

**Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия
Центральной Азии (МКВК)**

Канадское агентство международного развития (СІДА)

Университет МакГилл

Центр Брейса по управлению водными ресурсами

Изменение климата: касается каждого

Публикации Тренингового центра МКВК.
Выпуск 11

Ташкент 2005

Дорогие читатели!

Предлагаемая вашему вниманию брошюра - одиннадцатая в серии «Публикации Тренингового центра МКВК».

Брошюра рассчитана на слушателей Тренингового центра МКВК, специалистов-практиков водного хозяйства, студентов высших учебных заведений соответствующего профиля.

Переводы, представленные в данном сборнике, являются неофициальным.

Составитель **Стулина Г.В.**

В ВЫПУСКЕ:

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ДИАЛОГ О ВОДЕ КЛИМАТЕ	5
СЦЕНАРИЙ РЕЗКОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ США	
П. ШВАРЦ, Д. РЭНДАЛ	24
ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ	
В.Ю. ГЕОРГИЕВСКИЙ	43
ВОДА И СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ: БЫТЬ ИНФОРМИРОВАННЫМ И ПОДГОТОВЛЕННЫМ	55
СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, ГЛОБАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ: ВОПРОСЫ ИЗ ОБЛАСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	86

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дорогие читатели!

Данной брошюрой мы открываем цикл публикаций, посвященных изменению климата и его связи с проблемами использования и управления водными ресурсами в глобальном и региональном масштабах. Хотя глобальное изменение климата получило всемирную масштабность в средствах массовой информации, особо в с Киотским протоколом, внимание правительств и решающих лиц к этой проблеме явно недостаточное, если не сказать минимальное. Одним из важных доказательств этого является отношение главного загрязнителя атмосферы - США - к ратификации Киотского протокола и к практическим действиям по снижению влияния страны на создание парникового эффекта. У большинства решающих лиц, мыслящих категориями их временного пребывания на политической орбите не хватает общечеловеческой ответственности за свою роль в этом негативном явлении, грозящем в будущем гибелью человечества, или за свое бездействие.

Кажущееся небольшое – на 1-2 °С – повышение температуры сопровождается не только ростом водопотребления, но и определенным (особо в будущем) снижением водных ресурсов. Главное же – изменение климата влечет резкое нарастание экстремальных явлений, чему мы с вами уже являемся свидетелями за последние 15 лет, ознаменовавшиеся двумя глобальными наводнениями и тремя годами мировых паводков.

В связи с этим, цель наших публикаций – подготовить специалистов водохозяйственных организаций, равно как и связанных с нами НПО, самим понять надвигающиеся неприятности и одновременно стать проводниками мысли об этом в доступных им аудиториях, создавая определенное мозговое давление на власть имущих.

Наша серия публикаций будет включать как описание проблемы, так и меры по адаптации к изменению климата, которые нашли применение в нашей и мировой практике.

Директор НИЦ МКВК

проф. В.А. Духовный

ДИАЛОГ О ВОДЕ КЛИМАТЕ¹

Часть 1

1.1 Введение

Предполагается, что изменение климата окажет значительное воздействие на водные ресурсы. В некоторых регионах уже наблюдается повышение величины и частоты экстремальных событий, и некоторые эксперты приписывают это изменению климата. Глобальное повышение температуры имеет большое действие на испарение, которое в свою очередь затрагивает запасы атмосферной влаги и тем самым влияет на величину, частоту и интенсивность выпадения осадков, а также сезонное и территориальное распределение осадков и их межгодовую изменчивость. Сохраняется высокая степень неопределенности, особенно в отношении ожидаемых изменений в характеристиках атмосферных осадков в связи с изменением климата. В частности те, кто управляет водными ресурсами, сталкиваются с проблемой учета добавочной неопределенности воздействия изменчивости и изменения климата на гидрологические условия в процессе принятия решения.

