содействовала созданию реанализов – уникальных динамически согласованных глобальных полей, характеризующих состояние атмосферы (архивы NCEP, ECMWF, JMA). Российские научные организации не располагают технологиями, техническими и кадровыми ресурсами, которые позволили бы создавать аналогичные глобальные реанализы. Однако архивы реанализов NCEP и ECMWF широко используются во многих диагностических исследованиях научными организациями Росгидромета, РАН и ВШ РФ.

Климатические данные ГСНК. Согласно рекомендациям РКИК, была создана программа *Глобальная система наблюдений за климатом*, перед которой поставлена задача организовать долговременную систему наблюдений за климатом, опираясь на уже существующие системы наблюдений за атмосферой, океаном и криосферой. В соответствии с принятыми принципами климатического мониторинга, система наблюдений позволит создать базу данных о глобальном и

региональных изменениях климата за длительный период времени с целью информирования правительств о происходящих изменениях климата.

В 2003 г. 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, 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 адаптацию; оценить риски и уязвимость.

В Таблице 2.1 даются основные параметры атмосферы, которые рассматриваются важными для ГСНК как непосредственные индикаторы изменений климата.

Таблица 2.1 Основные параметры атмосферы- индикаторы изменений климата

Среда	Виды наблюдений	Основные климатические характеристики
Атмосфера	Наземные наблюдения	Температура и влажность воздуха, осадки, атмосферное давление, радиационный баланс, скорость и направление ветра.
	Наблюдения в верхних слоях атмосферы	Радиационный баланс атмосферы (включая приходящую солнечную радиацию на верхней границе атмосферы), температура и влажность воздуха, скорость и направление ветра, облачность.
	Наблюдения за составом атмосферы	Углекислый газ, метан, озон и другие долгоживущие ПГ, свойства аэрозолей.
Океан	Наблюдения за поверхностью океана	Температура соленость на поверхности, уровень моря, волнение, ледовитость, течения, концентрация CO ₂ , цветовой индекс (для оценки биопродуктивности).
	Глубоководные	Температура, соленость, течения, фитопланктон, концентрация азотных и углеродных соединений.
Суша	Расход воды в реках, водопользование, грунтовые воды, снежный покров, уровни воды в озерах, гляциологические наблюдения, зоны вечной мерзлоты, альbedo, земной покров, агрометеорологические наблюдения, индекс поглощенной фотосинтетически активной радиации, листовой индекс, пожароопасность и др.	

Многие атмосферные наблюдений, относящиеся к ГСНК, проводятся в рамках уже существующих и успешно функционирующих систем наблюдений. 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 наблюдения, на которые проводятся высокоточные измерения большого числа переменных в нескольких пунктах наблюдений для целей калибрования;
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 качестве приоритетных рассматриваются сети типа (1), в основе которых лежат спутниковые наблюдения, типа (2) – опорные глобальные сети наземных наблюдений, отдельные реперные сети типа (3) и отдельные исследовательские сети, имеющие длинные ряды наблюдений. В принципе, на территории РФ 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).

2.3. Глобальная система наблюдения за климатом и участие в ней РФ

2.3.1. Функциональная структура ГСНК

Функционально ГСНК включает в себя три компонента наблюдений с наземных платформ и наблюдения из космоса:

- глобальные наземные метеорологические наблюдения (ГСН);
- глобальные аэрологические наблюдения (ГУАН);
- Глобальную службу атмосферы (ГСА),
- спутниковые наблюдения.

Состав соответствующих сетей наблюдений определен руководящим органом ГСНК, а данные наблюдений поступают в международный обмен. В целях обеспечения на долговременной основе сопоставимости и высокого качества данных наблюдений руководящим органом ГСНК приняты 10 принципов мониторинга. Основу участия РФ в ГСНК составляют наземная метеорологическая сеть, аэрологическая сеть и отдельные компоненты ГСА ВМО (озонметрическая сеть, наблюдения за парниковыми газами на отдельных пунктах, сеть наблюдений за химическим составом осадков), основной задачей которой является долговременные наблюдения за составом атмосферы.

2.3.2. Наземная метеорологическая сеть РФ и задачи мониторинга климата

Государственная наблюдательная сеть РФ (наземная метеорологическая сеть Росгидромета), размещенная на территории 17104.1 тыс. км², насчитывает 1628 пунктов метеорологических наблюдений.

В реперную климатическую сеть (РКС) включены, как правило, длиннорядные, репрезентативные пункты с полной программой наблюдений, освещающие территорию однородную в отношении метеорологического режима. Эти пункты наблюдений закрытию и переносу не подлежат. Из числа пунктов реперной климатической сети выбраны станции региональной опорной климатической сети (РОКС) и международной глобальной системы наблюдений за климатом (ГСНК). Число различного типа станций дано в таблице 2.2

Таблица 2.2 Структура наземной метеорологической сети Росгидромета

	Сеть метеорологических наблюдений	Число станций
1	Государственная наблюдательная сеть (ГНС)	1628
2	Реперная климатическая сеть (РКС)	458
3	Региональная опорная климатическая сеть (РОКС)	235
4	Глобальная сеть наблюдений за климатом (ГСНК)	135

Ряды наблюдений станций ГСНК по продолжительности наблюдений распределяются следующим образом:

100 лет и более	44 станции;
75 и более	79 ~
50 и более	130 ~
30 и более	135 ~
менее 30	0 ~

На рисунке 2.1 приведена наземная климатическая сеть станций ГСНК на территории РФ. Как следует из рисунка, эта сеть имеет относительно равномерное распределение.

Существующие сети наблюдений РФ должны быть интегрированы с учетом национальных, региональных и глобальных приоритетов. Индекс плотности государственной метеорологической наблюдательной сети в РФ в среднем не превышает 10.0, т. е. один пункт наблюдений приходится на площадь 10 тыс. км² (в развитых странах Запада он равен 1-3), т. е. плотность метеорологической сети является недостаточной для изучения регионального климата и обеспечения задач экономического и социального развития страны в целом и отдельных экономических районов. Особое внимание следует уделить организации наблюдений в

отдаленных и труднодоступных районах, в частности северных, особенно чувствительных к изменениям климата и более широкое привлечение данных альтернативных систем наблюдений. В этой связи должны развиваться спутниковые системы зондирования атмосферы и подстилающей поверхности.

Вопросы оптимального размещения пунктов наблюдений имеют не только важное методическое, научное, но и экономическое значение в условиях ограниченного финансирования, с одной стороны, и возрастания экономической ценности гидрометеорологической информации в связи с учащением экстремальных погодных и климатических явлений, с другой стороны.

Кроме сети Росгидромета на территории РФ функционируют отдельные пункты метеорологических наблюдений других ведомств (Минобороны, Министерство здравоохранения и социального обеспечения и ряд других). Ведомственные сети (по экспертной оценке составляют 30-40% от числа пунктов наблюдений Росгидромета) функционирует независимо от метеорологической сети Росгидромета и, поэтому не интегрируется в общенациональную сеть наблюдений за состоянием окружающей природной среды. Например, метеорологическая сеть Минобороны насчитывает до 600 станций, среди которых наибольший интерес представляют данные станций наблюдений, расположенных в труднодоступных районах Арктики, сеть наблюдений Росгидромета в которых представлена достаточно слабо.

2.3.3 Аэрологическая сеть наблюдений

Глобальная аэрологическая сеть ГСНК насчитывает около 150 аэрологических станций, которые выбирались из полного списка глобальной сети с учетом требования равномерного глобального распределения, а также качества и полноты передаваемых данных. В этот перечень входят также 10 аэрологических станций на территории РФ (ГУАН) и два пункта, расположенные в Антарктике, принадлежащих РФ. Данные международного мониторинга показывают, что климатическая сеть в свободной атмосфере не в полной мере отвечает требованиям ГСНК, особенно на севере и северо-востоке РФ, что не позволяет ее в полной мере использовать в качестве индикатора климатических изменений в бассейне СЛО и Тихого океана. На рисунке 2.2 приведено распределение пунктов аэрологического зондирования, включая сеть ГСНК, на территории РФ.



Рис.2.1 Наземная сеть климатологических станций ГСНК на территории РФ



Рис.2.2 Сеть аэрологических станций, в т. ч. станций ГСНК (обозначены треугольниками), на территории РФ.

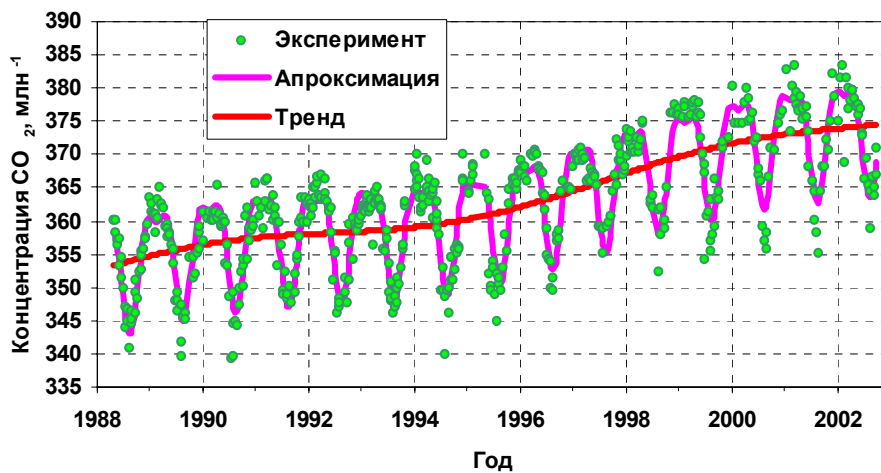


Рис. 2.3 - Многолетний ряд наблюдений концентрации CO₂ на станции Териберка (сезонные вариации и тренд концентрации) с 1988 по 2003 гг. Зелеными точками обозначены среднемесячные значения концентраций.

2.3.4. Участие РФ в Глобальной службе атмосферы ВМО

В ГСА действует тщательно организованные международные системы обеспечения качества данных наблюдений (Мировые центры калибровки) и накопления данных наблюдений (Мировые центры данных). По существующей в ГСА классификации действующие в РФ станции ГСА являются региональными. Учитывая, что ВМО в своих официальных документах высказывает озабоченность отсутствием глобальных станций ГСА в центральных частях материков, а также принимая во внимание исключительно большие размеры территории РФ, Росгидромет принял решение об организации на территории РФ глобальной и 1-2 региональных станций ГСА обсерваторского типа. В соответствии с методологией ГСА, включение новых станций в состав сети ГСА производится центральными органами ГСА после прохождения соответствующих контрольных процедур. В настоящее время Росгидрометом проводятся подготовительные работы и поиски источников финансирования для организации этих станций.

Измерения основных парниковых газов. Выбросы CO_2 и CH_4 в атмосферу служат основным агентом современного антропогенного влияния на климатическую систему. Страны – участники Рамочной конвенции ООН по изменению климата должны периодически представлять в секретариат Конвенции сведения об эмиссии ПГ в атмосферу со своей территории. В последние годы ИГКЭ начал собирать информацию о выбросах ПГ по результатам инвентаризации источников, вклад которых в эмиссию ПГ наиболее значителен, в частности от ТЭК. Эти сведения включаются в годовые отчеты о состоянии загрязнения воздушного бассейна страны и уровнях эмиссии ПГ. Последние также используются для подготовки Национальных сообщений о выполнении статей 4 и 12 РКИК каждые 4 года. В ИГКЭ также собираются и систематизируются сведения от предприятий энергетики и промышленных предприятий о выбросах в атмосферу загрязняющих веществ (окиси углерода, соединений серы и т.п.), часть которых можно отнести к ПГ и радиационно-активным газам.

Вместе с тем, следует отметить, что оценки выбросов ПГ должны быть основаны на результатах измерений, а не только на сведениях о выбросах в атмосферу по данным статистической отчетности предприятий и на ориентировочных оценках скоростей обмена CO_2 и метана между атмосферой и подстилающей поверхностью.

В настоящее время мировая сеть фоновых станций мониторинга ПГ насчитывает 48 станций, оборудованных современной техникой, а также около 200 станций, которые нельзя отнести к фоновым, но информация с которых имеет важное значение для оценок вариаций концентрации ПГ в регионах с различными природными условиями и типами растительности.

В настоящее время выполняется мониторинг концентрации CO_2 и CH_4 в атмосферном воздухе на двух станциях: Териберка (Мурманское УГМС) и Новый порт (Северное УГМС). Наблюдения за CO_2 на станции Териберка проводятся с 1988 г. С 1996 г., благодаря финансовой

поддержки ИНТАС, программа работ расширена измерениями CH_4 , а с 2000 г. начат мониторинг CO_2 и CH_4 на станции Новый порт (п-ов Ямал). Результаты наблюдений обоих газов регулярно посылаются в Мировой центр по ПГ (Токио, Япония). Долговременный тренд концентрации диоксида углерода на станции Териберка представлен на рисунке 2.3 за пятнадцатилетний период наблюдений.

В связи с присоединением РФ к Киотскому протоколу встает задача создания национальной системы мониторинга эмиссии и абсорбции ПГ, а также возрастает актуальность измерения фоновых концентраций ПГ в системе Росгидромета в рамках осуществления программы ГСА, а также в местах расположения источников. Развитие сети мониторинга ПГ в РФ следует начинать с восстановления действовавших ранее станций Росгидромета на о. Диксон, о. Беринга, о. Котельный. Эти станции следует дополнить станциями, размещенными в регионах добычи ископаемого топлива с целью косвенной оценки антропогенных выбросов на территории месторождений.

На рисунке 2.4 представлено расположение станций мониторинга ПГ и общего содержания озона на территории РФ.

Измерения ПГ также ведутся в других ведомствах, в частности, ИФА РАН (3 пункта наблюдений) в основном на ЕТР, а также в СПбГУ и МГУ (по одной станции наблюдений в каждом). Однако только данные сети ПГ Росгидромета регулярно поступают в Мировые центры данных в Канаде (озон) и в Японии (ПГ). Ряд научных групп, производящих измерения радиационно-активных газов публикуют свои результаты в научной печати (МГУ, СПбГУ, НПО “Тайфун” и др.).

Эпизодически проводятся экспедиции в отдельные регионы РФ, в которых измеряются характеристики газового состава атмосферы путем организации временных стационарных пунктов наблюдений и наблюдений на подвижных платформах. Результаты таких экспедиций сводятся в базы данных (например, данные 6-8 рейсов железнодорожного измерительного комплекса “Troica” ИФА РАН, 4 наземных экспедиций ГГО в арктические районы Западной Сибири), но эти данные не сведены в общий каталог.

В этой связи следует подчеркнуть, что необходимо различать работы по мониторингу ПГ, выполняемые в основном силами Росгидромета, и экспериментальные, в т.ч. экспедиционные, работы, которые проводятся в институтах РАН. Последние, в отличие от данных мониторинга, не могут быть непосредственно использованы для оценки содержания ПГ в атмосфере Земли в совокупности с данными мониторинга.²

² На эти различия между данными мониторинга и данными научных экспериментов указывалось на специальном совместном совещании экспертов Росгидромета и РАН по развитию ГСА в РФ. Это отмечается и в документах ВМО, где высказывается пожелание постепенного перевода экспериментальных работ в разряд мониторинга с соблюдением соответствующих правил ГСА.

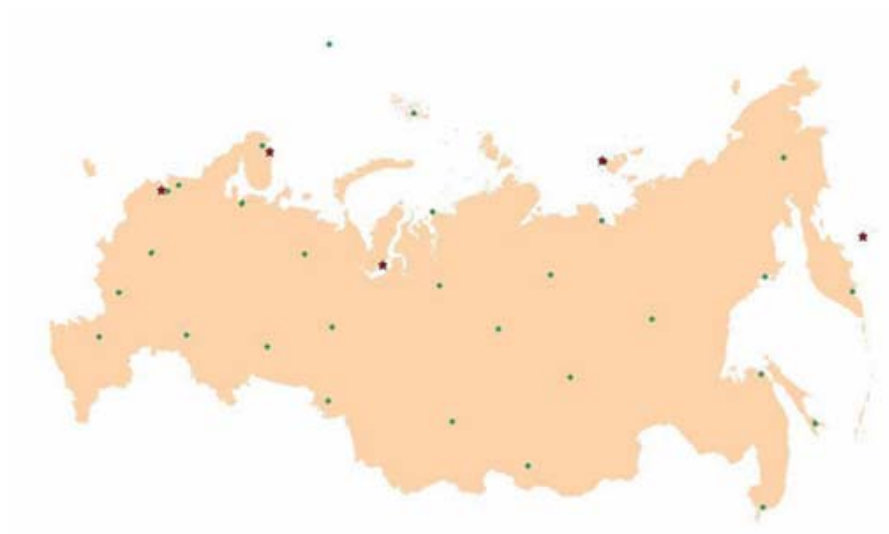


Рис.2.4. Распределение станций мониторинга ПГ и озонметрических станций. Звездочками изображены станции наблюдений ПГ (Териберка, Новый Порт, Воейково – действующие станции; остров Котельный, остров Беринга – станции, действовавшие до 1994 г), кружками показана сеть мониторинга общего содержания озона (OSO).



Рис. 2.5 Карта расположения станций актинометрической сети РФ.

До настоящего времени в РФ отсутствует национальный центр по сбору, систематизации и хранению данных по радиационно-активным составляющим атмосферы получаемых от учреждений разных ведомств.

Измерения атмосферного озона. Существенный вклад в парниковый эффект, сравнимый по порядку с вкладом метана дает тропосферный озон, который составляет лишь 10% от общего содержания озона (ОСО) в столбе атмосферы. Остальное количество озона, содержащегося в основном в нижней стратосфере, поглощает основную часть коротковолнового ультрафиолетового излучения Солнца и вносит небольшой отрицательный вклад в парниковый эффект. ОСО определяет уровень биологически опасного ультрафиолетового излучения у земной поверхности.

Озонометрическая сеть Росгидромета состоит из 27 станций и является составной частью мировой озонной сети. Результаты измерений направляются в Мировой центр данных ГСА по озону в Канаде. Единая шкала измерений ОСО поддерживается регулярными сравнениями национального эталона и эталона ВМО.

2.3.5. Актинометрическая сеть РФ

В настоящее время актинометрическая сеть РФ насчитывает 186 станций, обеспечивающих получение информации об основных составляющих радиационного баланса на подстилающей поверхности. Распределение станций на территории РФ приводится на рисунке 2.5.

Программа работы пунктов наблюдений разделяется на полную и сокращенную. Полная программа предполагает выполнение измерений пяти основных составляющих радиационного баланса: прямой, рассеянной, суммарной, отраженной радиации и радиационного баланса (с выдачей либо средних за каждый час суток либо мгновенных значений с дискретностью 3 часа). Сокращенная программа предполагает выполнение измерений суточных сумм одного элемента – суммарной радиации. В 2005 г. по полной программе работали 115 пунктов, а по сокращенной 71 пункт наблюдений.

2.3.6. Спутниковые наблюдения за характеристиками климата

В РФ к настоящему времени не осталось спутниковых систем, измерения с которых можно было бы использовать для наблюдения за климатом. Наблюдения Земли из космоса в основном осуществляется спутниками США и ЕС, которыми измеряется общее содержание озона на освещенной стороне земли, содержание оксида углерода, метана и ряд других параметров, данные измерений которых могут быть использованы мониторинга климата.. Проводятся исследования подстилающей поверхности (яркость в видимой и коротковолновой областях спектра, альbedo подстилающей поверхности, температура поверхности морей и океанов, уровень прямой солнечной радиации, облачность). В США принята обширная программа исследований погоды и

климата. Она включает исследования общего содержания и профилей концентрации озона (спутники NOAA), а также мониторинг содержания озона в районах образования озонной «дыры» в Антарктиде. Общее содержание озона измеряется по рассеянию солнечной УФ-радиации на спутниках NOAA-16 и NOAA-17. Все эти ИСЗ работают на полярных орбитах.

Спутник GOES-12 предназначен для мониторинга состояния природной среды и работает на геостационарной орбите. Он оснащен детектором для контроля вспышек на Солнце, он также оснащен прибором для получения изображений солнечной поверхности, что должно позволить оценивать влияние солнечной активности на состояние атмосферы и земной поверхности и влияние на озоновый слой и другие факторы климата.

На спутнике NASA AM-1 измеряется глобальное распределение общего содержания метана и оксида углерода в атмосфере Земли. Первые данные о результатах измерения общего содержания CO в атмосфере стали поступать с лета 2001 г., измерения метана были начаты только в 2004г.

2.3.7 Вопросы климатического мониторинга, требующие решения

Раздел 2.3 не претендует на полноту освещения всех климатических характеристик – фактически наблюдаемых и требующих наблюдений – на территории РФ. Помимо вышеописанных наблюдений за атмосферой и ее газовым составом, заслуживают упоминания также океанографические наблюдения, которые проводятся Росгидрометом, РАН и другими ведомствами. Существует достаточно обширная сеть гидрологических измерений на реках и внутренних водоемах РФ. Проводятся наблюдения за вечной мерзлотой и др. Все эти наблюдения, проводимые различными ведомствами РФ, несомненно, важны для оценки состояния окружающей среды и широко используются в различных видах хозяйственной деятельности. Более того, они могут иметь непосредственное отношение к мониторингу климата, если входят в перечень переменных, указанных в международных документах ГСНК и удовлетворяют ряду требований, среди которых наиболее важными являются репрезентативность, однородность и продолжительность рядов наблюдений.

Согласно результатам модельных расчетов значительные изменения климата следует ожидать в ближайшие десятилетия в районах РФ, примыкающих к побережью СЛО, где сеть станций подверглась существенному сокращению за последние 10-20 лет и продолжает оставаться наиболее редкой. В качестве неотложной меры нужно восстановить утраченную сеть метеорологических станций в полярной области РФ.

Помимо 135 станций наземной метеорологической сети РФ, интегрированной в глобальную сеть ГСНК, исключительно значимый вклад в мониторинг экстремальных явлений и их изменчивость при потеплении климата может внести реперная климатическая сеть (458 станций) и

региональная опорная климатическая сеть (235 станций) РФ. Необходимо, чтобы эти сети, по крайней мере, продолжали оставаться неизменными.

В настоящее время на огромной территории РФ существует лишь одна постоянно действующая станция фоновых мониторинга CO₂ в атмосфере (Териберка). Требуют неотложного решения вопросы восстановления сети фоновых станций наблюдений за парниковыми газами (количество и географическое распределение), а также развития сети станций наблюдения за источниками ПГ в Сибири (в районах газодобычи и естественной эмиссии), что очень важно для получения объективных оценок об источниках и стоках ПГ на территории РФ и их последующего представление в секретариат РКИК.

В СВЕТЕ ОЖИДАЕМОГО ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ РФ НУЖДАЕТСЯ В НАУЧНОЙ КОНЦЕПЦИИ РЕГИОНАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА КЛИМАТА И СВЯЗАННОЙ С НЕЙ ПОЛИТИКЕ РАЗВИТИЯ ВСЕГО КОМПЛЕКСА НАБЛЮДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РФ: КАКИЕ СЕТИ ТРЕБУЮТСЯ, ИХ СОСТАВ И РАЗМЕЩЕНИЕ. ЭТОТ ВОПРОС ДОЛЖЕН РЕШАТЬСЯ РОСГИДРОМЕТОМ ПО СОГЛАСОВАНИЮ С ДРУГИМИ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫМИ ВЕДОМСТВАМИ, РАСПОЛАГАЮЩИМИ СРЕДСТВАМИ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ.

2.4 Современный уровень российских фундаментальных и прикладных исследований климата

2.4.1 Основные направления современных исследований климата в РФ

За последние 10-15 лет проблема изменения климата стала чрезвычайно актуальной, и число научных организаций РФ, участвующих в исследованиях климата, заметно выросло. В настоящее время климатические исследования ведутся НИУ Росгидромета (ГГО, ГГИ, ИГКЭ, ААНИИ, ВНИИСХМ, ВНИГМИ МЦД и др.), РАН (ИВМ, ИФА, ИГ, ИВП, ИО и др.) и Минобрнауки (МГУ, РГГМУ и др.). Этот перечень далеко не полон, и может создаться впечатление, что исследования климата ведутся в РФ широким фронтом. Однако в действительности картина оказывается менее обнадеживающей, и причиной тому является, в первую очередь, кризисное состояние российской науки, которое возникло с начала 1990-х гг. и сохраняется до настоящего времени.

В современных российских исследованиях климата можно выделить три основных направления, традиционных для мировой науки о климате: (1) эмпирические исследования, включая исследования палеоклимата; (2) моделирование климата и (3) прикладные исследования. К последнему направлению примыкают связанные с климатом экономические исследования. В качестве отдельного направления можно выделить развитие т.н. математической теории климата, которым занимается, преимущественно, ИВМ РАН. Перечисленные направления образуют цепь: наблюдение за климатом – понимание климатических процессов – построение климатической

модели – проверка модели через воспроизведение наблюдаемого климата – модельный прогноз изменений климата – оценка последствий будущих изменений климата. Необходимым звеном, связывающим эту цепь с процессом принятия решений является экономический аспект проблемы изменения климата, в т.ч. оценка рисков, связанных с климатическими изменениями, оценка экономического ущерба от последствий будущих климатических изменений, оценка экономического эффекта от своевременно принятых адаптационных мер, экономическое обоснование целесообразности принятия тех или иных мер по смягчению антропогенного воздействия на климат (например, в рамках Киотского соглашения и пост-киотского процесса) и т.п.