В данной главе затрагивается управление водными ресурсами с позиций изменчивости климата и потенциального воздействия изменения климата. Упор сделан на практические задачи, с которыми можно столкнуться (в настоящее время и в будущем) в этой связи. Феномен изменения климата может быть рассмотрен в нашем контексте путем оценки текущего состояния климата (от прошлого до настоящего) с тем, чтобы понять воздействие возможных будущих событий, включая постепенные и резкие изменения, на водные ресурсы.

Во многих отношениях данная глава представляет собой отправную точку Диалога по воде и климату и нацелена на обеспечение краткого обзора взаимосвязей между климатом и водой. Глава начинается с краткого обсуждения по климату, с особым упором на неопределенностях и ожидаемом воздействии на водные ресурсы. Затем описывается, как прямое воздействие климата и климатической изменчивости на водные ресурсы может повлиять косвенным образом на другие отрасли, связанные с водой, например сельское хозяйство, здравоохранение и экосистемы. В заключение, будут затронуты текущие факторы, препятствующие количественному определению и работе с подобными воздействиями.

1.2 Информация по климату

Исследования в области климата имеют двойную задачу (Hulme and Carter, 1999), а именно:

- расширить понимание климатической системы;
- четко и, где возможно, количественно определить остающиеся неопределенности.

Эти две задачи рассматриваются здесь в контексте водных проблем.

¹ Coping with Impacts of Climate Variability and Climate Change in Water Management: a Scoping Paper // P. Kabat, R.E. Shulze, M.E. Hellmuth, J.A. Veraart (Editors)

1.2.1 Современные предположения о будущем климате в свете неопределенностей

Понимание изменений в прошлом зачастую сдерживалось недостатком данных наблюдений. Несмотря на это, похоже, что глобальное потепление, наблюдаемое за последние 50 лет, вызвано повышением концентрации в атмосфере парниковых газов вследствие антропогенных эмиссий и изменений в земледелии. Однако из комплекса источников возникают неопределенности относительно изменений в будущем. Некоторые источники неопределенности предначертаны и их нельзя избежать:

- будущие социально-экономические, политические и технические изменения;
- эмиссии парниковых газов в 21 веке;
- междугодичная климатическая изменчивость и ее отражение на управлении водными ресурсами.

Другие источники неопределенности могут быть ослаблены. Например, в последнее десятилетие значительно повысилась уверенность в способности глобальных климатических моделей давать полезные прогнозы будущего климата, и точность данных прогнозов была продемонстрирована на многих временных и пространственных уровнях. Чтобы справиться с различными источниками неопределенности, лучше использовать вероятностный метод, который основан на оценке риска. Самая последняя оценка IPCC (IPCC, 2001) затрагивает неопределенность на базе множества сценариев. Так:

- включен ряд «сюжетов» будущего развития мира;
- было разработано множество сценариев эмиссии парниковых газов на XXI век (рис. 1);
- колебание величины потепления для эффективного удвоения концентраций парникового газа в атмосфере допускается в пределах от 1,4 до 5,8°C;
- несколько разных моделей общей циркуляции для глобального климата представляют региональные изменения климата.

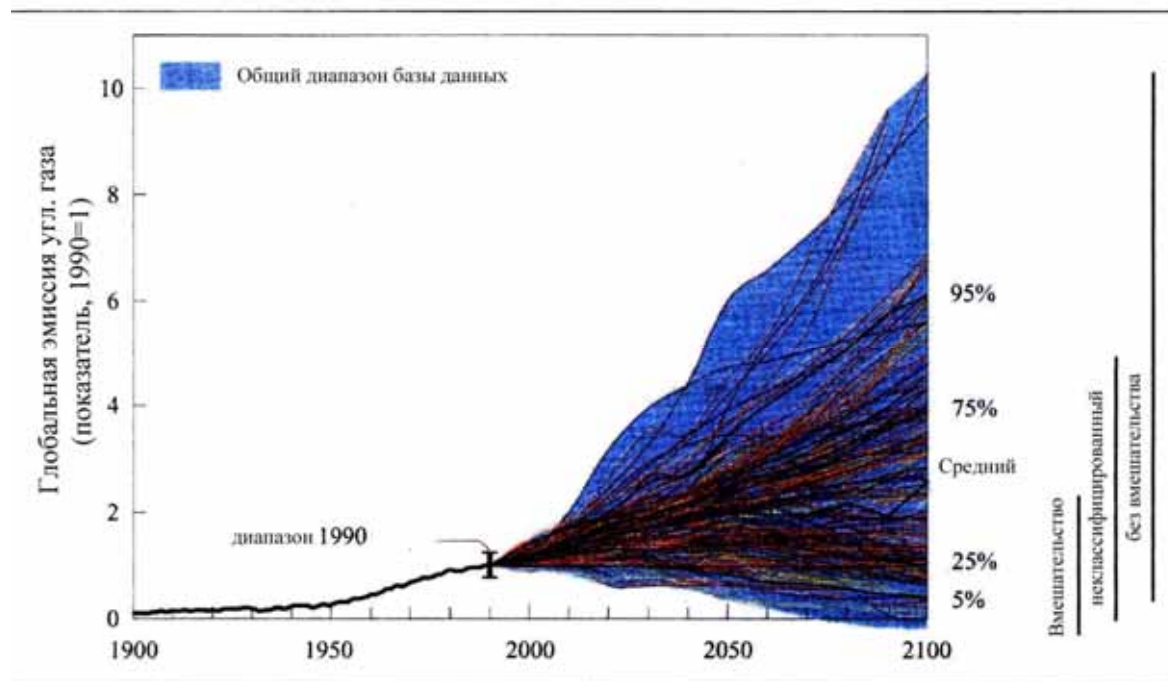


Рис. 1. Глобальные эмиссии CO₂, связанные с энергетикой и промышленностью: Прошлая динамика и будущие сценарии, показано индексом, где 1990 = 1 (Источник: IPCC, 2001)

1.2.2 Ожидаемое глобальное изменение климата и водные ресурсы

Поскольку климатические экстремумы, которые приводят к наводнениям и засухе, представляют особое значение для вопросов, связанных с водными ресурсами, и так как эти экстремумы могут усилить глобальное потепление, необходимо, чтобы те, кто управляет водными ресурсами, были информированы о современных прогнозах изменения климата, о вероятности их осуществления и вероятном действии на водные ресурсы. Наше понимание изменений в климатических экстремальных величинах в прошлом и в будущем обобщено в таблице 1.1, которая была составлена из последней оценки IPCC, опубликованной в 2001 году и на основе подхода к неопределенности, описанного в разделе 1.2.1.

Таблица 1.1 Обзор уже наблюдаемых изменений, перспектив на будущее и вероятного воздействия на водные ресурсы (Источник: IPCC, 2001)

Прогноз изменения климата	Наблюдается ли уже изменение климата?	Произойдет ли в 21 веке?	Воздействие на водные ресурсы
Более высокие max. температуры и больше жарких дней почти по всей земельной площади.	Вероятно	Весьма вероятно	Сокращение водных ресурсов
Более высокие max. температуры, меньше холодных и морозных дней почти по всей земельной площади	Весьма вероятно	Весьма вероятно	Сокращение водных ресурсов

Прогноз изменения климата	Наблюдается ли уже изменение климата?	Произойдет ли в 21 веке?	Воздействие на водные ресурсы
Суточный диапазон температур сократился на большей части земли	Весьма вероятно	Весьма вероятно	
Повышение теплового индекса	Вероятно во многих районах	Вероятно в большинстве районов	Сокращение водных ресурсов
Более интенсивное выпадение осадков	Вероятно во многих районах средней и высокой широты северного полушария	Весьма вероятно во многих районах	Более частые и сильные наводнения
Повышенная засушливость лета и сопутствующий риск засухи	Вероятно в некоторых районах	Вероятно в большинстве внутри-материковых районов средней широты	Более частые и сильные засухи
Повышение пиковой интенсивности ветра тропического циклона	Не наблюдается в некоторых имеющихся анализах	Вероятно в некоторых районах	Более частые и сильные наводнения, вызванные штормовым приливом
Повышение средней и пиковой интенсивности осадков в тропическом циклоне	Недостаточно данных	Вероятно в некоторых районах	Более частые и сильные наводнения