2.4.2 Эмпирические исследования

Важным, хотя и не безоговорочным, показателем соответствия исследований мировому уровню является публикация результатов этих исследований в наиболее известных международных рецензируемых изданиях и «удельный вес», значимость этих публикаций в международных оценочных докладах, прежде всего – МГЭИК, обзорных статьях в рецензируемых международных журналах и др. (подробнее об этом см. п. 3.6). С этой точки зрения, относительно благополучным (точнее – результативным) выглядит эмпирическое направление российских климатических исследований. Это направление отличается разнообразием; при этом особого упоминания заслуживают исследования палеоклимата – и в первую очередь – ледовых кернов с российской антарктической станции Восток; анализы инструментальных данных наблюдений (преимущественно, на территории РФ и в Арктике) и участие в создании международных банков данных о климатических характеристиках, включая применение российских “know-how” в обработке «сырых» данных наблюдений.

2.4.3 Моделирование климата

Ко второму направлению можно отнести как собственно разработку климатических моделей, так и анализ модельных расчетов. В последние годы, благодаря развитию международной кооперации в области сравнения моделей и облегчению доступа в Интернет в РФ, российские исследования в области моделирования заметно сместились в сторону анализа климатических расчетов с помощью, преимущественно, зарубежных моделей и использования этих расчетов в некоторых прикладных исследованиях. Что касается наиболее технологически сложных и ресурсоемких работ и исследований, связанных с развитием физико-математических моделей атмосферы и океана, то ситуацию в этой части российской науки о климате можно назвать тревожной, и разрыв между российскими и зарубежными лидерами в этой области продолжает увеличиваться. К концу 1990-х гг. в РФ определились две организации, лидирующие в

области моделирования общей циркуляции атмосферы – ГГО им.А.И.Воейкова и ИВМ РАН. Крупнейшие международные проекты сравнения глобальных моделей общей циркуляции атмосферы АМIP и АМIP-II, проводившиеся на протяжении 1990-х гг. и до 2002 г., показали, что обе российские модели не только улучшили качество расчетов современного климата, но и заняли достаточно высокие места среди лучших мировых моделей. (Следует отметить, что в ГГО этот прогресс между двумя фазами проекта АМIP был достигнут за счет сворачивания ряда других направлений и полной мобилизации интеллектуального потенциала – вопреки резкому ухудшению кадровой ситуации: в первой половине 1990-х гг. сразу трое (!) ведущих сотрудников лаборатории, занимавшейся разработкой модели ГГО, получили работу в научных организациях США и Израиля.) При этом следует отметить, что недостаток вычислительных ресурсов обусловил сравнительно грубое пространственное разрешение версий обеих российских моделей, участвовавших в указанных и некоторых других международных сравнениях. С середины 1990-х гг. в обоих институтах начались работы по созданию глобальных МОЦАО, необходимых, прежде всего, для расчетов будущих изменений климата. В результате в начале 2000-х гг. в обоих институтах были разработаны МОЦАО, объединяющие вышеупомянутые атмосферные модели с оригинальными моделями общей циркуляции океана, также созданными в ГГО и ИВМ. В обоих институтах численный состав разработчиков МОЦАО изначально существенно уступал мировым стандартам. Начиная с 2003 г. в ГГО из-за дальнейших кадровых потерь работы по развитию МОЦАО были, практически, приостановлены. В ИВМ эти работы увенчались участием в модельном проекте МГЭИК, организованном в поддержку подготовки ОД-4 МГЭИК.

Моделирование регионального климата, являющееся важным звеном между глобальными МОЦАО и прикладными исследованиями, сосредоточено в ГГО Росгидромета, где на сегодняшний день существует модель регионального климата для ЕТР и продолжается разработка аналогичной модели, расчетная область которой захватывает Сибирь и Дальний Восток. Пространственное разрешение этой модели составляет 50 км по горизонтали, что является сравнительно низким показателем для региональных моделей такого класса.

Глобальные МОЦАО и модели регионального климата являются самыми необходимыми инструментами в исследованиях изменений климата (см. раздел 1). Дальнейшее развитие и проведение с ними исследований на мировом уровне затруднено нехваткой вычислительных и, главное, человеческих ресурсов.

Остальная деятельность, относящаяся к рассматриваемому направлению в российских исследованиях, состоит в развитии упрощенных моделей климата (например, климатическая модель промежуточной сложности ИФА РАН) а также к моделированию отдельных суб-компонентов климатической системы (вечной мерзлоты, гидрологии суши, растительности, углеродного цикла, фотохимии атмосферы и т.п.), и распределена между различными НИУ

Росгидромета и РАН. С точки зрения прогноза будущих изменений климата, все эти разработки и исследования носят вспомогательный характер.

Так же, как и значительная часть эмпирических исследований, вышеописанные модельные разработки и исследования относятся к классу фундаментальных. В настоящее время роль НИУ Росгидромета и РАН в проводимых в РФ фундаментальных исследованиях климата, практически, равноценна. Это обстоятельство представляется чрезвычайно существенным, с точки зрения устанавливаемом в РФ разделении науки на фундаментальную (академическую) и прикладную (ведомственную, т.е. в т.ч. НИУ Росгидромета). (О контр-продуктивности этого упрощения в контексте государственного управления наиболее актуальными климатическими исследованиями см. п. 3.2.)

2.4.4 Прикладные исследования

Современный уровень исследований в прикладной климатологии характеризуется существенным качественным изменением характера выдаваемой потребителю продукции. Апробированные на протяжении многих лет методы классической климатологии и получаемая в результате стандартная климатическая информация, сохраняя свою значимость, уже не могут удовлетворить возросшие запросы практики. Перед каждой из прикладных ветвей климатологии: строительной, сельскохозяйственной, медицинской и т.д. стоят свои специфические задачи, решаемые методами обработки исходного материала. Динамика климата требует и динамики нормативных характеристик. Расчет новых многообразных нормативных и занормативных параметров основываются на современном, более мощном аппарате теории вероятности и математической статистики, в результате применения которых удастся получить специализированные комплексные параметры только статистической структуры суточного, срочного и часового разрешения.

Для оценки последствий изменения климата, оцениваемого по результатам моделирования, стандартных модельных характеристик температуры и осадков месячного разрешения недостаточно. Поэтому, как в РФ, так и в других странах выводы о последствиях изменения климата и адаптационные мероприятия носят, за очень редким исключением, качественный характер и не могут решить наиболее важных задач планирования, принятия решения и управления рисками, что необходимо для устойчивого развития экономики. В российской и зарубежной литературе опубликовано много работ, в которых делаются попытки подступиться в этом плане к стоящим перед экономикой стран задачам.

Исследования по проблеме водных ресурсов за последние 10-15 лет проводятся в НИУ Росгидромета (ГГИ, Гидрометцентр России, ААНИИ, ВНИГМИ МЦД, региональные НИУ, УГМС), РАН (ИВМ, ИФА, ИГ, ИО и другие НИУ Сибирского и Дальневосточного отделений,

Карельского филиала), ВШ (МГУ, СПбГУ, РГГМУ, другие университеты), МПР и Росводресурсы, РАО ЕС (ВНИИГ, Гидропроект). Однако все они ведутся без должной координации, с использованием не всегда корректных методических подходов и нередко давно устаревших сценариев. Имея очень ограниченное финансирование и сжатые сроки выполнения работ, исследования, как правило, направлены на решение мелких, частных вопросов, не имея при этом какого-либо практического выхода. Зачастую работы выполняются на устаревших данных, поскольку исследователям недоступны современные информационные материалы.

Ряд важных прикладных исследований проводится в ААНИИ и ВНИИСХМ, в соответствии с общей спецификой этих НИУ.

2.4.5 Социо-экономические исследования

Устойчивое развитие экономики РФ может быть оценено соответствующими показателями. Основные показатели должны характеризовать: чувствительность и уязвимость экономики и населения от воздействия опасных явлений (ОЯ); способность производственно-хозяйственного механизма адаптироваться к негативному воздействию ОЯ, неблагоприятным условиям погоды и изменениям климата; климатические риски. К основным показателям относятся: национальное богатство, валовой внутренний продукт (ВВП), валовая добавленная стоимость (ВДС) и основные фонды.

Однако пока нет стоимостной оценки национальных богатств в полном объеме. Климатические ресурсы, влияющие на развитие экономики в состав национальных богатств не включены. Поэтому требуется уточнить понятие национального богатства. ВВП характеризует с одной стороны, влияние природной среды и гидрометеорологических условий на основные отрасли экономики и с другой – их использование. Значения ВВП на каждый год, как правило, не сообщаются.

К настоящему времени разработана теория экономической эффективности использования прогностической информации и методика оценки экономической полезности прогнозов в различных отраслях хозяйствования. Вместе с тем, оценкам экономической эффективности использования климатической информации до сих пор уделялось недостаточно внимания. Нарастающая неустойчивость погоды и климата и увеличивающийся государственный статус климатической информации требует дальнейших исследований в этом направлении. Необходимы специальные методы выбора оптимальных решений и стратегий на основе учета климатической информации, в каждой отрасли хозяйствования. В особом внимании нуждается разработка функций потерь, отражающих отраслевую специфику потребителя, и сбор массовых материалов об ущербах по каждому сектору экономики.

2.4.6 *Общая оценка современных российских исследований в области климата и его изменений*

В последнее десятилетие 20-го в. РФ утратила лидирующие позиции в мировой науке о климате. В это время российская климатическая наука, в основном, жила достижениями предшествующих десятилетий. К настоящему времени этот ресурс практически исчерпан, а перспективы его восполнения более чем скромны. К сожалению, это происходит именно тогда, когда интерес мирового сообщества к климатическим проблемам находится на подъеме.

Сравнительный анализ современного уровня климатических исследований в ведущих зарубежных научных организациях и профильных организациях РФ (Росгидромета, РАН и ВШ) в целом указывает на усугубляющееся отставание последних. За рубежом значительное внимание (и, соответственно, выделение материальных средств) уделяется развитию высокотехнологичных методов прогноза климата от месяца до нескольких десятилетий и на более продолжительные периоды – разработке сложных физико-математических моделей климата и технологий их использования (например, супер-ансамблевых расчетов климата), а также совершенствованию математического аппарата, применяемого для анализа результатов модельных расчетов и данных наблюдений (см. п. 3.5). В РФ бóльшая часть исследований направлена на анализ текущих изменений климата, их интерпретацию, а также на оценку некоторых видов климатических воздействий, не в последнюю очередь потому, что эти направления исследований не требуют применения сложных компьютерных технологий и больших материальных затрат.

Весьма показательным в этом отношении оказался национальный состав ведущих авторов готовящегося в настоящее время Четвертого Оценочного Доклада (ОД-4) МГЭИК – той его части, которая готовится Первой рабочей группой (РГ-1) МГЭИК и посвящена результатам фундаментальных исследований климата. Как и в Третьем Оценочном Докладе МГЭИК, в части РГ-1 ОД-4 задействованы 3 ведущих автора из РФ. Для сравнения³ – Румыния представлена в этой части Доклада 2 специалистами, Индия – 5, Германия и Канада – 8, Япония – 9, Франция – 12, Великобритания – 16, а США – 37.

ПРИ СОХРАНЕНИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ В РОССИЙСКОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ НАУКЕ ТЕНДЕНЦИЙ В БЛИЖАЙШИЕ НЕСКОЛЬКО ЛЕТ С ВЫСОКОЙ СТЕПЕНЬЮ ВЕРОЯТНОСТИ ЗАВЕРШИТСЯ ПЕРЕХОД РФ В РАЗРЯД ВТОРОСТЕПЕННЫХ, С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ УРОВНЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, СТРАН.

³ Во все оценки включены ведущие авторы, авторы-координаторы и редакторы каждой из 11 глав Доклада РГ-1 МГЭИК

2.5 Предложения по координации в НИУ Росгидромета, РАН и ВШ

На фоне непрерывного расширения финансовой поддержки и масштабов исследований в промышленно развитых странах, роста внимания к проблеме изменения климата среди правительственных и общественных организаций, отношение государственных органов РФ к данной проблеме остается крайне сдержанным. Тяжелое положение научных организаций РФ, независимо от ведомственной подчиненности, постепенно усугубляется из-за затянувшегося кризиса в науке. Так, вследствие прекращения притока молодежи в научные учреждения и старения кадрового состава научный потенциал Росгидромета, РАН и ВШ непрерывно падает. В результате наметилась устойчивая тенденция отставания уровня исследований климата, поскольку кадровый состав НИУ не успевает адаптироваться к динамично развивающимся новым технологиям и внедрять их в исследования. Современные методы исследования климата, основанные на применении сложных физико-математических моделей, новых программных продуктов и информационных технологий, могут успешно осваиваться и применяться только новым поколением ученых.

Наконец, сочетание ограниченности финансовых ресурсов и большого числа малочисленных и технологически слабо оснащенных коллективов приводит, по существу, к распылению имеющихся скудных средств. Исследования проводятся обособлено и, зачастую, на низком уровне. Обратной связи между результатами исследований и последующим финансированием работ практически не существует. Обмен научно-технической информацией, включая обмен данными, оставляет желать лучшего, редко проводятся национальные научные конференции с широкими дискуссиями по актуальным вопросам. Низкий уровень исследований особенно заметен по результатам участия (а скорее – неучастия) российских ученых в международных научных программах и их рабочих органах, а также в международных конференциях и представляемых на них результатах исследований.

В настоящее время координация работ в области исследований климата между НИУ Росгидромета (в т.ч. внутриведомственная координация), РАН и ВШ носит зачастую формальный характер. Это неудивительно в ситуации, когда целевое финансирование исследований превращается, по сути, в пособие по безработице и не зависит от результата работы (об экспертизе результатов научных проектов см. п. 3.6).

Позитивным примером объединения усилий российскими научными коллективами в рамках совместных исследовательских проектов являются проекты с зарубежным финансированием, особенно, если интеграция является условием получения гранта (например, INTAS).

Определенные перспективы, с точки зрения интеграции, имеет опора на российскую научную диаспору за рубежом. Ярким примером широкой интеграции российских НИУ (первоначально РАН и ВШ, а впоследствии – Росгидромета) с представителями российской научной диаспоры в США и некоторых других развитых странах является программа NEESPI (см. п. 1.2.1).

Необходимо создать стимулы для интеграции, однако это представляется затруднительным на межведомственном (Росгидромет – РАН – ВШ) уровне. Такие стимулы способны создать государство, заменив существующие принципы (и, несомненно, объемы) финансирования науки и образования.

Интеграция деятельности НИУ и ВШ в рамках программы подготовки специалистов высшей квалификации для изучения климата в значительной степени относится к компетенции Минобрнауки (см. пп. 3.4 и 4.1) и, очевидно, является важным аспектом межведомственной интеграции Минобрнауки и Росгидромета (см. раздел 4). Необходимо создать условия, которые обеспечили бы укрепление коллективов, сохранивших научный потенциал, молодыми специалистами, оканчивающими вузы. Практика показывает, что сегодняшний уровень подготовки молодых специалистов в вузах по профильным специальностям низок, по сравнению с уровнем, который существовал два десятка лет назад. В первую очередь, речь идет о подготовке по базовым дисциплинам (математика, физика атмосферы и океана, программирование, английский язык). Причин тому много, и одной из важнейших является все та же кадровая проблема – недостаток квалифицированного преподавательского состава (по крайней мере – по специальным дисциплинам). Более того, в вузах отсутствуют необходимые технологические средства и научные коллективы, способные проводить исследования на современном уровне. Проблема усугубляется традиционным для советских времен отрывом ВШ от НИУ. Необходима тесная кооперация НИУ и вузов в подготовке молодых специалистов для научной работы. Однако, механизмы такой кооперации пока неясны. На первом этапе речь может идти о подготовке ограниченного количества молодых специалистов по контрактам с НИУ. Возможно, для этого следует организовать специальные совместные программы между НИУ-заказчиками специалистов и вузами. Росгидромет совместно с НИУ должен предложить программу финансирования таких проектов. Для отобранных на конкурсной основе студентов могут быть установлены дополнительные повышенные стипендии. НИУ должны начинать активно участвовать в профессиональной подготовке студентов за два-три года до окончания вуза посредством руководства курсовыми и дипломными работами, а также учебной практикой. Студентам должна быть предоставлена возможность работать по совместительству в НИУ. Это позволит на более ранней стадии выявлять наиболее одаренных студентов, приобщать их к работе в коллективе и прививать интерес к климатической проблеме и научной работе в целом.

ПРИНИМАЯ ВО ВНИМАНИЕ ОГРАНИЧЕННОСТЬ КАДРОВЫХ И МАТЕРИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ НИУ РОСГИДРОМЕТА, РАН И ВШ, НЕОБХОДИМО РАЗРАБОТАТЬ МЕХАНИЗМЫ, ПООЩРЯЮЩИЕ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ЭТИХ ВЕДОМСТВ КАК ПРИ ПОДГОТОВКЕ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ, ТАК И ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЦЕЛЕВЫХ НАУЧНЫХ ПРОГРАММ В ОБЛАСТИ КЛИМАТА.

3. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ВВЕДЕНИЮ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ НАИБОЛЕЕ АКТУАЛЬНЫМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ РФ И ПО ИНТЕГРАЦИИ ЭТИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРОГРАММЫ

3.1 Необходимость введения государственного управления наиболее актуальными климатическими исследованиями

В последнее десятилетие изменения глобальной климатической системы вместе с широким кругом сопряженных проблем заняли, по меньшей мере, заметное место в мировом политическом процессе. Независимо от официальных позиций различных государств в отношении причин и масштабов наблюдаемых и ожидаемых изменений климата, от наличия или отсутствия соответствующих национальных стратегий, климат стал фактором мировой экономики и предметом международных отношений. Можно не сомневаться, что начавшиеся в мировой экономике изменения существенным образом затронут интересы РФ.

Наиболее известным примером межгосударственных отношений в контексте возможных изменений климата является вступившее в силу в 2005 г. Киотское соглашение о введении ограничений на выбросы в атмосферу ПГ с территорий стран-участниц к 2008-2012 гг. – с целью уменьшения антропогенного влияния на климат. Вопрос об ограничениях выбросов является чрезвычайно чувствительным для экономики многих стран, поэтому дискуссии о достоверности оценок возможных изменений климата принимают подчас ожесточенный характер.

События последних лет показали, что климатический фактор уже используется и, несомненно, в еще большей мере будет использоваться различными странами в конкурентной борьбе национальных экономик. В частности, ЕС, наиболее активно поддерживающее ограничение выбросов ПГ, взяло курс на ускоренное развитие высоких технологий в области производства, потребления и сбережения энергии, призванное не только минимизировать антропогенное воздействие на климат, но и повысить конкурентоспособность экономики, а также уменьшить ее зависимость от углеводородного топлива, поставляемого другими странами, (см. раздел 6). Не присоединившиеся к Киотскому соглашению США, Австралия, Индия и Китай, входящие в число крупнейших загрязнителей атмосферы, ищут альтернативные решения проблемы антропогенного глобального потепления. США, в частности, исходят из того, что выполнение условий Киотского протокола стало бы препятствием для развития их экономики, и, подобно ЕС, рассчитывают на развитие более «чистых» технологий. Это решение, по-видимому, не найдет поддержки у стран с развивающейся экономикой, поскольку развитие и внедрение дорогостоящих технологий может значительно снизить их конкурентоспособность на мировом рынке. Однако нельзя не признать их заинтересованность в повышении энергоэффективности своей экономики.

Сыгравшая решающую роль во вступлении в силу Киотского протокола РФ как одна из главных стран-экспортеров углеводородного топлива, в 21-м в. претендует, по выражению Президента РФ, на роль великой энергетической державы. Это помещает РФ в самую гущу событий вокруг проблемы глобального потепления.

В настоящее время, когда в качестве аргументов в политическом диалоге на межгосударственном уровне востребованы результаты научных исследований, оценок и прогнозов состояния климатической системы, а также факторов, влияющих на ее изменения (таких как источники и стоки ПП), российское государство должно быть жизненно заинтересовано в проведении собственных климатических исследований, перечисленных в разделе 1, причем на уровне, обеспечивающем международное признание их результатов. К сожалению, в последние два десятилетия в результате ослабления внимания со стороны государства российская наука о климате утратила лидирующие позиции в мире (см. раздел 2). Это уже повлекло за собой общее снижение уровня научной экспертизы по проблемам климата и чревато утратой независимости с точки зрения научного обоснования связанных с климатом экономических и политических решений, что, в свою очередь, представляет определенную угрозу безопасности страны.

Одним из ярких примеров трансформации научных проблем в политические является арктический регион. Наблюдаемые в последние десятилетия быстрые изменения климата Арктики и еще большие изменения, ожидаемые в 21-м в. (см. раздел 1), могут радикально усугубить существующие или породить новые межгосударственные проблемы, связанные с поиском и добычей энергоносителей, использованием морских транспортных путей и биоресурсов, делимитацией континентального шельфа, состоянием окружающей среды, применением морского права и т.п., и стать фактором дестабилизации морской (включая военно-морскую) деятельности в этом регионе. При этом в настоящее время в РФ отсутствует системный государственный подход к исследованиям климатических изменений (в т.ч. Арктики) (см. раздел 2). Существует набор слабо связанных между собой проектов, выполняемых в рамках федеральных целевых и ведомственных программ, при поддержке РФФИ, либо в рамках международного сотрудничества (как правило, на средства зарубежных партнеров).

Очевидно, исправить сложившееся положение возможно лишь с помощью государственного управления наиболее актуальными климатическими исследованиями. Важнейшими элементами государственного управления актуальными исследованиями климатических изменений и их последствий для РФ (см. раздел 1), являются:

- разработка и осуществление стратегии национальных климатических исследований (например, в виде государственного стратегического плана или национальной программы исследований изменений климата и их последствий) с учетом интеграции этих исследований в международные программы;

- разработка и реализация стратегии подготовки научных кадров (в рамках более общей стратегии Министерства образования и науки);
- разработка и реализация стратегии обеспечения актуальных исследований в области климата современными информационными технологиями и вычислительными средствами;
- создание механизмов, посредством которых развивался бы конструктивный диалог между научным сообществом и органами власти, ответственными за принятие решений.

ФОРМИРОВАНИЕ НЕЗАВИСИМОЙ И НАУЧНО ОБОСНОВАННОЙ ПОЗИЦИИ РФ ПО ВОПРОСАМ ПОЛИТИКИ В ОТНОШЕНИИ ОГРАНИЧЕНИЙ ВЫБРОСОВ ПГ И ДРУГИМ ВОПРОСАМ, СВЯЗАННЫМ С ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА, НЕВОЗМОЖНО БЕЗ ЭФФЕКТИВНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ АКТУАЛЬНЫМИ КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ.

3.2 Роль Росгидромета в государственном управлении наиболее актуальными климатическими исследованиями и в формировании официальной позиции государства по вопросам изменения климата и воздействия человека на окружающую среду

В РФ работы в области климатических изменений и практического использования климатической информации проводятся организациями Росгидромета, Академии Наук и ВШ (см. раздел 2).

Провозглашенное недавно с высоких трибун разделение российской науки на фундаментальную, представленную РАН и финансируемую государством, и прикладную – ведомственную (в т.ч. относящуюся к НИУ Росгидромета) – и самокупающуюся, по-видимому, имело своей целью разрешить затянувшийся кризис в науке простым назначением. Более того, все чаще понятие «академическая наука» используется как эквивалент понятия «фундаментальная наука». Между тем, по крайней мере, применительно к российской науке о климате это средство является не только неэффективным, но попросту губительным, поскольку значительная часть фундаментальных климатических исследований изначально и по настоящее время проводится в НИУ Росгидромета. Однозначно определить, какое из этих ведомств – Росгидромет или РАН – располагает бóльшим научным потенциалом, с точки зрения исследований климата, невозможно. Можно лишь констатировать, что работы, ведущиеся в НИУ Росгидромета и РАН дополняют друг друга. НИУ Росгидромета не в меньшей степени, чем РАН, участвуют во многих международных проектах по исследованию климата, которые осуществляется через программную деятельность ВМО, МОК и др. Кроме того, сама граница, разделяющая науку о климате на фундаментальную и прикладную составляющие, мягко говоря, условна и редко совпадает с границами тематики не только отдельных НИУ, но и их подразделений, занимающихся различными климатическими исследованиями. В связи с этим полуофициальное выведение НИУ Росгидромета за пределы

фундаментальной науки о климате представляется не более чем схематизмом⁴, или просто – ошибкой, которую надлежит исправить как можно скорее.

Между тем, Росгидромет как Федеральная служба представляется наиболее подходящим государственным органом для осуществления государственного управления актуальными – как фундаментальными, так и прикладными – исследованиями климата в национальных интересах РФ. Это отвечало бы практике ряда стран, являющихся признанными лидерами мировой науки о климате (например, Великобритании). В свою очередь, возложение указанной функции на Росгидромет способствовало бы повышению статуса гидрометслужбы среди других государственных институтов, ее влияния и степени востребованности в принятии различных экономических и политических решений, а значит, в конечном счете, – финансовое положение гидрометслужбы в целом.

Другими основаниями в пользу центральной роли Росгидромета в государственном управлении наиболее актуальными климатическими исследованиями являются перечисленные в п.2.1 вопросы, по которым Росгидромету определено Правительством РФ осуществлять координацию деятельности федеральных органов исполнительной власти (уменьшение негативного влияния хозяйственной деятельности на климат; предотвращение отрицательных последствий изменения климата на экономику и природную среду; выполнение РКИК; разработка и составление краткосрочных и долгосрочных прогнозов глобальных и региональных изменений климата).

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ АКТУАЛЬНЫМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ РФ ДОЛЖНО ОСУЩЕСТВЛЯТЬСЯ РОСГИДРОМЕТОМ КАК ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБОЙ. ВОПРОКИ ПОЯВИВШИМСЯ ТЕНДЕНЦИЯМ СХЕМАТИЧНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ НАУКИ НА АКАДЕМИЧЕСКУЮ И ВЕДОМСТВЕННУЮ, НИУ РОСГИДРОМЕТА ДОЛЖНЫ ОСТАВАТЬСЯ В ПОЛЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КЛИМАТА.