1.2.3 Региональное изменение климата

Хотя существует некоторое разногласие в отношении того, каким будет глобально осредненное повышение температуры - при этом смоделированное повышение колеблется от 1.4 до 5.8°C - к концу этого века (IPCC, 2001), различные модели едины в том, что это повышение будет сильно варьировать по регионам. Например, в высоких широтах повышение температуры будет на несколько градусов выше, чем в более низких широтах, частично вследствие колебаний площади (т.е. сокращения) материкового льда и снега. Изменения в количестве осадков имеют больший территориальный разброс, чем изменения температуры. Хотя ожидается общее увеличение осадков, в некоторых регионах количество выпадаемых осадков сильно повысится, а в других регионах оно наоборот значительно снизится.

В прогнозе осадков остается значительная дополнительная неопределенность по двум основным причинам:

- осадки являются второстепенным процессом в Моделях общей циркуляции (GCM) и, по существу, плохо представлены;
- системы сильных осадков зачастую возникают в масштабах, которые значительно меньше типичного масштаба по сетке координат GCM при 2-3°C широте/долготе.

Для того чтобы получить информацию в территориальных масштабах, которые меньше квадрата сетки в GCM, необходимо уменьшить размер. Существует два основных подхода для уменьшения размера, ни один из которых не обладает

преимуществом над другими и любой из них может быть подходящим в рассматриваемой ситуации. Эти подходы представляют собой:

- *статическое уменьшение масштаба*, где уравнение получается эмпирически для фиксирования взаимосвязей между мелкомасштабными явлениями и крупномасштабным поведением модели;
- *динамическое уменьшение масштаба*, где в GCM введена модель регионального климата с высоким разрешением (RCM).

Важно отметить, что «Система Земля» является нелинейной системой. Изменения в испарении и осадках не являются линейно пропорциональными изменениям температуры, частично вследствие вовлеченных фундаментальных физических принципов, а частично из-за сложности направлений и обратных связей, действующих на связь между температурой и другими соответствующими климатическими переменными на разных уровнях. Эти нелинейности имеют далеко идущие последствия для водных ресурсов.

1.3. Водные ресурсы

1.3.1. Почему водные ресурсы имеют значение?

На глобальном уровне ожидается, что забор и безвозвратное потребление воды существенно вырастут в течение следующих 50 лет из-за роста населения, качества жизни и производства продовольствия. Кроме того, несмотря на тот факт, что в нескольких наиболее развитых странах сохраняется тенденция снижения безвозвратного потребления воды, по нескольким сценариям развития общее увеличение водопользования к 2025 году предполагается в пределах 25-50 % (Cosgrove and Rijsberman, 2000).

В сущности, восполнимые водные ресурсы имеют свой предел, поскольку они ограничены потоком пресной воды, приносимым и забираемым с материков в результате процессов гидрологического цикла. Тем не менее, общепринято, что объем располагаемых водных ресурсов не равен сумме годового речного стока в океаны. Паводки составляют большую долю этого стока и когда они возникают как экстремальное событие, они скорее представляют бедствие, а не полезный ресурс. Речной сток весьма неравномерно распределен во времени. Почти повсеместно на Земле речные режимы демонстрируют сильную сезонную изменчивость. В таких районах, как субтропики или климатах типа средиземноморского стока зачастую являются непродолжительными и временами ограничены несколькими неделями года. В холодных регионах зимний сток может быть сильно снижен в результате влагозадержания в виде снега и льда.

Территориальный разброс поверхностных стоков также поразителен. В сельских районах развивающихся стран для доступа и сбора воды может потребоваться покрыть большое расстояние и затратить много времени. В зависимости от геологических характеристик, подземные воды могут представлять подходящий вариант для водоснабжения. Однако зачастую источники подземных вод невозможно использовать либо из-за состава его природных химических элементов (например, солей, мышьяка), либо из-за антропогенного загрязнения (например, нитратов). Кроме того, неглубокие водоносные горизонты могут не выдержать суровых засушливых сезонов и, как следствие, ресурсы подземных вод, а также поверхностные стоки могут пересохнуть.

Тем не менее, значительная часть населения мира все еще живет в разбросанных сельских поселениях, и эти люди зависят от наличия воды в ее «природном виде» для удовлетворения своих основных потребностей, таких как питьевые нужды, приготовление пищи, гигиена, разведение скота и сельское хозяйство. В разных климатических режимах (например, субтропическом, полуаридном, средиземноморском) подобная «природная» обеспеченность водой сильно колеблется в течение года и между годами. Любое уменьшение в объеме водных ресурсов или небольшие изменения в их распределении во времени окажут сильное воздействие на эти поселения, если они не будут обеспечены питьевой водой из внешних источников.

Концепция пресной воды не должна быть ограничена понятием о полезном ископаемом, текущем через русла, каналы и трубопроводы. Пресная вода является важнейшим движущим механизмом наземных и водных экосистем. Любое состояние равновесия в распределении наземных экосистем исходит из баланса между климатическими условиями и потенциалом устойчивости этих систем к колебаниям данных климатических условий. Любая вариация в изменчивости климата или любой тренд в одном из его компонентов может привести к сдвигам в распределении наземных экосистем (например, тропических лесов, саванн, степей) по широте и долготе. В водоразделе (также называемом водосбор или бассейн) подобные изменения могут оказывать ощутимое воздействие на водный баланс и, тем самым, обеспеченность водными ресурсами.

Пресноводные экосистемы (такие как пруды, озера, ветланды и речные русла) являются важнейшими элементами природы. Они поддерживают существование водной и наземной дикой природы, природных благ (например, вода, пища) и услуг (таких как ослабление паводков, уменьшение органического загрязнения). Во многих регионах рыба представляет собой ключевой элемент в социально-экономической организации общества и первый, а иногда и единственный источник белка, особенно для бедных слоев населения.

К сожалению, вода также связана с определенными болезнями. Есть несколько путей, через которые вода участвует в передаче болезни:

- *передающиеся с водой болезни* происходят от загрязнения воды человеческими или животными экскрементами или уриной, зараженной патогенными вирусами или бактериями, в случае которой болезнь передается непосредственно при питье воды или ее использовании в приготовлении пищи;
- *болезни*, возникающие в результате несоблюдения личной гигиены из-за дефицита или недоступности воды. Сюда относятся многие передающиеся с водой болезни, а также тиф;
- *болезни, передаваемые через водяных переносчиков*, которые исходят от паразитов, использующих организмы, живущие в воде или около нее (например, ришта – подкожный червь);
- *болезни, связанные с водой*, исходящие от насекомых-переносчиков инфекции, которые проживают в воде или около нее (например, малярия);
- *водно-дисперсные болезни*, являющиеся инфекциями, чьи возбудители размножаются в пресной воде и поступают в тело человека через дыхательный тракт (например, легионеллы)

В отношении болезней, связанных с водой, водные экосистемы чрезвычайно чувствительны, как положительно, так и отрицательно, к любым изменениям,

включая вызванные изменением климата (например, изменения температуры воды, глубины водоема, скорости течения).

Хотя цифры показывают, что на глобальном уровне увеличение спроса на воду и видов водопользования является определяющим движущим фактором в том, что может рассматриваться как будущий серьезный кризис, должно быть отмечено, что зависимость человека от воды главным образом определяется на локальном уровне, при этом вода рассматривается либо как ресурс, либо как экосистема. Глобальные и даже национальные показатели скрывают очевидный факт, что для всего человечества дефицит воды подразумевает выживание, а полное отсутствие воды означает смерть в течение нескольких дней. Во многих средах, находящихся в состоянии стресса, элемент ресурса в балансе спроса/предложения может и в самом деле стать ключевой проблемой, если изменится общий объем данного ресурса или изменится его распределение во времени и пространстве под влиянием, например, изменений в средних климатических значениях и климатической изменчивости.