3.3 Разработка и осуществление стратегии национальных климатических исследований с учетом интеграции этих исследований в международные программы

3.3.1 Научные исследования

Необходимой составляющей государственного управления наиболее актуальными для РФ климатическими исследованиями является разработка и осуществление стратегии национальных климатических исследований (например, в виде государственного стратегического плана или национальной программы исследований изменений климата и их последствий). Подобные

⁴ Схематизм – склонность мыслить готовыми схемами, упрощенность в изложении в ущерб существу дела. (С.И.Ожегов. Словарь русского языка, М. «Русский язык», 1986 г.)

стратегии разработаны в ряде экономически развитых стран и являются важным элементом взаимодействия политического руководства и научного сообщества этих стран. Российская стратегия национальных климатических исследований должна исходить из Климатической Доктрины РФ (см. раздел 6), определяющей интересы РФ в области климата, и разрабатываться под руководством Росгидромета как Федерального органа – с привлечением специалистов НИУ Росгидромета и РАН.

При разработке стратегии национальных климатических исследований принципиально необходима интеграция этих исследований в международные климатические программы. В настоящее время соответствие качества национальных климатических исследований мировому уровню невозможно без полноценного участия национальных специалистов в многочисленных международных программах и проектах. В последние десятилетия участие российских ученых в международной деятельности было весьма ограничено, прежде всего, по причинам недостаточного финансирования: в подавляющем большинстве случаев участие российских специалистов финансируется из международных фондов.

Международная кооперация необходима, прежде всего, в сборе, ассимиляции и анализе данных наблюдений; в развитии моделей (особенно – глобальных и региональных моделей окружающей среды) и интеграции их с социо-экономическими моделями. Такие разработки отвечают наиболее острым потребностям политического сектора.

Научные организации РФ должны принять эти международные программы в качестве основы своей деятельности и дополнить их программами исследований, учитывающих национальные интересы РФ. В то же время, стратегия климатических исследований подразумевает точное определение национальных приоритетов. Попытки проводить исследования широким фронтом – с амбициозно, но расплывчато сформулированными целями, как это делается зачастую в настоящее время, как правило, оборачиваются неэффективным расходом и без того более чем скромных финансовых и человеческих ресурсов.

НЕОБХОДИМО РАЗРАБОТАТЬ СТРАТЕГИЮ НАЦИОНАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩУЮ ПРИОРИТЕТНЫЕ ДЛЯ РФ НАПРАВЛЕНИЯ. РОССИЙСКИЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ИНТЕГРИРОВАНЫ В МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРОГРАММЫ.

3.3.2 Международные оценочные доклады. Национальный доклад об изменениях климата РФ и их воздействии на природную среду и различные виды хозяйственной деятельности.

С начала 1990-х гг. МГЭИК публикует объемные и содержательные доклады (т.н. Оценочные Доклады – далее по тексту ОД), посвященные оценке состояния климата в прошлом и настоящем, оценке его будущих изменений, оценке возможных последствий этих изменений для

окружающей среды и экономики, а также стратегиям смягчения антропогенных воздействий на климат и адаптации экономики различных стран к предстоящим изменениям. Всего было опубликовано три таких доклада; в настоящее время началась активная фаза подготовки четвертого ОД МГЭИК, публикация которого запланирована на 2007 г.

К подготовке (и рецензированию) ОД МГЭИК привлекаются наиболее известные специалисты в соответствующих областях науки о климате. Окончательные выводы и формулировки, используемые в ОД МГЭИК, являются результатом продолжительного предварительного обсуждения с участием всех заинтересованных сторон. При этом большое внимание уделяется национальному представительству и учету национальных интересов стран с разным уровнем экономического развития.

Острая потребность в детализированной и объективной климатической информации при стратегическом (на десятилетия) планировании хозяйственной деятельности и в межгосударственных отношениях, привели к появлению региональных и национальных ОД об изменениях климата и их последствиях. Примером регионального международного ОД является подготовленный к 2004 г. «Доклад об оценке климатических воздействий в Арктике» (АСИА), инициированный странами-участницами Арктического совета, включая РФ.

В настоящее время национальные ОД публикуются не только в развитых странах (например, США), но и в небольших странах с существенно более скромными экономическими и научными возможностями (например, Монголия). До настоящего времени, РФ с ее огромными территориями, разнообразием климатических условий и ресурсов, а также неоднозначностью последствий изменения климата не располагала подобным официальным документом⁵. Регулярная (раз в 5-6 лет) подготовка и публикация такого доклада на федеральном уровне позволит не только создать научную основу для экономического и социального планирования в РФ, но и будет способствовать формированию внешнеполитической позиции страны по проблемам региональных и глобальных последствий климатических изменений. Функции государственного управления подготовкой национального ОД должны быть возложены правительством РФ на Росгидромет. При этом к подготовке ОД, помимо специалистов научных институтов Росгидромета, должны привлекаться представители РАН, ВШ и других ведомств.

При подготовке национального ОД РФ об изменениях климата РФ и их воздействии на природную среду и различные виды хозяйственной деятельности (далее по тексту – НОД) следует руководствоваться уже сложившейся в мире практикой. В основе подготовки национальных и международных ОД обычно лежит критический анализ научной литературы (как правило, рецензируемых изданий). Т.о. в задачи авторов НОД входит обеспечение максимально полного и

⁵ Попытку РАН всесторонне и детально проанализировать глобальные изменения климата и их последствия для России в одноименном сборнике статей (2002 г.) нельзя считать успешной.

взвешенного анализа уже опубликованных (в РФ и за рубежом) результатов исследований по разным аспектам проблемы применительно к территории РФ.

Важным требованием к обеспечению объективности и сбалансированности содержания НОД является создание оптимального координационного механизма и привлечение к его написанию и рецензированию ведущих специалистов в различных областях науки о климате, в т.ч. и зарубежных. (см. также п. 3.6)

НОД может использоваться как правительством, хозяйствующими субъектами и государственными учреждениями РФ, деятельность которых связана или зависит от климата и его изменений, так и предпринимателями, работающими в соответствующих отраслях экономики. НОД должен быть использован при выработке внешнеполитической позиции РФ по вопросам, связанным с изменениями климата и их влиянием на окружающую среду и экономику. Регулярная публикация НОД должна интегрироваться в международные процессы, такие как подготовка международных ОД МГЭИК, АСИА и т.п., что позволит значительно улучшить качество и объективность представляемых в них материалов о климате РФ и его изменениях.

Оптимизация природопользования и климатически уязвимых отраслей экономики РФ с учетом выводов НОД позволит предотвратить или, хотя бы, сократить расходы на преодоление негативных (в т.ч. катастрофических) климатических воздействий на инфраструктуру и население регионов, в которых риск таких воздействий в изменяющемся климате возрастает. Более успешная адаптация к изменяющемуся климату таких отраслей экономики, как энергетика, сельское хозяйство, строительство и др., также относится к числу ожидаемых эффектов от регулярной публикации НОД.

АКТИВНОЕ УЧАСТИЕ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ В ПОДГОТОВКЕ ОЦЕНОЧНЫХ ДОКЛАДОВ МГЭИК И ДРУГИХ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОЦЕНОЧНЫХ ДОКЛАДОВ, ВХОДИТ В ЧИСЛО ПРИОРИТЕТОВ РФ В ЧАСТИ ИНТЕГРАЦИИ В МИРОВОЕ НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕГУЛЯРНОЙ ПОДГОТОВКИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОЦЕНОЧНЫХ ДОКЛАДОВ ТАКЖЕ ЯВЛЯЕТСЯ ПРИОРИТЕТОМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ РФ В ОБЛАСТИ КЛИМАТА И ОБЪЕКТОМ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМОГО ЧЕРЕЗ РОСГИДРОМЕТ.

3.4 Разработка и реализация стратегии подготовки высококвалифицированных научных кадров

В современной России продолжается тенденция сокращения интереса молодежи к науке (во всяком случае, к науке о климате). Эта тенденция в определенной мере совпадает с тенденциями в ряде экономически развитых стран, прежде всего, США. Однако, благодаря интенсивному финансированию научная работа в США остается привлекательной не только для

граждан Китая, Индии, РФ, но и для ученых ЕС. В этой ситуации в ближайшее десятилетие РФ, по-видимому, может рассчитывать лишь на национальные кадры.

Создание, развитие и проведение исследований климата на мировом уровне, в т.ч. с помощью сложных климатических моделей, требует высокой физико-математической квалификации. Эффективное использование вычислительных ресурсов, создание и использование программных пакетов, использование современных средств связи и др. виды деятельности (зачастую научные сотрудники вынуждены заниматься развитием и оптимизацией локальных вычислительных сетей в своих подразделениях) требуют хорошей технической квалификации. Беглое владение английским языком, без которого невозможно эффективное международное сотрудничество и овладение огромным потоком научной информации, дополняют набор качеств, которыми должен обладать современный специалист в области климата. К сожалению, в условиях современной России выпускники вузов, обладающие необходимым минимумом подготовки в указанных областях и, одновременно, достаточной мотивацией для занятий научными исследованиями в области климата, практически не встречаются. Большой удачей можно считать плохо образованного, но способного и желающего работать выпускника, готового довольствоваться зарплатой и аспирантской стипендией, которые ему могут предоставить в НИУ.

Низкий уровень подготовки выпускников вузов объясняется, прежде всего, унаследованной современной Россией системой отношений между НИУ и вузами, сложившейся во времена СССР и заметно отличающейся от соответствующей западной системы. Разумеется, разработка и реализация национальных программ подготовки высококвалифицированных научных кадров относится к сфере ответственности Министерства образования и науки. Применительно к науке о климате подготовка высококвалифицированных специалистов является предметом межведомственной интеграции усилий Минобрнауки и Росгидромета (разд. 4). Некоторые предложения по координации усилий НИУ и вузов при подготовке молодых специалистов в области климата изложены в разделе 2.

Важнейшим компонентом международного научного сотрудничества, в т.ч. в подготовке высококвалифицированных кадров, является интенсивный и своевременный обмен информацией о результатах исследований, проводимых в ведущих научных коллективах. Этот обмен может осуществляться либо непосредственно между учеными – в ходе международных научных совещаний и конференций, а также – «школ» для аспирантов и молодых специалистов, либо через научную литературу – прежде всего научные журналы, издаваемые в США и Западной Европе. Дефицит научной информации, вызванный невозможностью участия в международных совещаниях на регулярной основе, либо невозможностью выписывать и своевременно получать ведущие научные журналы и другие публикации, приводит к отставанию российских ученых от лидеров в области климатических исследований.

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ СТРАТЕГИИ ПОДГОТОВКИ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ НАУЧНЫХ КАДРОВ ЯВЛЯЕТСЯ КРАЕУГОЛЬНЫМ КАМНЕМ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ АКТУАЛЬНЫМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ РФ.

3.5 Разработка и реализация стратегии обеспечения актуальных исследований в области климата современными информационными технологиями и вычислительными средствами

Климатическая наука вступила в технологическую фазу своего развития, когда прогресс в теоретических исследованиях немыслим без прогресса вычислительной техники. Последнее десятилетие ознаменовано впечатляющим ростом вычислительных ресурсов, ставших доступными мировому сообществу исследователей климата⁶. Объем доступных ресурсов определяет уровень задач, решаемых с помощью климатических моделей. Физическая полнота (класс) моделей – полнота учета физических процессов и обратных связей в климатической системе – прямо зависят от наличия вычислительных ресурсов.

Вычислительными ресурсами определяются и мировые ориентиры в области моделирования климата – количественные характеристики климатических моделей и проводимых с ними экспериментов (пространственное разрешение, количество и продолжительность экспериментов, количество членов ансамбля экспериментов определенного типа и т.п.). Еще одним важнейшим ориентиром, определяемым доступными вычислительными ресурсами, является количество международных программ сравнения, в которых участвует та или иная модель и которые позволяют объективно оценить ее качество. Степень соответствия всем этим ориентирам в значительной мере определяет положение модели в негласной мировой иерархии, доверие к полученным с помощью этой модели результатам, а также весомость выводов, сделанных на основе этих результатов.

Разумеется, качество и международное признание той или иной климатической модели не предопределяется одними лишь вычислительными ресурсами, доступными ее разработчикам. Однако, мощная вычислительная техника является необходимым условием прогресса в моделировании климата и потому – одним из приоритетов материально-технического обеспечения климатических исследований в наиболее развитых странах.

В этом контексте заслуживает упоминания японский супер-компьютер «Earth Simulator», эксплуатация которого началась в 2002 г. и который до последнего времени оставался непревзойденным по своим характеристикам: быстродействие этого компьютера составляет 40 терафлоп (что на порядки превышает мощности последних моделей персональных компьютеров, используемых в тех же целях в ГГО). Расходы на климатические исследования с помощью

⁶ Важно отметить, что развитие компьютерной техники в значительной степени обусловлено все возрастающими потребностями мировой науки о климате.

японского супер-компьютера составляют несколько десятков млн. долларов США в год (при этом только на его эксплуатацию расходуется около двух десятков млн. долларов⁷). Основными задачами, для решения которых Япония обзавелась новым супер-компьютером, являются разработка национальной МОЦАО для расчетов глобального потепления, ориентированных на Четвертый Оценочный Доклад МГЭИК (см. п. 3.3.2), а также прогнозирование засух и наводнений с заблаговременностью от сезона до нескольких лет. В настоящее время ожидается появление еще более мощных компьютеров, предназначенных для климатических исследований в Японии. Все это позволило Японии в течение нескольких последних лет радикально усилить свои позиции в мировой науке о климате, подтверждением чему, в частности, является ее возросшая роль в деятельности МГЭИК.

Другим примером высокого приоритета государственного управления актуальными научными исследованиями является национальная стратегия США в области моделирования климата. В конце 20-го в. наметилось отставание американских климатических моделей от наиболее известных европейских, разработанных в Центре климатических исследований Хэдли (Великобритания) и Метеорологическом институте Макса Планка (Германия). Четыре агентства – Национальное Аэрокосмическое Агентство (NASA), Национальная Океанская и Атмосферная Администрация (NOAA), Национальный Научный Фонд (NSF) и Департамент Энергии США (DOE) – приняли кардинальные меры по поддержке развития и применения климатических моделей в рамках межведомственной Программы исследований глобального изменения США (GCRP), стартовавшей в конце 1980-х гг. (Подробнее об этом см. /Bader et al., 2005/.) Благодаря этой поддержке американские модели сократили свое отставание от европейских, и некоторые из них к началу подготовки ОД-4 МГЭИК вернулись в группу мировых лидеров. Мы не располагаем точными оценками затрат США на борьбу за лидирующие позиции в моделировании климата, однако, не вызывает сомнений, что расходы на дорогостоящую вычислительную технику составили в общей сумме большую долю. Уместно подчеркнуть, что в числе межведомственных приоритетов в области исследований и разработок (R&D), публикуемых ежегодно Офисом научной и технологической политики и Офисом управления и бюджета администрации США, «наука об изменении климата» упоминается наряду с сетевыми и информационными технологиями, нанотехнологиями, безопасностью внутри страны и противодействием терроризму, молекулярной биологией, образованием.

К сожалению, российские МОЦАО в настоящее время находятся в далеком отрыве от лидирующей группы (см. раздел 2). И без разработки и реализации государственной стратегии в

⁷ Расходы по поддержанию вычислительных систем составляют значительную часть от их стоимости. При техническом перевооружении научных коллективов необходимо учитывать неизбежные расходы на обслуживание компьютеров внешними организациями, разработку и администрирование компьютерных сетей, обновление компьютерного обеспечения, ремонт, консультации системных программистов и т.п.

области моделирования климата, включая компьютерное обеспечение, это отставание будет только увеличиваться.

Важнейшим аспектом технологической фазы развития исследований климата является наличие высокоэффективной связи (Интернет), обеспечивающей быстрый обмен большими объемами электронной информации между удаленными компьютерами и базами данных. Как правило, из-за плохой оснащенности и низкого качества каналов связи в РФ фактические скорости электронного обмена ниже приемлемых значений. Низкое качество связи радикально затрудняет участие российских групп в международных проектах, например, связанных со сравнением климатических моделей (передача результатов расчетов с собственной моделью – на центральный сайт того или иного проекта сравнения – для всеобщего использования в диагностических подпроектах, получение результатов расчетов других моделей и данных наблюдений для анализа и дальнейшей валидации собственной модели и т.д.), а также – использование вычислительных ресурсов, предоставленных зарубежными организациями, в случае работы с удаленного терминала в РФ.

СООТВЕТСТВИЕ ПРОВОДИМЫХ В РФ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МИРОВОМУ УРОВНЮ, ПРИЗНАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РОССИЙСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕЖДУНАРОДНЫМ НАУЧНЫМ СООБЩЕСТВОМ, А ЗНАЧИТ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭТИХ РЕЗУЛЬТАТОВ В КАЧЕСТВЕ АРГУМЕНТОВ В МЕЖГОСУДАРСТВЕННОМ ПОЛИТИЧЕСКОМ ДИАЛОГЕ ПО ПРОБЛЕМАМ КЛИМАТА, НЕВОЗМОЖНЫ БЕЗ РАЗРАБОТКИ И РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ТЕХНИЧЕСКОГО (ПРЕЖДЕ ВСЕГО, КОМПЬЮТЕРНОГО) ОСНАЩЕНИЯ АКТУАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

3.6 Создание механизмов конструктивного диалога между научным сообществом и органами власти, ответственными за принятие решений

Наличие даже очень хорошей стратегии и щедрого финансирования научных исследований, не гарантирует высокого качества исследований и соответствующей отдачи в виде удовлетворения запросов государства. Сильная наука усиливает государство, плохая наука – дезориентирует, способствует принятию ошибочных решений. Обратная связь в виде объективной, квалифицированной и неформальной экспертизы научных проектов и их результатов способствует усилению науки.

Не переоценивая достоинств системы экспертизы научных результатов и заявок на исследования, действующей в развитых странах, нельзя не признать наличия связи между соответствующей российской системой и застоём российской науки о климате. В несколько лучшем положении находится система отбора проектов РФФИ. Что же касается других научно-исследовательских проектов, то практика рецензирования их результатов практически отмерла. Зачастую, хоть не всегда, отсутствие внешней научной экспертизы приводит к имитации научной

деятельности, извращению сути конкурсного отбора научных проектов и, в конечном итоге, к деградации научных коллективов.

Возможным решением этой проблемы представляется привлечение независимых, в т.ч. зарубежных, экспертов в качестве рецензентов. Поскольку добросовестное рецензирование связано со значительными затратами сил и времени высоко-квалифицированных специалистов, эта работа должна надлежащим образом финансироваться. При этом, независимо от выводов рецензента, исполнители проекта должны получать подробные официальные заключения о выполненных или заявленных ими проектах.

Необходимо разработать систему формальных показателей соответствия мировому уровню исследований, проводимых российскими учеными или научными коллективами. (В некотором виде такая система показателей применяется РФФИ.) С учетом наблюдаемого в последнее десятилетие снижения стандартов ряда российских рецензируемых журналов, в число таких показателей могли бы войти количество статей, опубликованных в ведущих рецензируемых международных журналах (в т.ч. – в качестве первого автора); участие в подготовке международных документов (например, докладов МГЭИК) в качестве авторов или рецензентов; участие в управляющих органах или рабочих группах международных научных программ; организация и проведение совещаний таких органов или групп, а также других международных научных мероприятий – в РФ и т.д.

Важным аспектом диалога между государством и научным сообществом, с одной стороны, и государством и бизнесом, с другой, являются научные дискуссии. Крайне важно наладить и сделать нормой жизни широкие обсуждения актуальных научных проблем с участием ведущих ученых разных ведомств, включая НИУ Росгидромета и РАН. К сожалению, культура широких обсуждений и согласование взглядов среди научного сообщества разных ведомств и представителей государственных органов власти недостаточно развита в РФ. В этом отношении весьма показательны дискуссии по проблеме глобальных изменений климата в средствах массовой информации, в которых проявились не столько неизбежные (и стимулирующие) несовпадения научных позиций, сколько маргинализация российской науки о климате. Нельзя не отметить обилие противоречивых и просто некомпетентных высказываний, которые можно услышать в последнее время в средствах массовой информации и на телевидении по вопросам изменения климата и его последствиях для РФ. Сам факт широкого и открытого обсуждения актуальных научных проблем всегда очень важен и полезен. Однако в РФ эти обсуждения принимают контрпродуктивные формы. Делаются сенсационные заявления с критическими оценками исследований, ведущихся в рамках международных программ по проблеме изменения климата и роли антропогенного фактора. В этих высказываниях околонуточные спекуляции превалируют над взвешенными и аргументированными суждениями. В результате, экономические и политические

спекуляции на климатическую тему дезинформируют органы государственной власти, ответственные за принятие решений, в отношении истинного положения дел в исследованиях климата и их возможных последствий для РФ. Неудивительно, что и современное российское бизнес-сообщество не осознает себя заинтересованным участником диалога по проблемам климата, несмотря на то, что нуждается в достоверной информации для принятия решений об инвестициях с наименьшим риском.

Очевидно, первым шагом в исправлении сложившейся ситуации могло бы стать формирование официальной позиции Росгидромета по различным вопросам, связанным с климатом и его изменениями. Настоящий отчет следует рассматривать как попытку создать предпосылку для формирования такой позиции. Формированию научно-обоснованной официальной позиции Росгидромета (и РФ на международной арене) должен способствовать Национальный доклад об изменении климата РФ (см. п. 3.3.2)

НЕОБХОДИМО СОЗДАТЬ МЕХАНИЗМЫ, ПОСРЕДСТВОМ КОТОРЫХ РАЗВИВАЛСЯ БЫ КОНСТРУКТИВНЫЙ ДИАЛОГ МЕЖДУ НАУЧНЫМ СООБЩЕСТВОМ, ОРГАНАМИ ВЛАСТИ РФ, ОТВЕТСТВЕННЫМИ ЗА ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ, И БИЗНЕС-СООБЩЕСТВОМ.

4. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИНТЕГРАЦИИ РАБОТ РАЗНЫХ ВЕДОМСТВ ПО КЛЮЧЕВЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ В ОБЛАСТИ КЛИМАТА И ВЛИЯНИЯ ЕГО ИЗМЕНЕНИЙ НА ЭКОНОМИКУ И СОЦИАЛЬНУЮ СФЕРУ

4.1 Необходимость межведомственной интеграции и участия в ней Росгидромета

В прогнозах сценариев развития мировой экономики и экономики РФ на несколько ближайших десятилетий 21-го в. содержится множество неопределенностей, которые, в свою очередь, существенным образом влияют на неопределенности, связанные с прогностическими оценками возможных изменений климата и оценкой рисков⁸, обусловленных этими изменениями. Климатические изменения и их последствия характеризуются сложным взаимодействием экологических, экономических, политических, социальных и технологических процессов. В результате, принятие государственных решений, направленных на адаптацию и смягчение последствий изменения климата вынужденно должно осуществляться в условиях существенных неопределенностей. Эти обстоятельства следует учитывать при установлении приоритетных направлений деятельности федеральных органов исполнительной власти в области климата и влияния его изменений на экономику и социальную сферу.

Следует отметить, что правительства других стран находятся в таких же условиях неопределенности и, тем не менее, многие страны принимают государственные решения, связанные с изменением климата. Более того, на сегодняшний день можно констатировать, что наиболее крупные экономики мира уже приняли, по-видимому, главное решение по национальной климатической политике. В частности, США и ЕС со стороны развитых стран, Китай и Индия со стороны самых крупных развивающихся стран форсируют свои усилия в области энергоэффективности.

Круг политических, экономических и социальных проблем, связанных с изменением климата, чрезвычайно широк. Решение этих проблем на государственном уровне подразумевает тесное взаимодействие различных федеральных ведомств по специфическим вопросам. Центральным субъектом межведомственной интеграции по проблемам климата является Росгидромет. При этом функции Росгидромета в этой ситуации не должны сводиться к информации других ведомств о возможных изменениях климата и их последствиях для РФ. Представители (эксперты) Росгидромета должны принимать участие в обсуждении и подготовке решений, связанных с изменениями климата. Возможной формой такой интеграции могут стать

⁸ В данном разделе под риском будет пониматься произведение вероятности некоторого негативного последствия изменения климата (например, вероятности увеличения частоты гололедицы вследствие смягчения зим, что может увеличить материальные потери, связанные с увеличением частоты ДТП или закрытием аэропортов), умноженной на величину стоимости соответствующих материальных потерь. При таком определении величина риска имеет денежное выражение, что позволяет сравнивать различные негативные последствия изменения климата. Аналогичным образом можно определить выигрыши от благоприятных последствий изменения климата. При этом следует отдавать себе отчет в том, что как негативные, так и благоприятные последствия изменения климата имеют не только материальное измерение.

межведомственные комиссии по специфическим проблемам, некоторые из которых обсуждаются ниже.

РЕШЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ С ВЛИЯНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ПОЛИТИКУ, ЭКОНОМИКУ И СОЦИАЛЬНУЮ СФЕРУ, ТРЕБУЕТ ИНТЕГРАЦИИ РАБОТ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ВЕДОМСТВ С ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ УЧАСТИЕМ РОСГИДРОМЕТА В ПОДГОТОВКЕ И ОБСУЖДЕНИИ ПРИНИМАЕМЫХ РЕШЕНИЙ.

4.2 Потенциальная или фактическая заинтересованность федеральных ведомств в различных вопросах, связанных с изменением климата и его последствиями.

Ожидаемые изменения климата способны затронуть сферу интересов (и ответственности) практически любого федерального ведомства. Определение круга «чувствительных» к климатическим изменениям функций федеральных ведомств РФ выходит далеко за пределы настоящего отчета. В таблице 4.1 даны некоторые примеры климатически обусловленных проблем, которые создают почву для интеграции различных ведомств с Росгидрометом и другими ведомствами.

Таблица 4.1 Примеры возможных климатически обусловленных проблем, входящих в сферу ответственности федеральных ведомств РФ.

Федеральное ведомство	Примеры ведомственных интересов, связанных с изменениями климата
Министерство внутренних дел РФ (Федеральная миграционная служба)	Миграционные процессы, связанные с изменениями климата и соответствующими воздействиями на экономику, социальную сферу, комфортность проживания, здоровье населения в различных регионах РФ и за рубежом.
Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий	Обусловленные изменениями климата изменения характера, повторяемости, масштабов стихийных бедствий.
Министерство иностранных дел РФ	Международные соглашения по проблемам окружающей среды и климата. Соблюдение национальных интересов РФ при разграничении морских пространств и дна морей СЛО с приарктическими государствами.
Министерство обороны РФ	Оборона границ РФ в связи с климатически обусловленными изменениями геополитической обстановки и, в частности, обеспечение защиты суверенитета и международных прав РФ на арктическом региональном направлении и Контролирование иностранной военно-морской деятельности в районах и зонах, согласованных с ведущими морскими державами на основе двусторонних и многосторонних соглашений.
Министерство здравоохранения и социального развития РФ	Климатически обусловленные угрозы здоровью и занятости населения.
Министерство образования и науки РФ	Подготовка квалифицированных научных кадров в интересах РФ.
Министерство природных ресурсов РФ (Федеральные агентства водных ресурсов; лесного хозяйства; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; Федеральное агентство по недропользованию)	Климатические воздействия на природные ресурсы РФ: возникновение недостатка питьевой воды в некоторых регионах РФ, изменения пожароопасности в лесах, вытеснение одних биологических видов другими, возникновение ранее не свойственных заболеваний деревьев. Облегчение доступа к новым ресурсам в Арктике и связанные с ним проблемы загрязнения окружающей

	среды.
Министерство промышленности и энергетики РФ (Федеральное агентство по промышленности; Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии; Федеральное агентство по энергетике)	Проблемы энергосбережения, альтернативные углеводородам виды топлива. Переход на «чистые» технологии. Прямые воздействия климатических изменений, например, продолжительность отопительного периода. Мониторинг эмиссий ПГ. (ТЭК обеспечивает 80% эмиссий ПГ, он же является главным потребителем углеводородного топлива.)
Министерство регионального развития РФ (Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству)	Стратегии устойчивого развития регионов. Влияние изменений климата на региональную экономику. Воздействия изменений климата (например, таяния мерзлоты) на инфраструктуру. Новые СНИПы.
Министерство сельского хозяйства РФ (Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору; Федеральное агентство по рыболовству; Федеральное агентство по сельскому хозяйству)	Изменения урожайности различных культур в новых климатических условиях. Изменения пригодности земель для использования в сельском хозяйстве. Изменения промысловых районов в морях и океанах. Новые инфекции и паразиты. Вытеснение одних биологических видов другими.
Министерство транспорта РФ (Федеральная служба по надзору в сфере транспорта, Федеральное агентство воздушного транспорта, Федеральное дорожное агентство, Федеральное агентство железнодорожного транспорта, Федеральное агентство морского и речного транспорта, Федеральное агентство геодезии и картографии)	Освоение Северного морского пути и связанная с ним потребность в обновлении и безопасной эксплуатации судов ледокольного класса, включая атомный ледокольный флот. Воздействие таяния мерзлоты на авто- и железные дороги. Изменения ландшафтов, например, в результате таяния вечномёрзлых грунтов или растительного покрова суши. Изменения береговой черты в результате подъема уровня океана. Воздействия климатических изменений на морские и речные порты и судоходство: наводнения, усиление штормовой активности в арктических морях.
Министерство информационных технологий и связи РФ	Участие в технологическом обеспечении климатических исследований и мониторинга климата и ПГ, проводимых в РФ.
Министерство финансов РФ	Финансирование приоритетных научных исследований в области климата. Особенности финансирования регионов Крайнего Севера РФ в условиях сдвига климатических зон.
Министерство экономического развития и торговли РФ	Экономическое обоснование принятия политических и экономических решений, связанных с проблемой изменения климата, например, оценка экономических рисков, прогноз и учет экономических выгод и потерь РФ при заключении международных соглашений, подобных Киотскому.
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды	Организация исследований климата и последствий его изменений – глобальных и на территории РФ, организация мониторинга климата и ПГ в РФ. Подготовка Национальных оценочных докладов о климатических воздействиях на территории РФ. Организация межведомственной интеграции работ в области климата.
Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору	Экологические последствия климатических изменений: например, загрязнение Арктики в результате интенсификации хозяйственной деятельности. Изменения в ТЭК в связи с переходом на альтернативные углеводородам виды топлива, в т.ч. возможные изменения в секторе атомной энергетики.
Федеральное агентство по атомной энергии	Возможное увеличение сектора атомной энергетики в ТЭК РФ. Обновление и эксплуатация атомного ледокольного флота.
Федеральное космическое агентство	Участие в решении приоритетных научных задач. Мониторинг климата.
Федеральное агентство по туризму	Новые возможности для туристического бизнеса в результате смягчения климата высоких широт (например, кризисы к северному полюсу)

Приведенные в таблице примеры не претендуют на полноту. Каждый из них нуждается в детальной проработке. Поэтому их следует рассматривать лишь как отправную точку для дальнейшего анализа, который, безусловно, требует привлечения специалистов из других ведомств.

Перечисленные выше ведомственные интересы, связанные с изменениями климата, можно проиллюстрировать на примере ожидаемых изменений ледовитости СЛО. Выдержанные в духе политкорректности международные документы, подобные докладам МГЭИК или АСИА, как правило, избегают рассмотрения вопросов, связанных с климатически обусловленными изменениями геополитической ситуации в мире и в отдельных регионах и соответствующими проблемами национальной безопасности отдельных стран. Между тем, на национальном уровне такая информация является наиболее востребованной и зачастую определяет акценты в государственном управлении научными (в т.ч. климатическими) исследованиями в том или ином регионе (см. раздел 3). В этом контексте Арктика в целом и СЛО как ее часть представляют особый интерес для РФ, как и для многих других стран, в том числе находящихся за пределами Арктики. Не претендуя на полноту освещения проблем, с которыми РФ может столкнуться в связи с облегчением доступа в СЛО в результате потепления климата (см. разделы 1 и 5), остановимся лишь на трех следующих примерах.

Делимитация границ в Арктике

В газете “The New York Times” за 17 октября 2005 г. опубликована статья группы авторов под названием «Золотая лихорадка на вершине мира», посвященная национальным интересам арктических стран в связи с изменениями ледяного покрова СЛО. Помимо упоминавшихся выше и некоторых других вопросов и проблем, статья довольно подробно рассматривает видение разными государствами будущих межгосударственных границ в СЛО, значение которых радикально возрастает в связи с ожидаемым облегчением доступа на арктический шельф и в центральную Арктику. Пять стран – РФ, США, Канада, Норвегия и Дания – по-разному видят будущее разделение СЛО: Канада, Дания и США предлагают т.н. «медианный» метод разделения (пропорционально протяженности береговой линии каждой страны в настоящее время), в то время как РФ и Норвегия предпочитают «секторный» подход (разделение на сектора по меридианам, сходящимся к Северному полюсу). Несмотря на то, что газетная статья не может быть надежным источником информации, появление таких публикаций заставляет обратить внимание на эту – пока потенциальную – проблему, относящуюся, очевидно, к сфере ответственности МИД РФ и потенциально затрагивающую интересы Минобороны, Минприроды, Федерального агентства по рыболовству и, возможно, других.

Будущее ледокольного флота РФ

Другим примером государственной проблемы, возникающей в связи с ожидаемыми изменениями ледяного покрова Мирового океана (не только в северных, но и в южных высоких широтах) является необходимость принятия решений относительно будущего ледокольного флота. В 2005 г. был опубликован доклад Национального исследовательского совета США, Комитета по оценке роли и будущих потребностей полярных ледоколов береговой охраны США (<http://www.nap.edu/catalog/11525.html>). В этом докладе, помимо анализа современного состояния и перспектив, ледокольного флота США, делается, в частности, на первый взгляд, парадоксальный вывод о необходимости поддержания ледокольного флота в условиях теплеющей Арктики, в т.ч. больших ледоколов, для круглогодичного доступа в СЛО с целью обеспечения национальных интересов безопасности и научных интересов в Арктике. В качестве аргументов такой необходимости приводится ожидаемое увеличение активности в этом регионе в связи с вызванным потеплением облегчением доступа в высокие широты. Ледоколы должны также обеспечить постоянное присутствие США в Южном океане. Еще один пример – Канада, у которой пока нет возможности патрулировать свои прибрежные воды в высоких арктических широтах и которая намерена построить три военных корабля усиленного ледового класса, а также усилить наблюдение за этим регионом со спутника. По-видимому, РФ в своей стратегии развития национального ледокольного флота, в т.ч. атомных ледоколов, может руководствоваться схожими соображениями. Ожидаемые изменения ледовитости т.о. затрагивают сферы ответственности Федерального агентства морского и речного транспорта, Федерального агентства по атомной энергии и др.

Водные ресурсы в Центральной Азии

На фоне ожидаемого в будущем увеличения стока пресных вод в СЛО в странах Средней Азии будет складываться критическая ситуация с водообеспечением. По некоторым оценкам, в перспективе там возможна катастрофа с пресной водой. Другой – политический – аспект проблемы обусловлен уменьшением водных ресурсов на трансграничных реках Иртыша и Оби и необходимостью заключения соглашений с Китаем и Казахстаном по регулированию водопотребления, что потребует совместных усилий от целого ряда ведомств, включая МИД.

ВОЗМОЖНЫЕ В БУДУЩЕМ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТАК ИЛИ ИНАЧЕ ЗАТРАГИВАЮТ СФЕРЫ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ПРАКТИЧЕСКИ ВСЕХ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ВЕДОМСТВ РФ. НЕОБХОДИМО ОПРЕДЕЛИТЬ МАКСИМАЛЬНО ШИРОКИЙ КРУГ СВЯЗАННЫХ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА ПРОБЛЕМ, РЕШЕНИЕ КОТОРЫХ ТРЕБУЕТ ИНТЕГРАЦИИ РАБОТ РАЗЛИЧНЫХ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ВЕДОМСТВ ПРИ ОБЯЗАТЕЛЬНОМ УЧАСТИИ РОСГИДРОМЕТА. ПРОРАБОТКУ ЭТОГО ВОПРОСА СЛЕДУЕТ ПОРУЧИТЬ

СПЕЦИАЛЬНОЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННОЙ КОМИССИИ – ЖЕЛАТЕЛЬНО, ПОД РУКОВОДСТВОМ ОДНОГО ИЗ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ.

4.3 Сфера ответственности Росгидромета в контексте межведомственной интеграции работ, связанных с изменениями климата

4.3.1 Мониторинг климата и учет источников и стоков ПГ

Помимо осуществления государственного управления наиболее актуальными для РФ исследованиями климата (см. пп. 3.1 и 3.2), в сферу ответственности Росгидромета в контексте межведомственной интеграции должны входить два важных направления, которые непосредственно не включаются в круг исследовательских работ, но, тем не менее, не могут дать достаточно надежные результаты, если не будет на должном уровне организовано их научное обеспечение.

Во-первых, это работы в области мониторинга климата и природных факторов, определяющих его изменение (обычно принято с некоторой степенью условности выделять гидрометеорологические параметры, геофизические параметры, состав атмосферы, биоту). Работы по мониторингу климата и климатообразующих факторов должны обязательно удовлетворять ряду условий, несоблюдение которых нарушает в той или иной степени достоверность наблюдательной информации. Требования по выполнению наблюдений содержатся в документах ВМО и ГСНК (см. п. 2.1). Наиболее критичны в этом отношении репрезентативность наблюдений в смысле места размещения средств измерений и программы наблюдений, сопоставимость данных наблюдений с данными международных наблюдательных систем, гарантии по обеспечению многолетних непрерывных наблюдений, технологии обеспечения качества данных и управления данными. Известно, что ряд научных организаций, образовательных учреждений, организаций федеральных ведомств осуществляют наблюдения за отдельными параметрами климатической системы, однако далеко не всегда эти наблюдения выполняются с соблюдением всех необходимых требований.

РОСГИДРОМЕТ КАК ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА, ОДНОЙ ИЗ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ КОТОРОЙ ЯВЛЯЕТСЯ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОСТРОЕНИЯ И НАДЛЕЖАЩЕГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕТИ НАБЛЮДЕНИЙ И ФОРМИРОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ФОНДА ДАННЫХ, ЗАНИМАЕТ ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ В СИСТЕМЕ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОРГАНОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВЛАСТИ ПО ВОЗМОЖНОСТЯМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОБЛЮДЕНИЯ ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫМ К НАБЛЮДЕНИЯМ ТРЕБОВАНИЙ, В ПЕРВУЮ ОЧЕРЕДЬ, ЗА СЧЕТ НАЛИЧИЯ В ВЕДОМСТВЕ СЕТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ.

Во-вторых, это работы по учету источников и стоков ПГ. К сожалению, данные статистического учета выбросов ПГ содержат противоречия, что вызывает сомнения в их

достоверности. Неуклонное снижение эмиссии ПГ, как это отражено в Кадастрах на эти газы, например, на CO₂ и CH₄, противоречит наблюдаемому начиная с 1996 г. росту потребления ископаемого топлива топливно-энергетическим комплексом – основным его потребителем. Так согласно Статистическому ежегоднику РФ 2000 г., добыча углеводородного топлива уменьшилась с 1995 по 1999 г.: по газу (вместе с попутным газом) всего на 0.5% с 595 до 592 млрд. м³, по каменному углю с 177 до 166 млн. т., т.е. на 7%, нефти (включая газовый конденсат) с 307 млн. т. до 305 млн.т., т.е. на 0.7%. В то же время, с соответствии данными, представленными в 3-ем Национальном сообщении РФ выбросы метана (потери последнего исчисляются от объема его добычи) упала за указанный период с 390 млн. т. до 290 млн. т. условного топлива, т.е. на 35%. Причем, как известно, наибольшие потери метана в атмосферу характерны именно для газовой промышленности.

УЧИТЫВАЯ КЛЮЧЕВУЮ РОЛЬ ДОСТОВЕРНОСТИ ДАННЫХ О ВЫБРОСАХ ПГ НА НАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ, ЦЕЛЕСООБРАЗНО РАССМОТРЕТЬ ВОПРОС О ПРИНЯТИИ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА (ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНА), РЕГУЛИРУЮЩЕГО ВОПРОСЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ПГ, ВКЛЮЧИВ В НЕГО ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ДОСТОВЕРНОСТИ ДАННЫХ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ. НЕОБХОДИМО РАЗВИВАТЬ МЕТОДЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ИСТОЧНИКОВ И СТОКОВ ПГ, А ТАКЖЕ ПРИВЛЕКАТЬ КОСВЕННЫЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ ДАННЫХ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ.

4.3.2 Оценка влияния изменений климата на социально-экономическое развитие

Детальный анализ всего спектра воздействий изменения климата на экономику и на социальную сферу РФ не является предметом настоящего отчета. Оценка таких воздействий должна стать задачей специальных исследований, результаты которых призван синтезировать Национальный Оценочный Доклад, организация подготовки которых должна быть возложена на Росгидромет (см. п. 3.3.2). Потенциально к секторам жизнедеятельности страны, на которые могут воздействовать изменения климата, можно отнести такие сектора, обеспечение функционирования которых связано с учетом погодно-климатических факторов.

При этом в некоторых важных секторах экономические и социальные аспекты воздействия изменения климата тесно переплетены, и их раздельное рассмотрение может привести к несбалансированным оценкам и, как следствие, к ошибочным решениям. В качестве примера можно привести сельское хозяйство, где любые изменения в сфере производства товарной продукции, в первую очередь растениеводства, тесно связаны с социальными последствиями. Другой пример – обеспеченность водными ресурсами. Эта проблема имеет как экономическое, так и социальное измерения. То же можно сказать о здравоохранении или о жилищно-коммунальном или, говоря шире, о городском хозяйстве.

Поэтому более целесообразным представляется проблемно ориентированный подход, при котором выделенный сектор рассматривается с учетом всех аспектов, которые формируют его как целостную проблему.

Этот подход можно проиллюстрировать на примере одной частной проблемы влияния изменения климата на здоровье населения. В научной литературе, в том числе отечественной, встречаются публикации, согласно которым даже незначительное увеличение средней температуры может привести к росту бактериальных и вирусных острых кишечных заболеваний. Есть научные работы, в которых с произошедшими за последние десятилетия изменениями климата РФ связывается смещение к северу на 2° широты исторического ареала одного из видов возбудителей заболеваний. Поэтому вопросам экологических последствий изменения климата следует уделять внимание не только в научном или природоохранном аспектах, но и с точки зрения возможных связей таких изменений с состоянием здоровья населения, с сельскохозяйственным производством и т.д. В некоторых случаях важными могут оказаться политические и военные аспекты (см. п. 4.2).

Приведенные примеры специально подобраны для наименее изученных областей влияния последствий изменения климата. Значительно лучше понимание влияния последствий изменения климата в таких секторах, как строительство, транспорт, высоковольтная энергетика, теплообеспечение зданий, трубопроводный транспорт в зоне вечной мерзлоты и др.

Для проработки проблемно ориентированного подхода целесообразно составить, условно говоря, классификатор ключевых проблем в области климата, имеющих национальный приоритет. За первоначальную основу такого классификатора можно взять указанные выше сектора, дополненные по материалам МГЭИК, а также отечественных и зарубежных исследований: энергетика, строительство, транспорт, здоровье и структура занятости населения, качество окружающей среды, сельское хозяйство, лесное хозяйство, Арктические моря, Арктическое побережье и зона вечной мерзлоты⁹, стихийные бедствия, добыча и транспортировка энергоносителей, городское хозяйство и др. Для каждого раздела классификатора устанавливается круг федеральных ведомств, ответственных за комплекс проблем соответствующего раздела.

Работы федеральных ведомств в соответствии с их ролью, установленной в классификаторе, опираются на ту информацию о погодно-климатических характеристиках текущего климата и его возможных в будущем изменениях, которая вырабатывается научно-исследовательскими и производственными организациями Росгидромета и других ведомств. Поэтому этот классификатор должен, разумеется, включать разделы, связанные с исследованием и мониторингом климата, с инвентаризацией природных и антропогенных источников и стоков ПГ.

⁹ В разделе 5 рассматриваются территориальные аспекты учета факторов меняющегося климата при разработке региональных программ устойчивого развития по федеральным округам. Арктические регионы указаны здесь из-за особой важности этих территорий и их большей уязвимости к изменению климата.

ПОСКОЛЬКУ РАБОТЫ ВЕДОМСТВ ПО РАССМАТРИВАЕМОЙ ПРОБЛЕМАТИКЕ ИМЕЮТ ОБЩУЮ ОСНОВУ, СВЯЗАННУЮ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА, ЭТИ РАБОТЫ ЦЕЛЕСООБРАЗНО ИНТЕГРИРОВАТЬ В ВИДЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ЦЕЛЕВОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ. В КАЧЕСТВЕ РАБОЧЕГО ПРОЕКТА НАЗВАНИЯ ТАКОЙ ФЦКП МОЖНО РАССМОТРЕТЬ СЛЕДУЮЩЕЕ: "КЛИМАТ И ВЛИЯНИЕ ЕГО ИЗМЕНЕНИЙ НА ЭКОНОМИКУ И СОЦИАЛЬНУЮ СФЕРУ РФ НА ПЕРИОД ДО 2020 ГОДА И ДАЛЬНЕЙШУЮ ПЕРСПЕКТИВУ".

4.4. Меры по уменьшению влияния экономики РФ на изменение климата

Климатические изменения оказывают воздействие на многие стороны развития экономики РФ. Смягчение воздействия климатических изменений – не единственная проблема, которая требует принятия взвешенных решений уже сейчас. В материалах МГЭИК содержится много конкретной информации с оценками влияния того или иного вида деятельности человека на изменение климата. Тщательный взвешенный анализ этих материалов применительно к условиям РФ и ее регионов, а также получение конкретных экономических оценок стоимости мер по смягчению последствий необходимы для установления приоритетов климатической политики, направленной на уменьшение влияния экономики РФ на изменение климата.

Политика, направленная на снижение общего объема выбросов ПГ, может наилучшим образом способствовать устойчивому развитию, если она соответствует, а не противоречит решению важнейших социальных задач. Такая политика может способствовать решению проблем, выходящих за рамки проблемы изменений климата, например, снижать отрицательное воздействие промышленной деятельности на здоровье людей, содействовать повышению уровня занятости населения, защите и улучшению состояния лесов и водотоков, развитию энергосберегающих технологий.

Развитие энергосберегающих технологий и в целом повышение энергоэффективности приводят ко множественным выигрышам. Во-первых, это уменьшение потребности в энергоресурсах на производство единицы ВВП. Это, в свою очередь, приводит к снижению удельных выбросов ПГ и способствует достижению целей РКИК. Уменьшение внутренних потребностей в топливных ресурсах может либо создать дополнительные ресурсы энергии и сырья для развития экономики, либо увеличить потенциал экспорта энергоносителей. Применение энергосберегающих технологий приводит к снижению загрязнения атмосферного воздуха целым рядом вредных веществ (оксиды азота и серы, взвешенные вещества, озон, оксид углерода, органические токсиканты и др.). Наконец, повышение энергоэффективности экономики означает технологический рывок во всех секторах экономики, в социальной сфере и в государственной инфраструктуре, которые так или иначе связаны с производством, транспортировкой и потреблением энергии.

Энергоемкость экономики РФ в 3-5 раз выше, чем в развитых странах, что является следствием низкого технологического уровня производства и коммунально-бытовой сферы. Поэтому важнейшим направлением, способствующим уменьшению влияния экономики на климат, является повышение энергоэффективности во всем секторе потребления энергии.

Можно сказать, что сейчас достаточно быстрыми темпами формируется новый сектор мирового рынка в области энергоэффективности, и на этом рынке уже обостряется конкурентная борьба между развитыми странами за сбыт технологий, повышающих энергоэффективность как в сфере производства, так и в сфере потребления энергии. Зарубежные исследователи в развитых странах призывают свои правительства значительно усилить исследования и разработки по альтернативным источникам энергии, чтобы обеспечить конкурентоспособность экономики своих стран во второй половине 21-го в. Этот вызов повышения энергоэффективности и связанного с ним технологического прогресса настолько серьезен, что он находит отражение в политических документах развитых стран (например, в документах ЕС). Обозначившуюся связь климатической политики с ускоренной технологической модернизацией целесообразно отразить в концепции Климатической доктрины РФ (см. раздел 6).

Как известно, в РФ основные объемы техногенных выбросов ПГ приходятся на ТЭК, причем, если для выбросов CO₂ основная доля приходится на отрасли по производству тепловой и электрической энергии, то для метана – на добычу и транспортировку природного газа и нефти, добычу угля. Доля ТЭК в ВВП продолжает расти: если в 1990 г. она составляла 23%, то в 1998 г. - уже около 28%.

При множестве вариантов перехода к более “чистым” технологиям для в краткосрочной перспективе РФ наиболее эффективной (с точки зрения быстрой отдачи) является переход промышленности и энергетики на природный газ, характеризующийся меньшим объемом выбросов CO₂ на единицу произведенной энергии, чем сырая нефть, мазут и уголь. Однако нельзя не учитывать, что возможность этого способа снижения выбросов ПГ ограничена полным переходом на газовое топливо. Поэтому такой подход нельзя считать стратегически перспективным, тем более, что он не стимулирует энергосбережение.

Снизить объем выбросов ПГ можно при расширении использования различных видов возобновляемых источников энергии, таких, как гидроэнергетика, гелиоэнергетика, энергия ветра. Уменьшению потребности в ископаемом углеродном топливе может способствовать применение водорода в качестве топлива, а также метана, образующегося в свалках бытового мусора. Атомная энергетика также практически не дает выбросов ПГ, однако в обществе существует озабоченность по поводу безопасности транспортировки и захоронения радиоактивных отходов.

Частичной компенсации выбросов CO₂ можно достичь увеличением эффективности его стоков, в частности посадкой деревьев, листва которых поглощает и удерживает углерод. Эти

резервуары углерода в течение ближайших 50 лет способны удерживать до 10-20% выбросов CO₂. Это может дать время на разработку современных технологий с низким уровнем выбросов ПГ.

При грамотном управлении лесные и почвенные резервуары помимо снижения уровня CO₂ в атмосфере могут сыграть важную роль в решении социальных, экономических и экологических проблем (здоровые лесные массивы могут способствовать снижению эрозии почвы, способствовать сохранению природы и созданию новых рабочих мест в сельской местности). Для того, чтобы стратегия улучшения резервуаров углерода носила устойчивый характер, она должна учитывать и глубинные социально-экономические причины обезлесения и других видов деятельности.

Другой ключевой сектор – это сельское и лесное хозяйство. Здесь основной потенциал по улучшению баланса источников и стоков ПГ лежит в области накопления углерода в резервуарах (лес, почва) и в снижении выбросов метана и закиси азота посредством улучшения землеустройства. Снижение поголовья скота в РФ в период с 1990 по 2000 г. более чем в 2 раза привело к снижению эмиссии метана за счет ферментации животных более, чем в 2 раза (с 4.4 до 2.1 млн.т). В тоже время эмиссия метана, связанная с отходами (твердыми и жидкими) практически не изменилась.