Часть 2. Адаптация управления водными ресурсами к климатической изменчивости и изменениям климата

2.1. Введение

Долгосрочные изменения и растущая изменчивость климата потребует адаптации человеческой деятельности к новым условиям. С точки зрения водников, главным вопросом является аспект, как климатические изменения повлияют на стратегию устойчивого управления водными ресурсами. В главе приводится обзор возможных подходов и стратегий в отношении их адаптации к изменениям климата.

Адаптация стратегии не является чем-то новым. Со времен Ноева потопа общество и цивилизации адаптировались к климатической изменчивости посредством выработки механизмов и стратегий. Общества и политические системы были организованы, исходя из необходимости контроля, регулирования и распределения воды для орошения и контроля наводнений. Следовательно, стратегии адаптации стары как мир. Что появилось нового, так это передовые технологии эффективного использования воды в промышленности и сельском хозяйстве, а также более совершенные системы управления (накопления, транспортировки и очистки) водой. Во времена Ноя достаточно было вовремя построить лодку, чтобы избежать угрозы наводнения. Сегодня люди полагаются на системы раннего предупреждения и прогноза наводнений.

В этой главе дается краткое описание того, кто такие водники и чем они управляют. Дается определение концепции интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР), включая некоторые различия в управлении водными ресурсами в развитых и развивающихся странах. В разделе 2.4 описываются угрозы водным ресурсам, связанные с климатическими изменениями. Рассмотрены стратегии адаптации водного, сельскохозяйственного и финансового секторов. Специальное внимание уделено местным стратегиям адаптации. И, наконец, в заключительном разделе обобщены соответствующие рекомендации.

2.2. Кто такие водные менеджеры и чем они управляют?

Для водника-профессионала управление водой включает регулирование, контроль, распределение и эффективное использование существующих запасов воды для целей ирригации, охлаждения, хозяйственно-бытового водоснабжения и промышленности, а также развитие новых ресурсов, контроль наводнений, обеспечение навигации, производство гидроэлектроэнергии, рекреации и обеспечение экологических нужд.

Кроме того, в управление водой обычно включаются уровни управления, в особенности в частном секторе и индивидуальном водопользовании. Следовательно, технически каждый, кто использует воду, является менеджером от водника-профессионала до женщины, берущей воду из колодца. Те, кто платит за доставку и очистку воды, также являются ответственными за ее эффективное использование и сбережение. Тем не менее, менеджерами считаются люди, которые профессионально подготовлены и работают в специализированной организации по развитию, доставке или регулированию водных ресурсов и которые отвечают за принятые решения.

Для целей нашей дискуссии все пользователи, включая фермеров, считаются водными менеджерами. Рассматриваются все водные системы от крупных инженерных до малых сельских (включая неорошаемое земледелие). Решение вариантов адаптации для фермеров в развивающихся странах является наиболее критическим.

2.3. Интегрированное управление водными ресурсами как предпосылка адаптации

2.3.1. Что такое ИУВР?

Ядро управления водой составляет исторически развивающаяся адаптивная способность. Не стоит думать об адаптации к климатическим изменениям как о чем-то новом, оторванном от практики управления водой. Сейчас нет новых вариантов управления, которые отличались бы от уже существующих и полностью соответствовали бы климатическим изменениям. Существенной разницей является использование разных подходов: традиционных или не признающих научную неопределенность в качестве причины для отсрочки принятия решений по серьезным проблемам. Ясно, что практика и предпочтения в управлении водой изменяются со временем, например, от «жестких» структур (плотины, дамбы) до более «мягких» (перемещение поймы). Спектр решений и стратегий расширяется со временем ввиду новых технологий и более дешевой энергии. Тем не менее, мало традиционных мер было отброшено из растущего числа управленческих мер, польза и экономическая эффективность которых продемонстрирована на многочисленных примерах.