В непроизводственной сфере динамика расхода энергоносителей определяется их удельными затратами на отопление жилых и общественных зданий. В развитых странах, например, США, планируется снижение удельных затрат энергоносителей в этой сфере на 20% за 20 лет в то время как в РФ эти затраты имеют тенденцию к росту.

К основным секторам – ключевым потребителям энергии – относятся металлургия, транспорт, жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ). Поскольку первые два сектора экономики, в основном, не относятся к бюджетной сфере, то их регулирование в части обеспечения энергосбережения возможно с помощью нормативно-правовых и экономических механизмов. По существу, с точки зрения влияния на климат (как и на качество окружающей среды), низкие показатели энергосбережения в металлургии, строительстве и транспорте можно интерпретировать как недобросовестную конкуренцию за счет использования технологий, недружественных к климату и к качеству окружающей среды. Не следует исключать, что такие недружественные к климату технологии будут испытывать давление со стороны международного сообщества, например, со стороны ВТО или ЕС, чтобы устранить указанные преимущества недобросовестной конкуренции.

Повышение энергоэффективности ЖКХ, особенно существующего жилого фонда – значительно более трудная задача. При строительстве новых зданий, в т.ч. нежилых, следует предъявлять повышенные требования по энергоэффективности. Например, в ЕС разрабатывается

директива по энергоэффективности зданий. По-видимому, повышение энергоэффективности ЖКХ должно стать предметом специальной федеральной целевой программы.

Необходимо подчеркнуть еще один ключевой фактор, который в значительной мере обуславливает успешное решение задач повышения энергоэффективности и четкого количественного определения баланса выбросов и стоков ПГ на территории РФ и, следовательно, правильной оценки выполнения страной намеченных мер по соблюдению своих обязательств, вытекающих из РКИК. Методы и нормативные основы определения выбросов ПГ из антропогенных и природных источников нуждаются в коренном улучшении. То же следует сказать и о методах оценки стоков ПГ. Указанные задачи тоже могут стать одним из предметов федеральной целевой программы.

Для проведения единой государственной политики в области повышения энергоэффективности экономики РФ можно предложить федеральную целевую программу "Повышение энергоэффективности экономики РФ", включив в число исполнителей этой программы не только федеральные ведомства, но и крупнейшие компании, деятельность которых связана с большим потреблением энергии. Целевые показатели предлагаемой ФЦП целесообразно устанавливать с учетом прогностических оценок изменения климата на территории РФ, которые должны вырабатываться в рамках соответствующей государственной научной программы. Финансирование ФЦП целесообразно осуществлять на смешанной частно-государственной основе, возложив на государство ответственность за научные исследования и за государственное регулирование (разработку нормативно-правовых основ, контроль и надзор и др.) в области энергоэффективности, а также за повышение энергоэффективности зданий существующего жилого фонда и зданий органов государственного управления и местного самоуправления и подведомственных им учреждений.

5. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УЧЕТУ ФАКТОРОВ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОГРАММ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

5.1 Климат как фактор устойчивого развития

При разработке региональных программ устойчивого развития в условиях меняющегося климата необходимо учитывать ряд важных обстоятельств. Вследствие большой инерции климатической системы, обусловленной долгим временем жизни ПГ в атмосфере и огромной теплоемкостью Мирового океана, антропогенное изменение климата будет происходить неуклонно и медленно в течение нескольких десятилетий. Это означает, что, несмотря на имеющиеся неопределенности современных оценок изменения климата, серьезных региональных проблем следует ожидать в более отдаленной перспективе, если содержание ПГ в атмосфере будет продолжать расти.

С другой стороны, долговременные программы ранних превентивных действий, рассчитанные на реализацию в течение нескольких десятков лет, представляются недостаточно убедительными для государственных и политических деятелей страны. Как правило, в РФ лица, принимающие политические решения, не готовы рассматривать последствия изменений климата за пределами ближайших 10-20 лет. Какие *ранние* предупредительные меры необходимо предпринять, чтобы ослабить *долговременные* последствия? Этот вопрос заслуживает особого внимания, и правильный ответ на него требует дальнейшего детального изучения. Сложность заключается и в том, что изменения климата на интервалах времени в 10-20 лет оказываются относительно малыми по сравнению с естественной изменчивостью климата, и для многих важных его характеристик эти изменения сравнимы с точностью измерений с помощью современных систем наблюдения. Вместе с тем происходящие в настоящее время изменения некоторых наиболее важных характеристик климата в ряде регионов РФ, качественно совпадающие расчетами МОЦАО (см. раздел 1), дают основания считать, что время для принятия адаптационных мер уже наступило.

Ниже рассматриваются некоторые (далеко не все) аспекты климатического фактора, учет которых необходим в региональных программах устойчивого развития.

5.2 Оценка влияния изменения климата на энергетику

5.2.1 Добыча и транспортировка ископаемого топлива

Уязвимость процессов добычи нефти, газа, угля, сланцев и их транспортировки связана с частотой опасных метеорологических явлений (грозы, метели, пыльных бурь, опасных осадков, скоростей ветра более 20 м/с, пожароопасности 4-5 баллов). В зонах вечной мерзлоты ущерб может возникнуть за счет более глубокого протаивания вечномерзлых грунтов. При добыче нефти и газа на морском шельфе опасность для эксплуатации буровых установок представляют большие

ветровые и гололедные нагрузки. Наиболее сильным может оказаться влияние потепление климата для газовой отрасли (транспортировки газа) вследствие сосредоточенности месторождений и транспортной системы в зоне вечной мерзлоты (см. п. 1.1.3).

На территории юга Якутии планируются разработки новых месторождений и прокладка трубопроводов на Дальний Восток. Поэтому данные мониторинга и модельные оценки нуждаются в дальнейшем уточнении и тщательной разработке методов усвоения. Для предотвращения ущерба необходимы заблаговременные меры по укреплению буровых установок.

5.2.2 Атомная и тепловая энергетика

На долю атомных электростанций (АЭС) приходится около 16% производимой в РФ энергии. В настоящее время рассматривается новая программа дальнейшего развития энергетики, в которой предусматривается повышение роли и увеличение числа АЭС в последующие 20 лет. Безопасность функционирования АЭС в значительной мере определяется климатическими условиями. По рекомендации МАГАТЭ специализированными климатическими показателями, обеспечивающими безопасную работу АЭС, являются: вероятность смерчей, скорость ветра и температура, возможные 1 раз в 10 000 лет, повторяемость штилей.

Теплоэлектростанции (ТЭС) производят около 70% электроэнергии в РФ. Специализированными климатическими показателями для работы ТЭС служат: вероятность смерчей, максимальное годовое число дней, возможное 1 раз в 100 лет с опасным ветром, среднее число дней с температурой воздуха выше +30°C и относительной влажностью менее 50% за год. Чем выше значения указанных климатических показателей, тем хуже условия для нормальной работы ТЭС.

Анализ изменений ТВП и характеристик ветра позволяет сделать вывод о том, что наиболее неблагоприятные условия для работы АЭС и ТЭС могут складываться в Южном ФО, а также в южных районах Уральского и Сибирского ФО, где наблюдается значительный рост максимальных температур воздуха. Одновременно происходит уменьшение количества осадков летом. Эти два фактора приводят к нагреванию прудов-охладителей и затрудняют функционирования охладительных систем АЭС и ТЭС. В этих районах отмечено также увеличение повторяемости штилей, что может приводить к накоплению радиоактивности вблизи АЭС. Аналогичная ситуация, но на фоне более низких температур и некоторого увеличения сумм осадков, наблюдается в Центральном и Приволжском ФО, а также в центре, на юге и юго-востоке Сибирского ФО. Во всех указанных округах необходимо обеспечить дополнительные возможности для охлаждения рабочих блоков электростанций, а также сделать более надежной работу очистительных систем.

В северных районах Уральского и Сибирского ФО, а также на территории Северо-западного и Дальневосточного ФО максимальные значения ТВП более низкие, и их рост не может представлять опасности для работы АЭС и ТЭС. Эти районы являются оптимальными для размещения электростанций указанных типов.

Наибольшее количество опасных явлений наблюдалось в Центральном, Приволжском, Южном ФО, а также на юге Уральского и Сибирского ФО. В этих районах необходимо ужесточить требования к проектировочным характеристикам электростанций, чтобы повысить надежность их работы в тех случаях, когда максимальные скорости ветра выходят за пределы проектных значений.

5.2.3 Гидроэнергетика.

Работа гидроэлектростанций (ГЭС) зависит, в первую очередь, от режима осадков и стока в период снеготаяния. Сток определяет объем притока в водохранилища, уровни в верхнем и нижнем бьефе. Главную опасность составляют засухи и связанные с ними низкие уровни воды в водоемах. При потеплении климата значительное увеличение притока воды в зимний период благоприятно для выработки электроэнергии, но потребует пересмотра режима работы отдельных водохранилищ и каскадов в целом для создания оптимальных условий регулирования стока и с учетом запросов всех водопользователей и разработки мер по минимизации неблагоприятных экологических и социальных последствий (возможное затопление и подтопление населенных пунктов, увеличение полыньи в нижних бьефах и др.). В изменившихся природных условиях необходимо дальнейшее совершенствование системы гидрологических наблюдений и разработка новых методов краткосрочных и долгосрочных прогнозов зимнего и весеннего притока воды в водохранилища.

Прогнозируемый повышенный приток к основным водохранилищам крупных ГЭС РФ в первой четверти 21-го в. (на 10-20% для Волжско-Камского и до 15% для Ангаро-Енисейского каскадов) в целом окажет благоприятное влияние на выработку электроэнергии в стране. Адаптационные мероприятия особенно важны для южных районов РФ, где часто возникают засухи, и их повторяемость должна возрасти.

5.2.4 Экологически чистая ресурсосберегающая энергетика

Возобновляемые источники энергии не являются альтернативой существующей энергетике, они – существенная часть энергетике будущего, причем не такого уже далекого. В настоящее время наметилась новая тенденция развития мировой энергетике, выражающаяся в увеличении доли децентрализованного производства электрической и тепловой энергии за счет

экологически чистых возобновляемых источников энергии. Ресурсы возобновляемой энергии огромны и доступны каждой стране.

Гелиоэнергетика. Валовой (теоретический) потенциал гелиоэнергетики на территории РФ составляет $2,3 \times 10^6$ млн.т у.т., технический – 2300 млн. т у.т. (1 т у.т. = 8120 кВт·ч). Несмотря на огромный запас солнечной энергии, развитие гелиоэнергетики сопряжено с решением ряда проблем. Основной из них является низкая плотность концентрации и случайный характер прихода солнечной энергии, требующие совершенных технологий ее преобразования и аккумулирования. В последние 10-20 лет наблюдается значительный прогресс в области использования солнечной энергии. Наиболее перспективными для развития гелиоэнергетики являются два региона, расположенные южнее 50° с.ш. Первый занимает территорию Приморского края, южную часть Хабаровского края и Амурской области, второй – юг ЕТР. Согласно прогнозу, изменения в годовом приходе солнечной радиации в условиях меняющегося климата будут незначительными. Так, на период с 2011 по 2030 гг., на большей части территории РФ аномалии годового прихода суммарной радиации по отношению к контрольному периоду 1981-2000 гг. предполагаются в пределах $0 \pm 2\%$.

Ветроэнергетика. Хотя успехи в освоении ветроэнергетических установок в РФ до сих пор невелики, следует отметить, что имеется некоторый прогресс в решении этой проблемы. Так, на северо-западе ЕТР успешно функционировала в течение нескольких лет ветроэнергетическая установка (ВЭУ) средней мощности на о. Котлин. В последние 3 года действует ВЭУ датского производства, расположенная в районе г. Гатчина. Стабильно функционируют ВЭУ на прибрежных участках п-ова Чукотка. Установка и работа ВЭУ в указанных местах стала возможной благодаря зарубежным инвестициям из Дании, США и Германии. С учетом наличия положительного временного тренда ВЭП за последние 10-15 лет к перспективным для крупной ветроэнергетики следует отнести: побережья Баренцева и Белого морей, южную половину Центрального ФО, центральную часть Южного ФО, почти всю территорию Уральского ФО, исключая его южную часть, в пределах Сибирского ФО – Иркутскую область и север республики Саха, в пределах Дальневосточного ФО – вся Чукотка, южная половина Камчатки и Магаданской области, крайний юг Приморского края.

5.2.5 Передача энергии ЛЭП

ЛЭП разрушаются при нагрузках, превышающих критические значения, что сказывается на энергоснабжении значительной территории. Поскольку наблюдается уменьшение скорости ветра в центральных и южных районах РФ, где аварийность ЛЭП особенно высока, частота аварий за счет ветровых нагрузок должна несколько сократиться. Вместе с тем, гололедные нагрузки в связи с потеплением, вероятно, возрастут, особенно в западной части ЕТР. В этом случае следует

рассчитать повторяемость «занормативных» нагрузок и рассмотреть меры по укреплению опор ЛЭП.

5.3 Оценка влияния изменения климата на строительство

Строительная отрасль относится к системообразующим компонентам российской экономики; на нее приходится 8.2% ВВП. Применение современных технологий с учетом меняющегося климата, позволит улучшить эксплуатационные качества зданий, сократить потребление энергии и увеличить их долговечность. Учет климатических условий в строительном проектировании и при производстве строительных работ является традиционной. В нормативных документах по строительству много места занимают строительные нормативы по климату (СНиП, ТСН «Строительная климатология»).

5.3.1 Тепловой режим зданий

Ожидаемое повышение ТВП в первой четверти 21-го в. приведет к наибольшему изменению соответствующих нормативных характеристик на Сибирском севере, западе Северо-западного ФО, на северо-западе и в центре Дальневосточного ФО. В этих округах будет наблюдаться значительная экономия энергии, и поэтому в региональных программах важно отразить количественные показатели этой экономии. При повышении ТВП наиболее холодных суток на 1°C термическое сопротивление ограждающих конструкций может быть уменьшено на 10-20%. Таким образом, ужесточение требований к теплозащите зданий, если не менять параметров СНиП, произойдет само по себе. Тем не менее, следует выполнять дальнейшие исследования в этом направлении.

Снижение потребности в энергии в условиях потепления может дать в РФ экономию до 5 млрд. долларов в год за счет сокращения затрат на отопление. На рис. 5.1 приводится карта изменения продолжительности отопительного периода на 2015 г. Сокращение отопительного периода составит в различных ФО от 1-2 до 4-5 дней в году. По каждому ФО необходимо провести более детальные исследования изменения продолжительности и температуры отопительного периода с учетом особенности подстилающей поверхности.

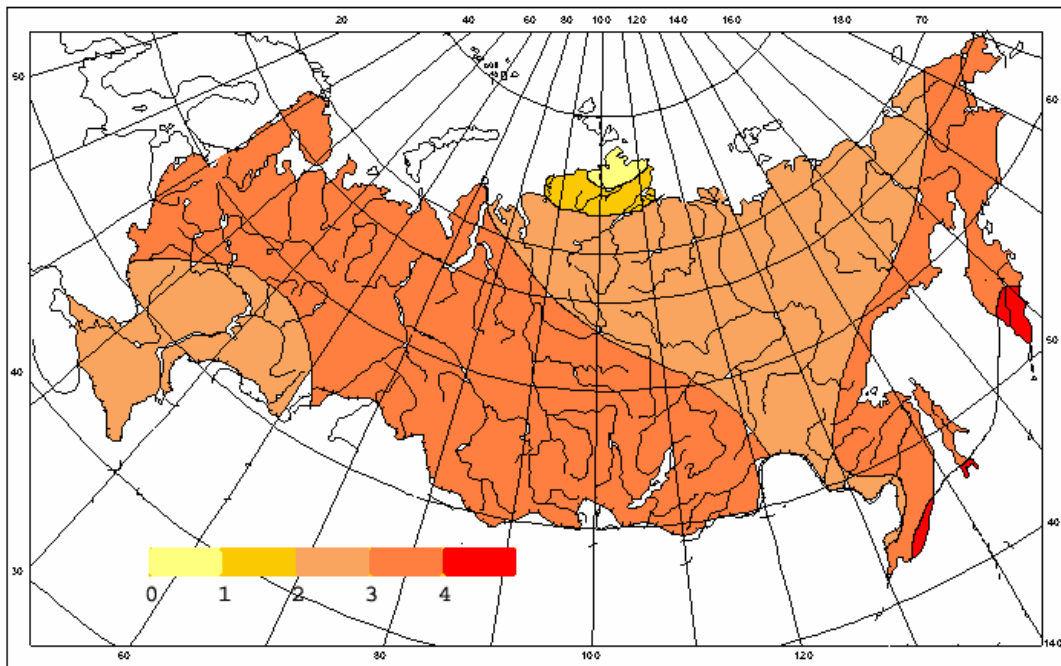


Рис. 5.1 Уменьшение продолжительности отопительного периода к 2015 г.

5.3.2 Долговечность зданий и сооружений

В процессе эксплуатации здание подвергается внешним воздействиям, которые принимаются во внимание в проектах путем подбора материалов и конструкций, защиты их специальными покрытиями и т.д. Эксплуатационные затраты на здание в процессе его службы в 2-3 раза превышают расходы на его строительство. Поэтому приобретают особую актуальность вопросы безремонтной эксплуатации, т.е. выбора конструкции, не требующей капитального ремонта. За период 1951-2004 гг. отмечался слабый рост зимних и летних осадков на ЕТР а в Западной Сибири – рост зимних и весенних осадков. В целом за год во всех регионах в ближайшее десятилетие прогнозируется небольшое увеличение количества осадков.

Для оценки неблагоприятного термического воздействия на стены оценивается морозостойкость материалов в зависимости от климатических параметров. Морозостойкость – условная характеристика, которая измеряется числом циклов попеременного замораживания и оттаивания насыщенного водой материала без существенной потери технических свойств. В связи с увеличением повторяемости оттепелей и заморозков в осенне-зимний и зимне-весенний периоды на ЕТР, Приморье и др. будет наблюдаться ухудшение условий эксплуатации зданий и уменьшение их долговечности. Эта тенденция может привести к сокращению периода до ремонтной эксплуатации зданий до 2 раз в первой четверти 21-го в.

С атмосферными нагрузками могут быть связаны катастрофические разрушения зданий и сооружений, приводящие к человеческим жертвам и большим ущербам. Поэтому важно выяснить, как может измениться повторяемость и интенсивность атмосферных нагрузок. Анализ данных по ТВП, осадкам, солнечной радиации, полученных в результате моделирования, а также сведения о тенденциях изменения характеристик ветра позволил получить прогноз их значений на первую четверть 21-го в.

Снеговые нагрузки. В строительстве и эксплуатации различных сооружений и дорог снежный покров является отрицательным фактором, создающим нагрузки и заносы. Снеговая нагрузка на различные покрытия определяется весом снегового покрова на единицу площади (запасы воды в снежном покрове). В связи с изменением климатических условий в ближайшее десятилетие изменится и величина снеговой нагрузки. Наибольшие (до 20% и больше) ее изменения (уменьшение снеговой нагрузки) произойдут на юге и западе ЕТР (Северо-Западный, Центральный и Южный ФО). На АТР наибольшее уменьшение нагрузки ожидается на востоке Дальневосточного ФО (северо-восток и особенно сильное на юго-востоке).

Гололедные нагрузки. Гололедные нагрузки возникают в результате осаднения того или иного гололедного отложения на предметах. Наибольшие изменения нагрузок на ЕТР (увеличение нагрузок) ожидаются в Южном ФО, где преобладающим видом отложений является гололед. На

АТР наибольшее увеличение нагрузок возможно на северо-востоке и юго-востоке Дальневосточного ФО. Здесь в прибрежных районах велики отложения мокрого снега.

Ветровые нагрузки. Ветровая нагрузка возникает вследствие давления ветрового потока на сооружение. На большей части федеральных округов ЕТР за исключением севера Северо-западного ФО, юга Южного ФО и юго-запада Приволжского ФО произойдет значительное уменьшение ветровой нагрузки. В азиатской части РФ в некоторых районах Сибирского и Дальневосточного ФО (как внутриконтинентальных, так и прибрежных) возможно увеличение ветровой нагрузки. На остальной территории она мало изменится или уменьшится.

В региональные программы необходимо включать исследования по уточнению атмосферных нагрузок и включению новых нормативов (с учетом изменения климата) в СНиП «Атмосферные нагрузки и воздействия».

5.4 Влияние изменения климата на транспорт

РФ занимает географически выгодное положение для транспортных связей основных стран мира и поэтому ее территория включена во вновь создаваемую Европейскую транспортную систему. На территории РФ создаются и будут создаваться транспортные коридоры, проходящие через всю страну или ее части. Страны Европы и Ближнего Востока имеют большой интерес к этим коридорам, которые дают прямой выход к сырьевым ресурсам и рынкам сбыта.

Более половины всего грузооборота и большую часть пассажирских перевозок осуществляет железнодорожный транспорт. Рыночные преобразования и дальнейшее освоение природных ресурсов северных и восточных регионов неизбежно ведут к росту объемов перевозок.

Проектирование транспортных коридоров (автомобильных и железных дорог) может быть осложнено: во-первых, возрастанием количества осадков, особенно жидких и смешанных; во-вторых, ростом количества опасных явлений, таких как туман, сильные ливни, снежные лавины, опасные снегопады и метели, песчаные бури.

Увеличение жидких осадков создает опасность размыва некоторых участков автомобильных дорог и железнодорожного полотна, а обильные снегопады и прирост снежного покрова ≥ 5 см потребует повышения насыпи железнодорожного полотна.

Все изменения специализированных характеристик для проектирования дорог должны быть введены в соответствующие главы СНиП «Строительная климатология» и «Автомобильные дороги». Требуется пересмотра и корректировки карта влажности содержащаяся в СНиП 23.01.99.

В связи с потеплением и ростом повторяемости заморозков и оттепелей, увеличится повторяемость гололедицы на дорогах. Это относится к большей части Северо-Западного, Центрального, Уральского и Приволжского ФО, а так же к центральным районам Сибирского и Дальневосточного ФО. Кардинальным решением проблемы гидрометеорологического

обслуживания железных и автомобильных дорог, так же как и их строительства является ужесточение требований к проектировочным характеристикам и введение новых норм в главу СНиП «Автомобильные дороги».

Особого рассмотрения заслуживают перспективы развития речного транспорта (см. п. 5.5.2) и Северного морского пути (см. п. 1.1.3)

5.5 Водное хозяйство

5.5.1 Водные ресурсы

Водные ресурсы в бассейне Дона. 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 гг. Вместе с тем в настоящее время безвозвратные потери стока Дона составляют 6.4 км³, т.е.23% от 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 очень серьезной водно-экологической проблемы в системе “бассейн Дона – Азовское море”.

В результате изменения климата и развития социально-экономических структур ожидается уменьшение водных ресурсов и водообеспеченности (до 10-20%) и увеличения нагрузки на водные ресурсы (до 25%) в первой четверти 21-го века в черноземных областях Центрального ФО и в ряде субъектов Южного ФО, а также в верховьях Оби и Иртыша и юго-западной части Сибирского ФО.

В маловодные годы водообеспеченность Белгородской и Курской областей, Ставропольского края и республики Калмыкия может быть очень низкой или критически низкой (1000-1500 м³ в год на одного человека). В этом случае возникает настоятельная необходимость строгого регулирования и ограничения водопотребления. В этом случае нехватка пресной воды становится фактором, сдерживающим экономический рост и повышение благосостояния населения.

Уменьшение водных ресурсов р.Дон приведет к уменьшению притока пресных вод в Азовское море, увеличению его солености и снижению биологической продуктивности. При перспективном планировании развития водохозяйственного комплекса бассейна Дона необходимо учитывать этот крайне неблагоприятный сценарий развития. Решение проблемы в южной части бассейна Дона, сохранение и увеличения рыбохозяйственного и рекреационного значения Азова видится в завершении строительства канала Волга-Дон, законсервированного в начале 1990-х

годов. Это представляется логичным, учитываемое прогнозируемое увеличение годового стока р.Волга.

Водообеспеченность в верховьях Иртыша и Оби. Учитывая наблюдаемые в настоящее время отрицательные тренды водных ресурсов и водообеспеченности, согласующиеся с расчетами по климатическим моделям, весьма вероятно в ближайшие десятилетия их уменьшение в верховьях бассейнов Оби и Иртыша. Так, в будущем на юго-западе Сибирского ФО следует ожидать их дальнейшее уменьшение на 5-15%, с одной стороны, и увеличения их потребления в ближайшие 10-20 лет, с другой. В маловодные периоды водные проблемы могут приобрести особую остроту. Это связано, прежде всего, с большой межгодовой изменчивостью водных ресурсов и интенсивным использованием стока трансграничных рек в Китае и Казахстане. Для смягчения негативных последствий в водообеспечении населения и развивающейся экономики этих регионов необходимо рассмотреть возможности дополнительного регулирования стока и заключения международных договоров с Китаем и Казахстаном по совместному использованию водных ресурсов Иртыша.

Водообеспеченность в Центральном ФО. Несмотря на прогнозирование заметного увеличения водных ресурсов в нечерноземных областях Центрального ФО, в некоторых регионах (Московская область и г.Москва) в результате развития экономики, увеличения численности населения можно ожидать значительного увеличения нагрузки на водные ресурсы и снижения водообеспеченности, которые в настоящее время находятся на критическом уровне. Так, современная водообеспеченность здесь составляет 1000-1500 м³ в год на одного человека, что по международному стандарту является критически низкой и дальнейшее ее снижение может привести к крайне негативным последствиям. Уже в ближайшее время необходимо предусмотреть разработку практических мероприятий по дополнительному водообеспечению населения и экономики Москвы и Московской области.

5.5.2 Изменения ледового режима рек

Задача адаптации различных отраслей экономики к разнонаправленным последствиям изменения ледового режимов рек и водоемов достаточно многогранна. Прогнозируемые изменения могут иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

- К положительным следует отнести увеличение навигационного периода речного флота и соответственно увеличение грузооборота, сокращение сроков работы ледокольного флота, повышение рыбопродуктивности, снижение заморов рыбы.
- К негативным последствиям относятся сокращение сроков действия ледовых переправ, создающих трудности 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 РФ 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° с.ш.

Изменения продолжительности ледостава и толщины льда на больших реках имеют огромное значение для Сибирского и Дальневосточного ФО, 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 межлетнего стока и продолжительности навигации практически для всех крупных рек РФ 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-х гг.

5.5.3 Наводнения и паводки

При потеплении климата наиболее опасными последствиями представляются наводнения и паводки. В перспективе ожидается увеличение примерно в два раза частоты максимальных уровней наводнений в результате муссонных осадков в Дальневосточном ФО, заторных наводнений на р.Лене и на ряде других сибирских рек.

Частота паводков, вызванных сильными дождями Дальнем Востоке увеличится в 1.2-1.5 раза. Если сейчас они повторяются один раз в 10-15 лет, то в первой четверти 21-го в. они будут повторяться с периодичностью 1 раз в 7-12 лет.

Для кардинального улучшения борьбы с катастрофическими наводнениями необходимо перейти от практикуемой в настоящее время стратегии ликвидации последствий, как непредсказуемого и неуправляемого природного явления, к стратегии предупреждения и предотвращения наводнений и управления их риском. Для этого необходимо:

- Создание бассейновых систем прогнозирования и предупреждения и защиты от наводнений (на реках Северного Кавказа и в Приморье);

- Реорганизация существующей системы гидрометеорологических наблюдений, техническое перевооружение сети Росгидромета;
- Упорядочение землепользования в зоне риска от наводнений на основе надежной оценки зон затопления, уязвимости и риска;
- Совершенствование нормативно-правовой базы, определяющей четкую ответственность федеральных органов и местной администрации за последствия катастрофических наводнений;
- Создание современной системы страхования от наводнений какие существуют в развитых странах.

В отношении борьбы с наводнениями в Санкт-Петербурге необходимо в возможно сжатые сроки достроить и ввести в действие комплекс по защите города от наводнений.

5.6 Сельское хозяйство

В силу большого разнообразия почвенно-климатических условий РФ программа адаптации сельского хозяйства к изменениям климата должна носить региональный характер, оставаясь при этом комплексной и системной. Необходимость системного подхода определяется тем, что в силу рыночного характера современного сельскохозяйственного производства перспективы его развития в регионах определяются местными почвенно-климатическими условиями и динамикой российских и мировых цен на зерно.

5.6.1 Оптимизация размещения сельскохозяйственных культур с учетом наблюдаемых и прогнозируемых изменений климата

При сложившейся к настоящему времени структуре посевных площадей наблюдается неоправданная мозаичность приоритетных культур даже в сопредельных областях и районах. Такая явно неадаптивная структура является одной из важных причин неэффективности российского сельского хозяйства.

Перераспределение посевных площадей между регионами ЕТР с учетом их климатообусловленной урожайности за прошлые годы могло бы привести к росту валовых сборов зерна ярового ячменя на 29%, яровой пшеницы – на 67%, и озимой пшеницы – на 15%. Оптимизация размещения сельскохозяйственных культур возможна, если достижение социально-экономической стабильности и продовольственной безопасности РФ становится целью государственного макроэкономического регулирования.

По мере развития глобального потепления будет изменяться физико-географическая зональность территории РФ. Ожидается сокращение площади полярно-тундровой зоны. Во второй

половине 21-го в. тундра на ЕТР должна практически исчезнуть. Значительно сократится и площадь тайги, но расширится пояс широколистных лесов.

Предсказываемые изменения дат перехода ТВП через 0°C весной и сроков снеготаяния свидетельствуют в пользу более ранней весенней вегетации. На Нечерноземье в период 2020-2030 гг. сев яровой пшеницы может осуществляться на 15-18 дней ранее средних многолетних дат, а озимой пшеницы – примерно на 1,5-2 недели позднее.

Оценки изменений сумм ТВП выше 10°C и 15°C и продолжительности соответствующих им периодов указывают на возможность смещение зоны посевов яровых культур – пшеницы, ячменя, овса и кукурузы на силос – к северу. Для просяных культур и твердой пшеницы, более требовательных к теплу, смещение посевов может осуществляться, в основном, к востоку.

К 2020-2025 гг. выделяется обширная область от северо-востока ЕТР до озера Байкал, в которой минимальные значения ТВП зимой уже не будут приводить к вымерзанию посевов озимых культур. Возделывание озимой пшеницы станет возможным на территории всей современной зоны товарного земледелия в Западной Сибири. Наконец, ожидаемые изменения климата будут способствовать росту содержания гумуса в пахотных почвах Нечерноземья, что повысит их плодородие.

К негативным последствиям ожидаемых изменений климата следует отнести возрастающую уязвимость сельскохозяйственных культур к воздействию вредителей и болезней и, кроме того, засоренность посевов новыми видами сорняков.

5.6.2 Система мер для повышения эффективности сельского хозяйства РФ в условиях изменяющегося климата

Расчеты, выполненные разными авторами, показывают, что биоклиматический потенциал (БКП) территории РФ (в отличие от урожайности отдельных культур) при потеплении климата повысится. В принципе, рост БКП (при прочих равных условиях) может приводить к снижению урожайности некоторых сельскохозяйственных культур, произрастающих в умеренной зоне – пшеница, картофель и др. Урожай таких культур снижается из-за сокращения вегетационного периода при повышении температуры воздуха. Чтобы продуктивность земледелия росла пропорционально росту БКП, необходима адаптация – замена используемых сортов (гибридов) на более позднеспелые и продуктивные (например, на яровую пшеницу и кукурузу).

В зоне достаточного увлажнения адаптационные экономические меры должны быть направлены на использование связанных с потеплением климата дополнительных ресурсов путем:

расширения посевов более позднеспелых и более урожайных видов (сортов) зерновых культур кукурузы, подсолнечника, позднеспелых сортов картофеля, рапса и др.;

- увеличения применения удобрений и средств химизации, которые более эффективны в условиях более теплого и влажного климата;
- расширения свеклосеяния, повышения доли более теплолюбивых видов кормовых культур – сои, люцерны и др.;
- повышения удельного веса животноводства, базирующегося на «сенном» типе кормления для использования растущей кормовой базы;
- расширения посевов вторых – пожнивных сельскохозяйственных культур для использования более продолжительного вегетационного периода;
- уменьшения затрат на корма и обогрев рабочих помещений в результате сокращения периода стойлового содержания скота.

К негативным воздействиям изменений климата на территории достаточно увлажненной нечерноземной зоны следует отнести растущую уязвимость растениеводства к воздействию вредителей и болезней. Адаптационные меры здесь должны быть направлены на уменьшение этой угрозы.

В зоне недостаточного увлажнения адаптационные экономические меры должны быть направлены не только на использование дополнительных тепловых ресурсов, но и 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, Урала и Западной Сибири, ячменя на Северном Кавказе, в Ростовской и Волгоградской областях;
- расширения орошаемого земледелия, которое следует рассматривать не только как самую кардинальную меру борьбы с ростом засушливости климата, но и как необходимое условие для наиболее полного использования в растениеводстве дополнительных тепловых ресурсов.

5.6.3 Система мер по обеспечению продовольственной безопасности и устойчивого развития

Сельское хозяйство как социоэкономическая система отличается высоким консерватизмом. Причем именно высокая консервативность является главной причиной того, что вся его история сопровождалась кризисами, в основе которых лежали неспособности существующих систем земледелия обеспечить все возрастающее население продуктами питания. Можно предположить, что относительно быстрые в новейшей истории изменения климата, начавшиеся в середине 1970-х гг., уменьшили складывающуюся десятилетиями степень адаптированности сельского хозяйства к

локальным условиям природной среды. Для обеспечения продовольственной безопасности РФ в условиях изменяющегося климата, необходима система мер разной степени значимости. Для нашей континентальной страны необходимо коренные изменения географии земледелия путем продвижения его в более северные, достаточно увлажненные зоны с целью создания устойчивого и надежного сельского хозяйства.

Должны быть приняты меры по стабилизации валовых сборов зерна в связи с прогнозируемым потеплением климата. В этой связи следует разработать рекомендации по оптимизации размещения и состава выращиваемых сельскохозяйственных культур как на межрегиональном уровне, так и в пределах каждого региона с учетом межгодовой изменчивости температуры и осадков.

Для обеспечения стабильности производства продовольствия в условиях потепления климата необходимо развитие орошаемого земледелия, которое позволяет оптимальным образом использовать растущие тепловые ресурсы. Развитие орошаемого земледелия лимитируется доступной для изъятия долей стока рек, зависящей, в свою очередь, от ожидаемых климатических условий. Стратегическое значение в этой связи имеют прогнозы водности таких рек, как Волга, Дон, Кубань, Иртыш и др.

Полученные оценки по различным моделям и многим сценариям изменений климата дают совпадающие результаты – на территории нечерноземной зоны ожидается рост теплообеспеченности сельскохозяйственных культур, биоклиматического потенциала и запасов органического углерода в пахотных почвах. Как следствие этого прогнозируется устойчивый рост продуктивности сельского хозяйства до середины или, возможно, до конца 21-го в.

Необходимо принять неотложные меры по адаптивной интенсификации АПК нечерноземной зоны РФ и, в первую очередь, в Центральном и Северо-Западном ФО, включая Калининградскую область, где ожидается существенное потепление климата. На этой территории необходимо обеспечить уровень применения органических и минеральных удобрений, мелиорантов и средств защиты растений по нормам, принятым для аналогичных почвенно-климатических условий в странах ЕС. Эта мера приведет к 2-3 кратному росту продуктивности сельского хозяйства.

Учитывая прогнозируемый рост теплообеспеченности, биоклиматического потенциала и, в целом, достаточную увлажненность сельскохозяйственной зоны Дальневосточного ФО представляются обоснованными те же рекомендации, что и для нечерноземной зоны ЕТР.

Для Центрально-Черноземных областей первоочередными мерами по стабилизации сельскохозяйственного производства являются: внедрение влагосберегающих технологий, включая сохранение или даже расширение площадей под чистыми или занятыми парами,

увеличения доли озимых зерновых культур, расширение посевов засухоустойчивых культур – кукурузы, сорго и проса.

Для Сибирского ФО (центр, юг) рекомендуется более полное использование системы борьбы с засухами, адаптированной к условиям резко континентального климата. Благоприятным фактором для этого региона является рост продолжительности теплого периода года и связанное с этим улучшение условий уборки сельскохозяйственных культур.

На Южного, Приволжского, Уральского (юг) и Сибирского (центр, юг) ФО рекомендуется расширение площадей занятых озимыми зерновыми более урожайными, чем яровые культуры и расширение посевов дефицитных для России сельскохозяйственных культур, проявляющих высокие требования к теплу. Это, в первую очередь, относится к производству зерна кукурузы, которые сейчас, в основном, импортируется, и к расширению посевов сахарной свеклы. Это должно привести к уменьшению существующей зависимости от импорта сахара и сахарного сырья, а также посевов масличных культур.

Наблюдаемые изменения климата Южного, Уральского и Сибирского ФО не подтверждают пока прогнозов его аридизации. Тем не менее, такой сценарий изменения климата черноземной зоны России следует рассматривать как весьма вероятным в 21-м в., что может служить основанием для принятия следующих превентивных мер.

1. Приволжский, Южный и Уральский ФО, поставляющие наибольшее количество продовольственного экспортного зерна должны, иметь возможность расширения необходимых посевных площадей для компенсации недоборов зерна, связанных с ростом повторяемости засух в этих регионах. Эти площади должны освободиться в результате переноса производства соответствующих объемов фуражного зерна за пределы зоны рискованного земледелия.

2. Должна быть разработана и принята система мер, уменьшающих межгодовую изменчивость валовых сборов зерна в засушливых регионах. Устойчивость зернового производства зависит от сочетания посевов различных зерновых культур. При этом, чем ниже коэффициенты парной корреляции рядов урожайности, тем более устойчиво производство зерна. С точки зрения устойчивости полезно сочетаются озимые и яровые культуры, просо (особенно с яровой пшеницей и овсом), озимая рожь с яровой пшеницей и т.д., устойчивость валовых сборов повышается в результате концентрации производства в географически удаленных регионах и т.д.

3. Должны быть предусмотрены возможности создания значительных страховых запасов зерна (рекомендуемая величина этих запасов порядка 21 млн. тонн). На такое увеличение урожая за счет благоприятных агрометеорологических условий должны ориентироваться резервные мощности зернохранилищ, а также обеспеченность хозяйств уборочной техникой.

4. Должно быть предусмотрено расширение экономически рентабельного орошаемого земледелия, особенно для Приволжского и Южного ФО с учетом того, что потепление климата

повышает его эффективность. Расширение массивов поливных земель – самый радикальный путь интенсификации и стабилизации сельскохозяйственного производства.

5. На территории Южного и Приволжского (Нижняя Волга) ФО должны быть созданы расширяющиеся по мере потепления климата зоны высокоинтенсивного субтропического земледелия, аналогом которой является современное сельское хозяйство Узбекистана (производство хлопка, субтропических фруктов, винограда и т.д.)

5.7 Здоровье человека

На здоровье и самочувствие человека существенное влияние оказывают температура и влажность воздуха, напряжённость солнечной радиации, атмосферное давление, скорость ветра, а также комплекс метеорологических величин, выраженных в виде эквивалентно-эффективных температур, душных погод, индексов дискомфорта и т.д., а также частота опасных атмосферных явлений. От этих величин зависит организация рекреации: санитарно-гигиенический режим зданий, физиологическое состояние человека, терапевтические и профилактические мероприятия, патологии здоровья человека (заболевания сердечно-сосудистые; хронические неспецифические заболевания органов дыхания; ревматические и простудные заболевания, кожные болезни и др.)

На территории РФ наибольшее потепление (на 1.2-1.4°C) в следующем десятилетии произойдет в северных районах Северо-Западного, Уральского, Сибирского и Дальневосточного ФО, а наименьшее (менее чем на 1°C) – в Южном и Центральном ФО. Поскольку потепление предположительно будет происходить в холодную часть года, суровость зимних условий уменьшится, очень холодные периоды будут наблюдаться реже, что положительно повлияет на здоровье населения. В летние месяцы сохранится присущий этим районам дискомфорт.

Неблагоприятные условия летом будут преобладать на юго-востоке Дальневосточного ФО из-за высокой влажности, и в Дагестане из-за высокой температуры воздуха. Зима станет более мягкой в Южном и Центральном ФО. Нет оснований ожидать здесь распространения трансмиссивных заболеваний (например, вследствие малярийных комаров).

Наибольшее влияние на здоровье человека оказывают волны тепла, которые в крупных городах могут приводить к большому количеству жертв. Больше всего от повышения температуры страдают жители городов, потому что региональное повышение температуры усиливается за счет городского «острова тепла». Количество смертей, связанных с перегревом, увеличилось в 2004 г. на 85% по сравнению с 1995 г. Волны тепла особенно опасны для более пожилых, детей и малообеспеченных людей.

Общие показатели смертности больше зимой, чем летом. Возможно, что более мягкие зимы уменьшат смертность, но взаимосвязь между зимней погодой и смертностью трудно интерпретировать, так как зимние болезни, например, такие как грипп, часто являются причиной

смерти, но неясно, как влияет изменение климата на перенос инфекции. Чистый эффект от влияния изменения климата на зимнюю смертность в высшей степени не определен. В целом для здоровья населения РФ возможное потепление климата будет скорее благоприятными.

5.8 Первоочередные задачи, связанные с учетом факторов меняющегося климата при разработке региональных программ устойчивого развития

Последствия изменения и изменчивости климата для экономики и социальной сферы можно оценивать двумя способами. Во-первых, можно экстраполировать наблюдаемые тренды (долгосрочная естественная изменчивость климата накладывает очень жесткие ограничения на применимость этого способа). Во-вторых, можно использовать модели, основанные на имеющихся знаниях о зависимости между климатическими условиями и показателями тех или иных видов хозяйственной деятельности и социальной среды. Для оценки последствий климатических изменений необходимо решить следующие задачи:

- установить исходные взаимосвязи между климатическими изменениями и объектом или процессами в экономике, социальной сфере и т.п.;
- получить данные о первых проявлениях влияния изменений климата;
- выбрать модели прогнозирования с учетом текущих изменений климата и на основе сценариев и модели последствий;
- оценить варианты адаптации и сопутствующие выгоды и издержки, связанные с мерами по уменьшению воздействий и адаптацией.

При решении этих задач необходимо описывать и объяснять все неопределенности, имеющие отношение к проблеме. Потребители должны участвовать в формулировании оценок и интерпретации риска, т.к. восприятие последних зависит от системы ценностей и социальных условий потребителя.

От изменений климата в долгосрочной перспективе рискуют пострадать в той или иной степени все отрасли экономики и социальной сферы: водоснабжение, продовольственные ресурсы, энергетика, строительство, транспорт и др. В таблице 5.1, подводящей итог настоящему разделу, приводятся некоторые адаптационные меры в связи с возможными изменениями климата в различных ФО РФ в ближайшее десятилетие. Эту таблицу не следует рассматривать как непосредственное руководство к действию, но лишь как неполный пример – отправную точку для соответствующего раздела Национального доклада об оценках изменения климата и их последствий на территории РФ, необходимость регулярной подготовки которого обосновывалась в п. 3.3.2.

Таблица 5.1 Некоторые региональные последствия возможных изменения климата в ближайшее десятилетие и примеры адаптационных мер для ФО РФ.

Федеральный округ	Региональные изменения климата и их последствия
СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ	<p>Изменения климата: Повышение ТВП, небольшое увеличение количества осадков. Возросшая изменчивость ТВП. Увеличение повторяемости оттепелей и заморозков.</p> <p>Последствия: Сокращение отопительного периода на 2-3 дня (стоимость отопительного дня примерно 8-10 млн. рублей), в отдельные годы, вместо экономии, расход за одни сутки того же порядка. Сокращение вдвое долговечности блочных и панельных зданий, ухудшение качества теплоснабжения. Летом – возрастание пожароопасности.</p> <p>Адаптационные мероприятия: реконструкция блочных и панельных зданий; пересмотр нормативов по теплоспротивлению зданий; обновление нормативов по отоплению раз в три года, разработка методики раннего предупреждения об аномалиях тепла и холода; повышенная охрана лесов.</p>
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ	<p>Изменения климата: Сравнительно небольшое повышение ТВП, более сильное зимой. Увеличение повторяемости смерчей и ураганов.</p> <p>Последствия: Сокращение отопительного периода на 1-2 дня. Возрастание повторяемости пожаров. Увеличение аварий на ЛЭП и гибели людей (стоимость установки опоры ЛЭП 1 млн. рублей, ущерб от аварий не менее 3 млн. рублей)</p> <p>Адаптационные мероприятия: Совершенствование конструкций функционирующих АЭС и исключения строительства новых. Разработка систем раннего предупреждения о смерчах, ураганах, пожароопасности, волнах тепла и холода, профилактические мероприятия для пожилых людей и детей.</p>
ЮЖНЫЙ	<p>Изменения климата: Минимальное для РФ повышение ТВП, в основном летнее, небольшое уменьшение осадков, возрастание засушливости, повторяемости смерчей.</p> <p>Последствия: Нехватка воды в отдельных районах. Возрастание продолжительности и интенсивности жаркой погоды. Учащение инфарктов и инсультов, ухудшение самочувствия населения.</p> <p>Адаптационные мероприятия: Развитие кондиционирования не только промышленного, но и бытового. 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).</p>
ПРИВОЛЖСКИЙ	<p>Изменения климата: Ожидаемое умеренное потепление как зимой, так и летом, небольшое увеличение осадков.</p> <p>Последствия: Возрастание повторяемости засух, уменьшение БКП и урожайности. Учащение летом экстремальных температур.</p> <p>Адаптационные мероприятия: совершенствование систем управления водными ресурсами, составление программ по развитию гелиоэнергетики и рекреационному районированию в различные сезоны. В сельском хозяйстве – посевы засухоустойчивых культур.</p>
УРАЛЬСКИЙ	<p>Изменения климата: Ожидаемое значительное потепление, особенно зимой. Возрастание повторяемости штормовых ветров, увеличение засушливости в южной части округа.</p> <p>Последствия: Сокращение отопительного периода на 4-5 дней. В северной части округа возможно таяние вечной мерзлоты. В южной части – возрастание повторяемости засух и жарких периодов, опасных для здоровья.</p> <p>Адаптационные мероприятия: в северной части обеспечение безопасной эксплуатации нефтегазопроводов (урало-сибирского и юго-западного). В дальнейшем – укрепление трубопроводного транспорта. В южных районах – увеличение теплоспротивления ограждающих конструкций в связи с повышением летних температур, совершенствование программ управления водными ресурсами, развитию гелиоэнергетики. Расширение использования бытового и промышленного кондиционирования.</p>
СИБИРСКИЙ	<p>Изменения климата: Ожидаемое 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.</p> <p>Последствия: Сокращение отопительного периода на 4-5 дней в северной части округа и</p>

	<p>на 3-4 дня – в южной. Таяние вечной мерзлоты в южной части до 30 см. Возрастание повторяемости пожаров в юго-восточной части. Увеличение повторяемости оползней и селей в связи с быстрым таянием снега на юге округа.</p> <p>Адаптационные мероприятия: Слежение за безопасностью функционирования линейных сооружений трубопроводов и железнодорожных магистралей. Предусмотреть при проектировании новых трубопроводов дополнительную прочность. Разработка систем раннего предупреждения о наводнениях, лавинах, селях, оползнях и пожароопасности весной и летом. Внесение изменений в главу СНиП «Нагрузки на гидротехнические сооружения» в связи с увеличением стока и скорости снеготаяния весной. Развитие систем рекреации и курортов в Забайкалье.</p>
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ	<p>Изменения климата: Значительное потепление зимой, особенно на северо-востоке округа, и умеренное летом. Небольшое увеличение осадков зимой и летом. Возрастание повторяемости сильных и штормовых ветров, особенно на Чукотке и Сахалине.</p> <p>Последствия: Сокращение отопительного периода повсеместно на 4-5 дней. Таяние вечной мерзлоты в южной части.</p> <p>Адаптационные мероприятия: развитие ветроэнергетики в восточной части округа и гелиоэнергетики в южной, особенно в Приморье. Развитие рекреации и курортно-санаторных учреждений. Упрочнение линейных сооружений.</p>

ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ, СВЯЗАННЫЕ С УЧЕТОМ ФАКТОРОВ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОГРАММ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ, МОГУТ РЕШАТЬСЯ В РАМКАХ ПОДГОТОВКИ И НА ОСНОВЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ДОКЛАДА ОБ ОЦЕНКАХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РФ. ЧЕМ ПОЗДНЕЕ БУДУТ СФОРМУЛИРОВАНЫ И ПРИНЯТЫ НАДЛЕЖАЩИЕ МЕРЫ ПО АДАПТАЦИИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И СОЦИАЛЬНЫХ СТРУКТУР К МЕНЯЮЩЕМУСЯ КЛИМАТУ, ТЕМ БОЛЬШИМИ БУДУТ ЗАТРАТЫ.

6 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО КОНЦЕПЦИИ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ДОКТРИНЫ РФ, ЕЕ ОСНОВНЫМ ОПРЕДЕЛЕНИЯМ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ДОКТРИНЫ ОРГАНАМИ УПРАВЛЕНИЯ, ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ РФ

6.1 Своевременность и необходимость разработки Климатической доктрины РФ как основы формирования и осуществления государственной политики в области климата

На рубеже 20-го и 21-го вв. наблюдаемое глобальное потепление вышло за пределы, позволяющие рассматривать проблему изменения климата как исключительно научную. МГЭИК предоставляет веские основания считать, что антропогенные ПГ, накопленные в атмосфере в течение т.н. индустриальной эпохи, уже оказывают заметное влияние на климат. Высока вероятность того, что антропогенное влияние на климат будет усиливаться в течение всего 21-го в. При этом существуют значительные неопределенности в оценках того, как климатические изменения будут протекать и какое влияние окажут на экосистемы, экономическую деятельность и социальные процессы в разных странах и регионах (см. раздел 1).

В условиях антропогенных климатических изменений неизбежно столкновение интересов различных государств, усугубляемое различиями в степени их воздействия на глобальный климат, а также различиями последствий глобального изменения климата для каждого из них. Приоритеты экономического развития одних стран (например, за счет роста потребления углеродного топлива) могут вступать в противоречие с приоритетом безопасности других (например, угроза частичного или полного исчезновения территорий в результате подъема уровня Мирового океана).

Вопрос об ограничениях выбросов (как возможном способе уменьшения антропогенного влияния на климат) является чрезвычайно чувствительным для экономики многих стран, поэтому дискуссии о достоверности существующих оценок будущих изменений климата и их возможных последствий принимают подчас достаточно жесткий характер. Это продемонстрировало, в частности, недавнее широкое обсуждение вопроса о ратификации РФ Киотского протокола.

Путь взаимных уступок и компромиссов, очевидно, предполагает необходимость формирования независимой, а также научно (в т.ч. экономически) и нравственно обоснованной позиции государств, участвующих в переговорном процессе по проблемам климата.

Как показывает опыт ведущих зарубежных стран, в частности, ЕС и США, построение государственной политики в отношении изменения климата должно основываться на четко сформулированных и принятых на высшем государственном уровне базовых принципах. В РФ такие принципы могут быть изложены в виде Климатической доктрины РФ и разработанной на ее основе Государственной стратегии РФ в области изменения климата (например, на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу). Основные положения этих документов должны быть развиты в федеральных законах, иных нормативных правовых актах РФ и соблюдаться при составлении

прогнозов социально-экономического развития РФ, формировании федерального бюджета и бюджетов субъектов федерации, при заключении международных договоров РФ.

БЛАГОДАря РАЗМЕРАМ СВОЕЙ ТЕРРИТОРИИ, РАЗНООБРАЗИЮ И НЕОДНОЗНАЧНОСТИ ВОЗМОЖНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА, ПОЛОЖЕНИЮ КРУПНОГО ЭКСПОРТЕРА УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА, ПРЕТЕНДУЮЩЕГО В 21-м ВЕКЕ НА РОЛЬ ВЕЛИКОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДЕРЖАВЫ, И ПО РЯДУ ДРУГИХ ПРИЧИН РФ ЯВЛЯЕТСЯ ОДНИМ ИЗ КЛЮЧЕВЫХ СУБЪЕКТОВ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ ПО ПРОБЛЕМАМ ИЗМЕНЕНИЙ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА. ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОЗИЦИЯ РФ ПО УКАЗАННЫМ ПРОБЛЕМАМ ДОЛЖНА БЫТЬ ЗАФИКСИРОВАНА В ВИДЕ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ДОКТРИНЫ РФ (КД РФ) КАК ОСНОВОПОЛАГАЮЩЕГО ДОКУМЕНТА ДЛЯ ВНУТРИ- И ВНЕШНЕПОЛИТИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, КАСАЮЩИХСЯ ПРОБЛЕМЫ КЛИМАТА И СВЯЗАННЫХ С НЕЙ ПРОБЛЕМ. КД РФ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ СИСТЕМУ ВЗГЛЯДОВ НА ЦЕЛИ, ОБЪЕКТЫ, ПРИНЦИПЫ, СОДЕРЖАНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ РФ В ОТНОШЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛИ И КЛИМАТА РФ.

6.2 Научное обоснование и основные положения концепции КД РФ как основы формирования и осуществления государственной политики в области климата

6.2.1 Научно обоснованная концепция как идейная основа КД РФ

В настоящее время некоторые элементы официальной позиции РФ по кругу проблем, связанных с изменением климата в явном или неявном виде присутствуют в других доктринах, концепциях и стратегиях РФ, однако, как показала недавняя дискуссия вокруг ратификации РФ Киотского протокола, этого совершенно недостаточно для проведения эффективной политики как внутри страны, так и на международном уровне.

Созданию КД РФ должна предшествовать разработка ее концепции, которая как ее идейная основа должна иметь научное обоснование. При этом следует учитывать, что КД РФ как политический документ должна иметь и другие, помимо научных, основания.

В этом свете задача научного обоснования состоит в выдвижении таких концептуальных тезисов, которые были бы достаточно убедительны для их принятия и отражения в содержательной части КД РФ.

В случаях, когда для однозначных выводов недостаточно научных знаний, либо имеющиеся альтернативы не могут быть предметом научного рассмотрения, следует выявить возможные альтернативы и дать для них, по возможности, полный перечень достоинств и недостатков. Такие действия относятся уже к конкретной климатической политике при реализации КД РФ.

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ КД РФ ОПИРАЕТСЯ НА РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ПРОВОДИМЫХ В РФ И ЗА РУБЕЖОМ ИССЛЕДОВАНИЙ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В РЕГИОНАХ

РФ и последствий влияния этих изменений на различные сектора экономики (промышленность, энергетика, сельское хозяйство, строительство, транспорт и др.), на различные социальные группы, на окружающую среду, а также на результаты работ, связанных с практическим использованием климатической информации органами государственного управления. При этом интересы РФ, связанные с изменением климата, не ограничиваются ее территорией и носят глобальный характер. Это обусловлено глобальным характером антропогенного изменения климата и необходимостью учитывать в международных отношениях многообразие последствий изменения климата в различных регионах планеты.

6.2.2 Климатическая система, подверженная антропогенным изменениям, – центральный объект концепции КД РФ

Под климатической системой понимается часть природной среды, включающая пять основных взаимодействующих друг с другом компонентов: атмосферу, гидросферу, криосферу, деятельный слой суши и биосферу, и эволюционирующая под влиянием внутренней динамики своих компонентов, а также – внешних воздействий, таких как извержения вулканов, изменения солнечной активности, антропогенные факторы (например, изменения химического состава атмосферы в результате деятельности человека, изменения землепользования и т.п.).

Скорость изменения глобальной климатической системы в последние десятилетия 20-го в. и в начале 21-го в., убедительность научных доказательств того, что главной причиной изменения климата становится деятельность человека, и того, что вероятность продолжения процессов изменения климата в ближайшие десятилетия – высока (см. раздел 1), – все это привело ведущие государства мира к необходимости формирования и осуществления национальной политики в отношении изменений климата и его последствий, а также учета национальных интересов в международном переговорном процессе вокруг изменений климата. Последствия изменений климатической системы могут быть неоднозначными как для различных регионов страны, так и для разных регионов мира, в результате чего конфликт интересов различных стран вокруг проблемы антропогенного воздействия на климат становится частью мирового политического процесса (предметом международного урегулирования).

СПОСОБНОСТЬ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА ОКАЗЫВАТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КЛИМАТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ, ПРИВОДЯЩИЕ К ЗНАЧИМЫМ, В Т.Ч. НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ И ДАЖЕ ОПАСНЫМ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕДСТВИЯМИ, ЯВЛЯЕТСЯ КРАЕУГОЛЬНЫМ КАМНЕМ НАУЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ КОНЦЕПЦИИ КД РФ.

6.2.3 Угрозы и выгоды РФ, связанные с возможными изменениями климата

Существуют значительные неопределенности в оценках того, как ожидаемые климатические изменения будут протекать и какое влияние они окажут на экосистемы, экономическую деятельность и социальные процессы в разных странах и регионах, а также на деятельность государственных институтов (например, на функционирование военно-морских сил РФ, на экономическую деятельность на шельфе и на суше в арктическом бассейне в вероятных условиях незамерзающего Северного морского пути) (см. раздел 4). Возможны как положительные, так и негативные последствия, особенно в условиях развитой экономики и большой численности населения, когда вследствие экономического роста и накопления национального богатства потенциал ущерба от экстремальных климатических явлений и стихийных бедствий возрастает даже в отсутствие климатических изменений.

Следует различать прямые и опосредованные (косвенные) воздействия климатических изменений на природную среду, экономику, различные социальные группы и население различных регионов РФ. К опосредованным относятся, например, воздействие на миграционные процессы в результате глобального перераспределения ресурсов и изменения относительной комфортности проживания человека в отдельных регионах РФ, а также за ее пределами.

Кроме того, следует различать два основных типа возможных климатических изменений. Во-первых, это изменение традиционно понимаемых параметров климата (усредненные режимные характеристики). Во-вторых, это возможное изменение сложившихся погодных условий и связанное с этим изменение характеристик повторяемости, продолжительности и интенсивности экстремально неблагоприятных погодных явлений (наводнения, засухи, волны тепла и холода, гололедные отложения и др.)

Значительная часть территории РФ находится в области максимального (как наблюдаемого, так и прогнозируемого) потепления. Смягчение климатических условий может, например, отодвинуть к северу границу зоны комфортного проживания, сократить расходы электроэнергии в отопительный сезон, улучшить ледовую обстановку и, соответственно, транспортировку грузов в Арктических морях, облегчить освоение арктических шельфов и т.д. С другой стороны, потепление чревато вытеснением одних биологических видов другими; учащением засух в одних регионах и наводнений – в других; протаиванием вечномёрзлых грунтов, которое может нанести серьезный ущерб строениям и коммуникациям в северных регионах РФ, и т.п. При этом неопределенность влияния возможного изменения климата на сельское хозяйство РФ, ее водные ресурсы, энергетику, растительный и животный мир, демографическую ситуацию – весьма велика. (См. раздел 5.)

Исключительное (по сравнению с другими странами) разнообразие и масштабы изменений климата регионов РФ и его последствий для окружающей среды, экономики и населения является естественным следствием больших размеров территории и большим многообразием природных

условий. Среди этого многообразия следует выделить такие, которые ставят страну в неравное (невыгодное) положение относительно объективных предпосылок повышенной потребности в сжигании топлива. Такие особенности нельзя игнорировать при построении и реализации государственной климатической политики, в том числе при позиционировании РФ в мировом сообществе с учетом ее законных национальных интересов. К этим особенностям следует отнести:

- сочетание низкой средней плотности населения и больших размеров территории, что с необходимостью приводит к повышенным транспортным потребностям (как непосредственно для населения, так и для инфраструктуры, обеспечивающей потребности населения);
- холодный климат, что требует дополнительных потребностей в отоплении зданий (в первую очередь, этот фактор следует рассматривать применительно к жилым зданиям и зданиям социальной и государственной инфраструктуры);
- добыча и транспортировка ископаемого топлива в интересах зарубежных потребителей: защиту интересов РФ можно сформулировать как переход к интернационализации ответственности за выбросы ПГ (прямые и опосредованные, например, при производстве оборудования для добычи и транспортировки энергоносителей). Это обстоятельство следует учитывать при установлении национальных квот на выбросы ПГ на переговорах за пределами действия Киотского протокола.¹⁰

Изменения климата и необходимость принятия международным сообществом адекватных мер, содержат потенциал косвенных угроз и вызовов, что также требует специального изучения. Среди таких угроз можно указать на следующие:

- Возможность ограничения свободы передвижения. Одним из крупных резервов снижения выбросов ПГ является ограничение использования личного автомобильного транспорта, поскольку при поездках на общественном транспорте существенно ниже выбросы ПГ на единицу пассажиро-километров. Аналогично, железнодорожный транспорт при существенно меньшей гибкости также более рационален с точки зрения удельных выбросов ПГ на единицу массы перевезенных грузов. Возможно принятие экономических рычагов по ограничению использования транспорта, прежде всего личного автомобильного.
- Требования по ограничению/снижению выбросов ПГ существенным образом затрагивают интересы материалоемких и энергоемких секторов экономики (в первую очередь,

¹⁰ Эту идею интернационализации ответственности за выбросы ПГ можно расширить, если сформулировать ее как принцип совместной ответственности "загрязнителя" и "потребителя". Поскольку в условиях глобализации потребитель недружественной к климату продукции, например, стали для производства автомобилей, стимулирует производство такой продукции в других странах, он должен разделить ответственность за соответствующую долю выбросов парниковых газов. Такая позиция может получить поддержку развивающихся стран с быстро растущим экспортным производством недружественной к климату продукции.

энергетики, черной и цветной металлургии). В этом отношении в выигрыше окажутся те страны, которые быстрее переориентируют свою экономику с целью уменьшения потребления энергии на производство единицы ВВП.

- Риск увеличения отставания РФ в уровне технологического развития от развитых стран. Ситуация с проблемой изменения климата отчасти (в отношении энергоэффективности экономики) аналогична известному нефтяному кризису 1970-х гг. Тогда резкое повышение цен на нефть вызвало в передовых странах бурное развитие научных исследований и технических разработок в целях радикального уменьшения потребностей в топливе. В итоге развитые страны осуществили технологический рывок, приведший, с одной стороны, к значительному развитию энергосбережения и, с другой стороны, к перемещению многих материалоемких и энергоемких производств в менее развитые страны. В СССР с его собственными энергоресурсами и технологической независимостью от мирового нефтяного рынка этот вызов не был принят, что привело к отставанию в технологическом развитии. Если и сейчас РФ не предпримет масштабные меры по радикальному повышению энергоэффективности экономики, прежде всего технологическими методами, то риск увеличения технологического отставания РФ от развитых стран возрастет.
- Международная дискуссия вокруг проблемы изменения климата уже в ближайшие 10-20 лет с высокой степенью вероятности может привести к радикальным геополитическим переменам. Учет хода этой дискуссии при позиционировании РФ в международном сообществе – одна из актуальных задач государства. Одна из наиболее сложных и острых проблем – пересмотр принципа универсальности рыночных механизмов при выработке баланса интересов развитых и развивающихся стран. Весьма вероятно, что при преобладании либеральных (рыночных) подходов к сдерживанию роста выбросов ПГ, в выигрыше окажутся страны с более сильной экономикой. В этой связи нельзя исключать вероятность того, что в рамках международной дискуссии вокруг изменения глобального климата развивающимися странами будут подняты вопросы о пересмотре сложившихся исторически механизмов международных экономических отношений.

Нельзя обойти вниманием новые вызовы экономической и военной безопасности РФ в связи с изменяющимся климатом (например, в связи с возможностью формирования новой геополитической ситуации вокруг границ РФ в СЛО, которая может сложиться из-за таяния морских льдов). (См. раздел 4)

Однозначная оценка последствий ожидаемого потепления для РФ (в целом, выгодно или вредно) в принципе невозможна, учитывая сложность взаимодействия разных факторов на ее огромной территории (живая и неживая природа, природа и человек), этическую сторону проблемы (возможность уничтожения биологических

ВИДОВ, КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ И Т.П., С ОДНОЙ СТОРОНЫ, И НОВЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ, С ДРУГОЙ), ПОЛИТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ (ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ГЕОПОЛИТИКА, ОТНОШЕНИЯ С РАЗВИТЫМИ И РАЗВИВАЮЩИМИСЯ СТРАНАМИ, КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ РАЗНЫХ СТРАН).

6.2.4 Обеспечение национального суверенитета в оценках изменений климата и их последствий при выработке политических решений – важный фактор безопасности РФ

В развитых странах исследования в области изучения изменения климата и последствий этих изменений находятся на очень высоком уровне, им придается национальный приоритет, который закреплен государственными решениями. Результаты этих исследований вполне могли бы быть применены (и в настоящее время применяются, (см. раздел 2)) для анализа возможных последствий изменений климата на территории РФ и выработке соответствующих мер. Однако такой подход ставит РФ в определенную зависимость от других стран при выработке как внутренней, так и внешней климатической политики. Учитывая очень большое разнообразие региональных особенностей в картине изменения климата на территории РФ, а также своеобразие этих изменений вследствие огромных размеров территории, подобная зависимость представляется неприемлемой.

Серьезность угроз и вызовов, связанных с изменениями климата, делают остро актуальной задачу обеспечения национального суверенитета в оценках изменений климата и их последствий на огромном пространстве РФ как важного элемента национальной безопасности. Суверенитет можно обеспечить лишь при должной государственной поддержке отечественных фундаментальных и прикладных исследований климата и систем наблюдений за климатом, а также применения результатов этих исследований для оценки рисков и выигрышей, связанных с последствиями изменения климата (см. раздел 3). При этом следует учитывать опыт развитых стран, где такие исследования выполняются главным образом в государственных, т.е. независимых от заинтересованных бизнес-групп и политических партий, научных организациях.

Планирование и реализация многих крупных инвестиционных проектов в значительной мере чувствительны к вопросам учета оценок долгосрочных изменений климата в регионах РФ. Поэтому бизнес-сообщество, с одной стороны, вправе рассчитывать на активную деятельность государства по выработке таких оценок и обеспечению беспрепятственного доступа к соответствующей информации, а с другой стороны, как сторона, заинтересованная в минимизации инвестиционных рисков, связанных с возможными изменениями климата, должно взять на себя часть ответственности за поддержку научной деятельности в области изучения климата. Одним из возможных механизмов такой поддержки может стать специальный научный фонд поддержки

исследований климата и его изменения. Наиболее заинтересованы в уменьшении указанных рисков энергетика, строительство и транспорт (включая трубопроводный).

Наличие и возможное обострение в будущем прямых и скрытых конфликтов интересов различных социальных и бизнес групп как внутри страны, так и на международном уровне обнаруживает объективно существующие противоречия. Невнимание к конфликту интересов такого рода повышает риски скрытых влияний отдельных групп на политические процессы внутри страны и на ее позицию в международном переговорном процессе.

КЛИМАТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЯВЛЯЕТСЯ СОСТАВНОЙ ЧАСТЬЮ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РФ В ЦЕЛОМ. ПОЭТОМУ В УСЛОВИЯХ ВОЗМОЖНОГО КОНФЛИКТА ИНТЕРЕСОВ НА МЕЖДУНАРОДНОМ УРОВНЕ КЛЮЧЕВЫМ ПРИНЦИПОМ, ПОЛОЖЕННЫМ В ОСНОВУ КОНЦЕПЦИИ КД РФ, ЯВЛЯЕТСЯ НЕДОПУЩЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ РФ ОТ ДРУГИХ СТРАН И ЗАРУБЕЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ, А ТАКЖЕ ОТ НАЦИОНАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ И БИЗНЕС ГРУПП, В ПОЛУЧЕНИИ МАКСИМАЛЬНО ПОЛНОЙ, ОБЪЕКТИВНОЙ И ДОСТОВЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ О ВОЗМОЖНЫХ В БУДУЩЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ, ИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ ДЛЯ РФ И ДРУГИХ СТРАН, НАДЛЕЖАЩИХ МЕРАХ ПО АДАПТАЦИИ И СМЯГЧЕНИЮ НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ И ОПАСНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ЭТИХ ИЗМЕНЕНИЙ. НЕОБХОДИМЫМ УСЛОВИЕМ НЕЗАВИСИМОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ В УКАЗАННОМ КОНТЕКСТЕ ЯВЛЯЕТСЯ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СООТВЕТСТВУЮЩИХ МИРОВОМУ УРОВНЮ НАЦИОНАЛЬНЫХ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ КЛИМАТА И СМЕЖНЫХ ОБЛАСТЯХ НАУКИ, А ТАКЖЕ ИНТЕГРАЦИЯ ЭТИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В МЕЖДУНАРОДНЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРОГРАММЫ И ПРОЕКТЫ.

6.2.5 Возможности адаптации и защиты от изменений климата, возможности смягчения антропогенного воздействия на климат.

Уменьшение потерь, связанных с изменением климата, возможно. В первую очередь, это определяется тем, насколько эффективным будет использование благоприятных последствий изменения климата. С другой стороны, некоторые негативные последствия изменения климата можно смягчить, например, повысив энергоэффективность зданий, что приведет к уменьшению удельных выбросов ПГ на единицу объема зданий. (В этой связи уместно напомнить, что массовое строительство в СССР крупнопанельных жилых зданий, так называемых "хрущевок", с крайне низкой энергоэффективностью было сознательным стратегическим выбором руководства страны с целью уменьшить капитальные затраты на строительство в то время, как затраты на отопление таких зданий были малы из-за неэкономических методов ценообразования.)

Необходимо провести всесторонний анализ национальных возможностей и ресурсов адаптации страны к изменению климата. Результаты уже выполненных отечественных и зарубежных исследований показывают, что адаптационные резервы весьма значительны и для их

своевременной и эффективной мобилизации необходимо, помимо прочего, заблаговременное принятие соответствующих государственных решений.

Среди неблагоприятных последствий изменения климата могут оказаться такие, от которых можно в той или иной степени защититься. К примерам таких последствий можно отнести возможное изменение режима стока крупных рек, связанное с увеличением повторяемости интенсивных продолжительных осадков, с изменением режима снеготаяния и ледохода. Однако для принятия адекватных мер необходимо иметь прогностические оценки возможного изменения критичных параметров климата с соответствующим пространственно-временным разрешением в регионах повышенного риска и диапазона неопределенностей таких оценок.

Возможность уменьшения антропогенного влияния на климатическую систему связана, в первую очередь, со сдерживанием роста выбросов ПГ вследствие сжигания ископаемого топлива.

Имеются и другие возможности уменьшения антропогенного влияния на климат. Эти возможности тщательно исследуются международным сообществом в рамках деятельности МГЭИК. Применение предлагаемых МГЭИК мер на национальном уровне для конкретных условий РФ требует тщательного анализа с учетом экономических и других факторов.

Для любой страны и для мирового сообщества в целом это крайне сложная для выполнения задача. Оценки, полученные различными исследователями, показывают, что реализация такого подхода может привести к замедлению экономического роста.

Адаптация, защита и смягчение некоторых негативных последствий изменения климата, как уже отмечалось выше, до некоторой степени возможны. Однако стоимость таких мер весьма высока. Количественные оценки возможных изменений климата дают возможность провести анализ возможностей адаптации к последствиям таких изменений, выполнить стоимостные оценки "затраты-эффект" на предмет приемлемости мер по адаптации, защите и предотвращению изменений климата.

Особо следует оценивать стоимостную сторону (и в целом выполнимость) мер по уменьшению выбросов ПГ, которые принимаются в результате международных переговоров и выполнение которых обеспечивается обязательствами государства, как это имеет место в отношении Киотского протокола.

Поэтому при выработке официальной позиции в отношении международных согласованных мер по сдерживанию роста и сокращению в дальнейшем выбросов ПГ необходимо оценивать национальные выгоды и потери, соответствующие каждому рубежу выбросов, по всему комплексу факторов и показателей, связанных с последствиями изменения климата на территории регионов РФ и предлагаемого снижения выбросов.

Некоторые проблемы, связанные с изменениями климата не могут быть решены при помощи только научных методов, как, например, поиск баланса между эффективностью

экономики и социальной справедливостью. В подобных ситуациях не избежать политического выбора как единственного инструмента поиска баланса интересов и выработки консенсуса.

НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕРЫ ПО АДАПТАЦИИ, ЗАЩИТЕ И СМЯГЧЕНИЮ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЙ ДОЛЖНЫ РЕГУЛИРОВАТЬСЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ РЕШЕНИЯМИ, ТЕМ БОЛЕЕ ЧТО НЕКОТОРЫЕ ИЗ ТАКИХ РЕШЕНИЙ СВЯЗАНЫ С ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ РФ С МЕЖДУНАРОДНЫМ СООБЩЕСТВОМ. УЧИТЫВАЯ ДОЛГОСРОЧНЫЙ ХАРАКТЕР ТАКИХ МЕР, ИХ МАСШТАБНОСТЬ, ГЛУБИНУ ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МНОГИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СТОРОНЫ ЖИЗНИ ОБЩЕСТВА, БИЗНЕСА И ГОСУДАРСТВА, ПЛАНИРОВАНИЕ, ОРГАНИЗАЦИЯ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ЭТИХ МЕР ДОЛЖНЫ ПРОВОДИТЬСЯ В РАМКАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ РФ В ОБЛАСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА.

6.2.6 Опыт зарубежных стран по формированию политики в области климата

С момента принятия РКИК ряд стран выработал собственную климатическую политику, в некоторых странах приняты официальные документы, в которых отражены основные принципы климатической политики.

Подписание и ратификация десятками стран Киотского протокола фактически означает принятие согласованной международным сообществом климатической политики. Даже страны, которые отказались от участия в Киотском протоколе (США, Австралия), тем не менее, имеют четко сформулированную позицию в вопросе об уменьшении антропогенного влияния на климат.

В соответствии с нормами РКИК страны-участницы регулярно представляют в Секретариат РКИК так называемые Национальные сообщения. В компиляции третьих Национальных сообщений, подготовленной секретариатом РКИК, выполнено обобщение национальных условий, некоторых итогов и основных направлений текущей и будущей климатической политики Сторон.

Подчеркивается большое разнообразие подходов Сторон в организации деятельности по смягчению последствий изменения климата и адаптации. В значительной мере это связывается с разделением ответственности между центральными и местными органами власти, поскольку в этом вопросе чрезвычайно сложными оказываются задачи координации усилий. С особенной силой это проявляется там, где недавно произошло перераспределение полномочий центрального правительства.

Следует обратить внимание на то обстоятельство, что крупнейшим сектором экономики Сторон, представивших Национальные сообщения (это, в основном, развитые страны и страны с переходной экономикой), является сектор услуг. Во многих странах, как отмечается в компиляции, "высказывается обеспокоенность по поводу безопасности энергоснабжения и были намечены меры по его диверсификации". Отмечается наращивание усилий Сторон, которые способствуют сокращению выбросов ПГ. За исключением некоторых Сторон меры Киотского

протокола рассматриваются как "первый шаг к долгосрочным и непрерывным мерам сокращения выбросов". Принимаемые меры стимулируют экономию энергии и уже приводят к сокращению спроса на топливо. В некоторой степени стимулируются новые технологии.

Для эффективного осуществления политики и мер, как отмечается в национальных сообщениях, важно укрепление институциональных механизмов для разработки и осуществления политики, укрепление координации и связей между органами власти. Центральные правительства играют важную роль, но расширяется роль региональных и местных органов власти, важное место отводится консультациям и сотрудничеству с целевыми группами и заинтересованными кругами. Важнейшее место отводится мониторингу и оценке смягчения последствий как неотъемлемого элемента стратегий в области изменения климата.

Авторы компиляции выявили четкую тенденцию к применению нового комплексного подхода, который, в отличие от секторального, включает поэтапное осуществление и портфель мер, в котором основное внимание уделяется смягчению последствий, но также и к элементам адаптации. Поэтапный подход заключается в составлении "первоначального и резервного пакета политических мер, которые будут вводиться в действие", если в ином случае не удастся достигнуть целевых показателей Киотского протокола.

Обращает на себя внимание активная климатическая политика ЕС. Стратегия ЕС в области противодействия изменению климата изложена в принятом в начале 2005 года документе Европейской Комиссии "Победа в битве против изменения глобального климата" ("Winning the Battle Against Global Climate Change"). В этом документе подтверждается известная позиция ЕС о недопустимости повышения глобальной температуры более чем на 2⁰С, поскольку оно может привести к необратимым изменениям климатической системы. Этот документ призван служить "платформой для проведения дискуссии по стратегиям средне- и долгосрочного сокращения выбросов, включая целевые показатели. На основе анализа, выполненного Комиссией, она рекомендует ряд позиций, которые должны быть включены в будущую стратегию ЕС по изменению климата, и предлагает провести диалог с ключевыми партнерами в течение 2005г. в целях выработки позиции ЕС для будущих международных переговоров".

Среди рекомендаций Комиссии следует отметить две, как представляется, наиболее важные.

Во-первых, ЕС в весьма категоричной форме рекомендовано ответить на "инновационный вызов" и максимально сконцентрировать усилия на радикальном укреплении исследований в области энергоэффективности, поскольку это повысит в ближайшем будущем конкурентоспособность ЕС, создав "преимущество первого хода". По существу, декларирован призыв к новой технологической революции.

Вторая рекомендация заключается в том, что сейчас ЕС не следует принимать конкретные целевые показатели снижения выбросов. Эта рекомендация основывается на следующих фактах. Известно, что относительно малая группа – ЕС, США, Канада, РФ, Япония, Китай и Индия – ответственна примерно за 75% общемировых выбросов ПГ. Из этой группы крупнейшие игроки – США, Китай и Индия – не приняли на себя конкретные обязательства по снижению выбросов ПГ в рамках Киотского протокола. Поэтому полноценное участие всех наиболее важных игроков в выработке согласованных мер является необходимым условием для выработки ЕС предложений по собственным обязательствам в отношении снижения выбросов. Для этого даже предлагается создание для этой малой группы стран специального форума, аналогичного группе "большой восьмерки" для ускорения прогресса на глобальном уровне.

В 2005 г. стартовала вторая "Европейская программа по изменению климата". Всю серьезность мотивов, которые вызывают озабоченность политических кругов ЕС, можно проиллюстрировать на одном показательном примере. Согласно недавно выполненным исследованиям "Бритиш Иншуренс Индастри", "...к 2080 г. средний годовой ущерб от ураганов в северном полушарии может возрасти на две трети и достичь 22 млрд евро ежегодно. Ежегодный ущерб от наводнений в Европе может возрасти до 100-120 млрд евро". При этом подчеркивается, что "...частный сектор страхования может оказаться не в состоянии адекватно возместить разрушения и ущерб частной собственности (от подобных природных явлений, связанных с изменением климата) и может даже сократиться со временем".

В Великобритании, одном из лидеров в исследованиях изменения климата и его последствий, под патронажем правительства выполняется масштабный цикл исследований в рамках программы "Форсайт" ("Foresight"-"Взгляд в будущее"). Программа призвана описывать возможные задачи и проблемы будущего для того, чтобы уже сейчас обеспечить формирование эффективных стратегий развития. Сам метод форсайт находит все большее применение в развитых странах для рассмотрения проблем научно-технического и социально-экономического развития и используется в стандартный инструмент не только предвидения, но и формирования общих целей развития.

Одно из этих исследований, "Форсайт - предупреждение наводнений" посвящено вопросам прогнозам наводнений и защиты береговой зоны Великобритании на период до 2080 года. Результаты этого исследования, представленные в конце 2005г. на специальном семинаре в Санкт-Петербурге, убедительно демонстрируют возможности формирования социально, политически и экономически приемлемых долгосрочных сценариев развития.

Итоги исследования высоко оценены правительством Великобритании, которое намерено "...всцело использовать бесценные возможности, которые предоставляет данный проект, как с точки зрения общественного благосостояния, так и для проведения аналитической работы", а

также отметило, что "... важные результаты последних исследований помогут нам принять лучшие решения в планировании долгосрочной стратегии защиты от наводнений".

Соединенные Штаты Америки, как известно, вышли из Киотского протокола. Тем не менее, в США принят и успешно реализуется "Стратегический план по реализации Программы США в области изменения климата". Задания этого плана детализированы с годичной разбивкой и прописаны отдельной строкой в федеральном бюджете (описание этих заданий на 2004-2005 финансовый год доступно в интернете и занимает 159 страниц). В выполнении Стратегического плана участвуют восемь министерств и три федеральных агентства, а также Национальный Научный Фонд и Смитсоновский Институт.

Во всех доступных материалах, где излагается официальная позиция ведущих стран мира, подчеркивается первостепенная важность улучшения знаний о климате, которые имеют две неразрывно связанные составляющие:

- фундаментальные и прикладные исследования климата прошлого, настоящего и будущего, включая ускоренное развитие технологий моделирования климата и
- систематические долгосрочные наблюдения за параметрами климата с различных платформ.

Для построения и реализации обоснованной климатической политики РФ ВАЖНО ТЩАТЕЛЬНО ИЗУЧАТЬ СООТВЕТСТВУЮЩИЙ ОПЫТ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН, АНАЛИЗИРОВАТЬ ПРОТИВОРЕЧИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ МЕЖДУ ОТДЕЛЬНЫМИ СТРАНАМИ ИЛИ ГРУППАМИ СТРАН ПО ПРОБЛЕМЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА, ВНИМАТЕЛЬНО СЛЕДИТЬ ЗА ИЗМЕНЕНИЯМИ ОФИЦИАЛЬНЫХ ПОЗИЦИЙ РАЗЛИЧНЫХ СТРАН И БЫТЬ ГОТОВОЙ, В СЛУЧАЕ НЕОБХОДИМОСТИ, БЫСТРО РЕАГИРОВАТЬ НА ТАКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, КОРРЕКТИРУЯ СВОЮ СОБСТВЕННУЮ ПОЗИЦИЮ.

6.2.7 Альтернативные взгляды на политику в области климата

Не следует упускать из виду то обстоятельство, что в РФ идет достаточно острая полемика вокруг ключевых вопросов изменения климата (роль антропогенного фактора, отношение к Киотскому протоколу). В этой связи можно рассмотреть альтернативу, которая исходит из взгляда, что имеет место преднамеренное ложное раздувание проблемы антропогенного изменения климата. Сторонники именно такой трактовки позиции МГЭИК делают вывод, что в интересах РФ было бы отказаться от необходимости принятия ответственных мер по уменьшению выбросов ПГ.

Такой вывод неверен, поскольку развитые страны, независимо от хода международного переговорного процесса по принятию согласованных мер по снижению выбросов ПГ, будут принимать и уже принимают меры, которые с необходимостью повысят их конкурентоспособность хотя бы в тех секторах, где решающими являются энергоэффективность и

экологические требования. Ведущие страны мира уже приняли политические решения, которые вне зависимости от развития событий ориентируют эти страны на резкий поворот в сторону повышения энергоэффективности всех секторов экономики и уменьшения национальной зависимости от традиционных энергоресурсов. В последнее время активизировался процесс и даже наметилась конкуренция между ведущими развитыми странами по развитию энергосберегающих технологий в Китае и в Индии.

Показательно, что Еврокомиссия, решительно высказавшись против принятия ЕС определенных целевых установок по снижению выбросов ПГ, выдвинула в качестве политического приоритета поддержку 15 направлений развития технологий, применение которых в совокупности может привести к снижению выбросов CO₂ на 3.6 Гт/год к 2050 г. Этот процесс технологической модернизации затронет и другие, смежные сектора.

Отсутствие детально проработанной и четко сформулированной в документах государственной позиции по комплексу проблем, связанных с изменением климата, не означает, что у государства отсутствует климатическая политика. В этом плане весьма показательна еще одна цитата из упомянутого выше документа Европейской Комиссии. «Ничего неделание не есть благоразумный выбор. Чем дольше будут откладываться активные действия, тем больше будет риск необратимого изменения климата, поскольку будет невозможна стабилизация концентраций ПГ на более низких уровнях. Наука о климате продолжает развиваться, и будущие доказательства могут обнаружить, что изменение климата происходит даже быстрее, чем это представляется сегодня. Поэтому разумная средне- и долгосрочная климатическая политика должна основываться на стратегии "открытых дверей". Такая стратегия позволила бы продвигаться даже к более низким, чем было намечено ранее, целевым уровням концентраций, если новые научные знания укажут на такую необходимость.»

АКТИВНАЯ РАЦИОНАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА РФ В ОБЛАСТИ КЛИМАТА – ПОБУДИТЕЛЬ ДИНАМИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ВСЕЙ ЭКОНОМИКИ СТРАНЫ, УКРЕПЛЕНИЯ ЕЕ ПОЗИЦИЙ В МИРОВОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ СООБЩЕСТВЕ, ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ, В ПЕРВУЮ ОЧЕРЕДЬ, В СФЕРЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ.

6.3 Предложения по примерной структуре и некоторым положениям КД РФ

В настоящем разделе приводятся предложения по структуре КД РФ и краткое изложение ее некоторых основных положений.

Цель и основные задачи КД РФ. Стратегической целью государственной политики в области климата является способствование безопасному и устойчивому развитию РФ, включая институциональный, экономический и социальный (в т.ч. демографический) аспекты развития.

Поддержание суверенитета в формировании и реализации климатической политики – важнейшее условие формирования и обеспечения безопасности РФ в климатическом измерении.

Статус КД РФ. КД РФ – основа формирования и реализации государственной политики внутри страны и на международной арене по вопросам, связанным с изменением климата и его последствиями.

Правовая основа КД РФ. Правовую основу КД РФ составляют Конституция, федеральные законы, указы Президента РФ, нормативные правовые акты Правительства РФ, международные конвенции, международные договоры РФ.

Угрозы и выгоды РФ, связанные с возможными изменениями климата. (Приводится краткое изложение основных результатов по оценке изменения глобального климата, климата РФ и ее регионов, по оценке уязвимости и выгод, связанных с изменением климата.) Существуют значительные неопределенности в оценках того, как ожидаемые климатические изменения будут протекать и какое влияние окажут на экосистемы, экономическую деятельность и социальные процессы в разных странах и регионах. Возможны как положительные, так и негативные последствия, особенно в условиях развитой экономики и большой численности населения, когда потенциал ущерба от экстремальных климатических явлений и стихийных бедствий возрастает даже в отсутствие климатических изменений.

Внутреннее и внешнее измерения климатической политики. Глобальное потепление помещает РФ – с ее географическим положением, экономическим потенциалом, демографическими проблемами и геополитическими интересами – в новую ситуацию, когда руководству страны и обществу необходимо осознание национальных интересов и приоритетов в отношении изменения климата и выработка соответствующей внутренней и внешней политики. Игнорирование проблемы глобального изменения климата; бездействие, оправдываемое ее недостаточной изученностью, – опасно и безответственно. Основой для государственной политики в отношении изменений климата должна послужить совокупность официальных установок в виде КД РФ. В условиях антропогенных климатических изменений неизбежно столкновение интересов различных государств, усугубляемое различиями воздействия на глобальный климат, а также различиями последствий глобального изменения климата для каждого из них. Приоритеты экономического развития одних стран (например, за счет роста потребления углеродного топлива) могут вступать в противоречие с приоритетом безопасности других (например, угроза частичного или полного исчезновения территорий в результате подъема уровня Мирового океана). Вопрос об ограничениях выбросов (как возможном способе уменьшения антропогенного влияния на климат) является чрезвычайно чувствительным для экономики многих стран, поэтому дискуссии о достоверности существующих оценок будущих изменений климата и их возможных последствий принимают подчас ожесточенный характер. Путь взаимных уступок и

компромиссов, очевидно, предполагает необходимость формирования независимой, а также научно (в т.ч. экономически) и нравственно обоснованной позиции государств, участвующих в переговорном процессе по проблемам климата.

Предсказуемость позиции и политики РФ. Предсказуемость позиции и политики РФ в области изменения климата необходима, поскольку политические решения и основанные на них правовые нормы должны носить долговременный характер, что обусловлено долговременным характером факторов климата и мер по адаптации, защите и противодействию изменению климата. Предсказуемость важна бизнес-сообществу, поскольку его инвестиционная активность непосредственно зависит от возможности уверенно рассчитывать инвестиционные риски. Развитие ряда секторов экономики, как отмечалось в предыдущих разделах, чувствительно к климатическим факторам. Предсказуемость важна для органов управления на региональном и муниципальном уровнях, поскольку ясная политическая направленность учитывается при средне- и долгосрочном планировании развития территорий с учетом изменяющегося климата. Предсказуемость важна для населения, поскольку изменение климата может сказаться на социальных факторах (иммиграционные факторы, изменение предпочтений населения при выборе места жительства, изменения на рынке труда и т.д.). Предсказуемость важна для федеральных органов исполнительной власти, поскольку для многих сфер государственного управления, в первую очередь связанных с развитием государственной инфраструктуры, необходимо учитывать погодно-климатические факторы, в том числе путем корректировки нормативных документов. Как одно из условий предсказуемости следует рассматривать прозрачность политики и ее информационная открытость. Зарубежный опыт показывает, что открытое обсуждение принципов формирования национальной климатической политики укрепляет в целом позиции политического руководства страны. Особенно это характерно для ЕС, где основные принципы климатической стратегии были вынесены на широкое общественное обсуждение.

Особенности РФ в контексте проблемы изменения климата. Значительная часть территории РФ находится в области максимального (как наблюдаемого, так и прогнозируемого) потепления. Смягчение климатических условий может отодвинуть к северу границу зоны комфортного проживания, сократить расходы электроэнергии в отопительный сезон, улучшить ледовую обстановку и, соответственно, транспортировку грузов в Арктических морях, облегчить освоение арктических шельфов и т.д. С другой стороны, потепление чревато вытеснением одних биологических видов другими; учащением засух в одних регионах и наводнений – в других; протаиванием вечномерзлых грунтов, которое может нанести серьезный ущерб строениям и коммуникациям в северных регионах РФ, и т.п. При этом неопределенность влияния возможного изменения климата на сельское хозяйство РФ, ее водные ресурсы, энергетику, растительный и животный мир, демографическую ситуацию – весьма велика. Среди национальных особенностей

РФ следует, прежде всего, выделить такие, которые ставят страну в неравное (невыгодное) положение относительно объективных предпосылок повышенной потребности в сжигании топлива. Такие национальные особенности нельзя игнорировать при формировании государственной климатической политики, в том числе при позиционировании РФ в мировом сообществе с учетом ее законных национальных интересов (см. п. 6.2.3).

Вовлечение в осуществление климатической политики региональных и муниципальных органов. Территориальное планирование, выработка тепла для отопления зданий тепловые коммуникации, тепловая эффективность зданий, общественный транспорт - сектора, деятельность которых существенным образом влияет на выбросы ПГ. В то же время эффективность функционирования этих секторов определяется на федеральном, региональном и муниципальном уровнях. Поэтому в активную деятельность по реализации КД РФ должны быть вовлечены все уровни исполнительной власти.

Улучшение знаний о климате – необходимая предпосылка формирования и реализации климатической политики. Концентрация усилий на дальнейшее улучшение знаний о климате (фундаментальные и прикладные исследования: глобальный климат и климат регионов РФ; и наблюдения за климатом: национальные и международные системы) играет решающую роль в рациональном построении национальной климатической политики.

Альтернативные сценарии развития мирового и национального социально-экономического развития. Национальная климатическая политика РФ должна учитывать альтернативные сценарии развития мирового и национального социально-экономического развития.

6.4 Рекомендации по реализации КД РФ органами управления, для обеспечения устойчивого развития территории РФ

При реализации национальной политики РФ в области климата необходимо учитывать аспекты научного, организационно-правового и кадрового обеспечения.

Основная задача научного обеспечения – получение и представление заинтересованных ведомств РФ достоверной и объективной научной информацией для принятия решений. К приоритетным научным задачам относятся:

- развитие и поддержание на территории РФ систем наблюдения за климатом, включая факторы, формирующие климат и индикаторы изменения климата;
- исследования и оценка возможных в будущем изменений глобального и регионального климата, а также их последствий;
- исследования и оценка стоимости мер по адаптации к изменениям климата, мер по смягчению антропогенного воздействия на климат и экономического эффекта от реализации этих мер;

- разработка критериев и параметров (пороговых значений) климатической безопасности РФ;
- независимая (международная) экспертиза результатов научных исследований в области климата и смежных областях;
- разработка механизмов, поощряющих более тесное научное сотрудничество организаций НИУ Росгидромета, РАН и ВШ при выполнении целевых научных программ в области климата.

Организационно-правовое обеспечение – основа механизма реализации КД РФ. Основные принципы КД РФ должны быть закреплены в нормативных правовых актов РФ (федеральные законы, указы Президента РФ, постановления Правительства РФ).

Основная задача кадрового обеспечения – обеспечение полноценных и независимых исследований в области климата и смежных областях, соответствующих мировому уровню. Решение этой задачи целесообразно осуществлять, исходя из стратегии подготовки молодых специалистов в области изучения климата и его влияния на экономику и социальную сферу, здоровье населения и состояние окружающей среды. Эта стратегия включает укрепление соответствующей тематики профильных кафедр вузов РФ страны. Особое внимание следует уделить подготовке научных кадров высшей квалификации по указанной тематике, предусмотреть организацию дополнительного обучения студентов старших курсов учебных заведений на базе ведущих НИУ страны по данному направлению, организацию стажировки наиболее одаренных молодых ученых и специалистов, аспирантов и студентов старших курсов в ведущих мировых научных центрах (предусмотрев на эти цели соответствующее государственное финансирование).

Основной задачей международного сотрудничества рекомендуется считать реализацию интересов РФ через участие в решении глобальных и региональных проблем, связанных с изменениями климата и антропогенными воздействиями на климат, и регулировании процессов глобализации в интересах устойчивого развития РФ и мирового сообщества в целом. Формами международного сотрудничества могут быть:

- участие РФ в разработке и выполнении международных соглашений по проблемам климата;
- активное участие в деятельности международных организаций, занимающихся проблемами климата и смежными проблемами – в системе ООН и других;
- обеспечение обязательной государственной экспертизы всех международных программ и проектов, связанных с изменениями климата, независимо от участия в них РФ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем отчете была предпринята попытка систематизировать взгляды части научного сообщества собственно на проблему изменения климата и государственную позицию РФ в отношении этой проблемы, а также на государственную политику РФ, призванную, в частности, поддержать актуальные для РФ климатические исследования и способствовать преодолению глубокого кризиса в современной российской науке о климате. Эти взгляды являются, если можно так выразиться, взглядами изнутри, поскольку все авторы отчета непосредственно участвуют в исследованиях разных аспектов проблемы изменения климата и ежедневно и в полной мере сталкиваются с другими – неклиматическими – проблемами, рассмотренными в настоящем отчете. Тем не менее, авторы отчета не претендуют на полноту освещения всех проблем, связанных с изменением климата и его последствиями, и предлагают рассматривать свои выводы как отправную точку для дальнейшего обсуждения. Главным же итогом настоящего отчета является заключение о необходимости безотлагательного формирования научно обоснованной официальной позиции РФ по всем затронутым проблемам, в том числе – в виде Климатической доктрины РФ как основополагающего документа для соответствующих внутри- и внешнеполитических и экономических решений.

Список основных источников

1. Глобальные изменения климата и их последствия для России. М.: РООУППГ, 2002, 468 с.
2. Доклад о компиляции и обобщении третьих национальных сообщений. 18 сессия Вспомогательного органа по осуществлению РКИК ООН, Бонн 4-13 июня 2003. РКИК ООН, FCCC/FBI/2003/7, 16 May 2003.
3. Государственная стратегия экономической безопасности РФ (Основные положения). Одобрена Указом Президента РФ от 29 апреля 1996 № 608). <http://www.scrf.gov.ru/documents/documents.shtml>
4. Доктрина информационной безопасности РФ. Утверждена Президентом РФ 9 сентября 2000 № Пр-1885. <http://www.scrf.gov.ru/documents/documents.shtml>
5. Изменение климата и здоровье человека: угроза и ответные меры. Резюме. ВОЗ, 2003, 41 с.
6. Киотский протокол к Конвенции об изменении климата. - Секретариат Конвенции об изменении климата, Бонн, 33с.
7. Концепция внешней политики РФ. Утверждена Президентом РФ 28 июня 2000. <http://www.scrf.gov.ru/documents/documents.shtml>
8. Концепция национальной безопасности РФ. Утверждена Указом Президента РФ от 17 декабря 1997 №1300 (в редакции Указа Президента РФ от 10 января 2000 № 24). <http://www.scrf.gov.ru/documents/documents.shtml>
9. Морская доктрина РФ на период до 2020 года. <http://www.scrf.gov.ru/documents/documents.shtml>
10. Мохов И.И. Российские климатические исследования в 1999-2002 гг. // Известия РАН Физика атмосферы и океана. 2004. Т. 40. №2, с. 148-156.
11. Основные положения Энергетической стратегии России на период до 2020 года. Одобрены Правительством РФ, протокол № 39 от 20 ноября 2000г. <http://www.scrf.gov.ru/documents/documents.shtml>
12. Основы политики РФ в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу. Утверждены Президентом РФ 30 марта 2002 № Пр-576. <http://www.scrf.gov.ru/documents/documents.shtml>
13. "Прогнозируя предстоящие наводнения". Отчет для высших должностных лиц по проекту "Защита от наводнений и эрозии прибрежных зон" программы "Форсайт". Департамент по науке и технологиям Правительства Великобритании. 2003, 58с.
14. Рамочная Конвенция Организации объединенных наций об изменении климата. – Секретариат Конвенции об изменении климата, Бонн, 2003, 29с.
15. Третье Национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со статьями 4 и 12 Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. М., 2002.

16. Федеральный закон. О гидрометеорологической службе: принят постановлением Правительства РФ 19.07.1998. – № 113, Собрание Законодательства Российской Федерации. - 1998.- № 30.
17. Экологическая доктрина РФ. Одобрена распоряжением Правительства РФ от 31 августа 2002 № 1225-п. <http://www.scrf.gov.ru/documents/documents.shtml>
18. ACIA, 2005: *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)*. Cambridge University Press, 1042 pp.
19. Action on Climate Change post 2012: The EU Contribution to Shaping the Future Global Climate Change Regime. Important legal notices on environment/climate change, European Commission, 4 December 2005, 4 p.
20. Bader, D., A. Bamzai, J. Fein, A. Patrinos, and M. Leinen, 2005: A U.S. Interagency Distributed Climate Modeling Project. *Eos Transactions, AGU*, 86, No.34,309-310.
21. Climate Change 2001. Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. 184 pp.
22. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions "Winning the Battle Against Global Climate Change". Commission of the European Communities, Brussels, 9.2.2005, COM (2005) 35.
23. Global Problems, Global Science- Europe's Contribution to Global Change Research. ESF Forward Look Report 1. May 2003. 168 pp.
24. IPCC, 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J. T., Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C. A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881 pp.
25. National Assessment Synthesis Team. *Climate Change Impacts on the United States: The Potential Consequences of Climate Variability and Change*. US Global Change Research Program, Washington DC, 2000, 154 pp.
26. "Our Changing Planet". The US Climate Change Science Program For Fiscal Years 2004 and 2005. A report of the Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. A supplement to the President's Budgets for Fiscal Years 2004 and 2005, July 2004.
27. Strategic Plan for the US Climate Change Scientific Program. A report by the climate change science program and the subcommittee on global change research. July 2003, 202 pp.
28. Implementation Plan for the Global Observing System for Climate in Support of the UNFCCC. – October 2004, GCOS, WMO TD N 1244, 23 p

29. Strategy for Implementation of the Global Atmospheric Watch program (2001-2007). WMO, GAW No 11
30. The European Climate Change Programme (II) Stakeholder Conference. Brussels, 24 November 2005.
31. The Second Report on the Adequacy of the Global Observing Systems for Climate in Support of the UNFCCC. WMO/TD No.1143. GCOS-82, April 2003. 73 p.
32. WMO WDGGC data summary for green house gases and other atmospheric gases. No 10, March 2004

Список использованных сокращений

ААНИИ – Научно-исследовательский институт Арктики и Антарктики (Росгидромет)
АПК – агропромышленный комплекс
АТР – Азиатская территория Российской Федерации
АЭС – атомная электростанция
БКП – биоклиматический потенциал
ВМО – Всемирная метеорологическая организация
ВНИИГМИ МЦД – Всероссийский научно-исследовательский гидрометеорологической информации – Мировой центр данных (Росгидромет)
ВНИИСХМ – Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной метеорологии (Росгидромет)
ВПИК – Всемирная программа исследований климата
ВТО – Всемирная Торговая Организация
ВШ – Высшая школа
ГГИ – Государственный гидрологический институт (Росгидромет)
ГГО – Главная геофизическая обсерватория им.А.И.Воейкова (Росгидромет)
ГСА – Глобальная служба атмосферы
ГСНК – Глобальная система наблюдений за климатом
ГЭС – гидроэлектростанция
ЕС – Европейский Союз
ЕТР – Европейская территория Российской Федерации
ЖКХ – Жилищно-коммунальное хозяйство
ИВМ – Институт вычислительной математики РАН
ИВП – Институт водных проблем РАН
ИГ – Институт географии РАН
ИГКЭ – Институт глобального климата и экологии (РАН и Росгидромет)
ИО – Институт океанологии РАН
ИФА – Институт физики атмосферы РАН
КДРФ – Климатическая доктрина Российской Федерации
ЛЭП – линия электропередачи
МАГАТЭ – Международное агентство по атомной энергии
МГЭИК – Межправительственная группа экспертов по изменению климата
МГУ – Московский государственный университет
МОЦА – глобальная модель общей циркуляции атмосферы

МОЦАО – глобальная объединенная модель общей циркуляции атмосферы и океана
МРК – модель регионального климата
НОД – Национальный оценочный доклад (Национальный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории РФ)
ОД-4 МГЭИК – Четвертый оценочный доклад МГЭИК (будет опубликован в 2007 г.)
ПГ – парниковые газы
РАН – Российская академия наук
РГГМУ – Российский государственный гидрометеорологический университет
РКИК – Рамочная конвенция ООН об изменении климата
РФ – Российская Федерация
СЛО – Северный Ледовитый океан
СПбГУ – Санкт-Петербургский государственный университет
ТВП – температура воздуха у поверхности Земли
ТОД МГЭИК – Третий оценочный доклад МГЭИК (2001 г.)
ТЭК – тепло-энергетический комплекс
ТЭС тепловая электростанция
ФО – федеральный округ РФ