Что изменилось в нашем понимании и использовании набора управленческих мер, которые соответствуют современным принципам и политике. Водосбор включает множество пользователей, как верхнего, так и нижнего течения. Интегрированный подход рассматривает водосбор в целом, а также воздействие, которое оказывают изменения в водосборе или распределении воды на другие виды водопользования. Водные менеджеры теперь не начинают с презумпции, что определенные структурные меры (плотины, дамбы) являются наилучшим решением. Напротив, они начинают с вопроса, каковы цели управления. Сейчас

эти цели обычно включают социальные аспекты благополучия общины, роль женщин в группах водопользователей, а также экологические аспекты. ИУВР является парадигмой адаптации к изменчивости климата и неопределенным последствиям глобального потепления и его влияния на гидрологический цикл.

ИУВР, подобно интегрированному управлению прибрежными зонами, требует гармонизации политики, институтов, регуляторной структуры (разрешения, лицензии, мониторинг), планирования, эксплуатации, содержания и стандартов проектирования многих агентств и департаментов, ответственных за один или несколько аспектов управления водой и связанных с ней природных ресурсов. Управление водой может быть эффективным во фрагментарных организационных системах (США, Великобритания, Западная Европа) – там, где существует высокий уровень открытости в принятии решений, общественное участие и соответствующая финансовая поддержка планирования и осуществления проекта. Оно не будет эффективным в большинстве других случаев, где эти предпосылки не существуют. Создание надежной организационной структуры является первым шагом на пути к ИУВР.

Настоящее ИУВР требует как минимум 5 уровней интеграции:

- *вертикальная интеграция* от пользователей до политиков высокого ранга, принимающих решения, в правительстве и агентствах; от ирригационного дистрикта до муниципалитета, региональной администрации и национальной водной комиссии;

- *горизонтальная интеграция* представляет собой координацию и сотрудничество между всеми институтами, ответственными за управление ресурсами в пределах водосбора;

- *междисциплинарная интеграция* включает все соответствующие дисциплины: социально-экономические, инженерные, гидрологические, экономические и экологические;

- *функциональная интеграция* включает планирование, регулирование, проектирование, эксплуатацию, содержание и мониторинг;

- *интеграция водопользователей* включает участие неправительственных интересов, групп пользователей или народностей во всех аспектах управления водой и принятия решений.

Обычно сложные, взаимосвязанные требования ИУВР лучше всего управляются постоянным координирующим органом наподобие бассейновой комиссии или агентства, персонал которых обучен не только техническим приемам управления водой, но и координации многочисленных слоев населения.

Признаком ИУВР является постоянное совершенствование и внедрение фундаментальных принципов в современное управление водой, а также технологические улучшения. Эта прогрессивная адаптация политики, аналитических инструментов и процедур позволяет разрабатывать социально приемлемые проекты. Это также позволяет адаптироваться к климатическим изменениям, тем лучше, чем больше гидрологической и климатической информации вложено в планирование, проектирование и эксплуатацию водных систем. Необходимо также постоянно совершенствовать социально ориентированные принципы управления и цели планирования, которые позволяют менеджерам выбрать те меры, которые отвечают целям планирования, установленным в результате

общественного обсуждения. Эти принципы разрабатывались в течение многих десятилетий и выведены из многих международных конвенций. Они могут быть представлены в следующем виде:

- каждый должен иметь доступ к безопасному и надежному источнику воды. Вода необходима для производства продовольствия и выживания;
- вода является социальным и экономическим товаром и ее стоимость должна формально приниматься во внимание при оценке проектов;
- общественное участие является важным элементом эффективного управления водными ресурсами; следует приложить все усилия для вовлечения женщин в управление водными ресурсами;
- вода эффективнее всего управляется на уровне, где принимаются решения и разделяется ответственность;
- финансовые субсидии на развитие водных ресурсов должны быть минимизированы и покрытие затрат должно быть обеспечено тем или иным способом, чтобы обеспечить эффективное использование воды;
- сегодня понимание вопроса сводится к тому, что приватизация некоторых функций управления водными ресурсами должна быть расширена в развитых секторах экономики, таких как гидроэнергетика, орошение, муниципальное и промышленное водоснабжение. Тем не менее, приватизация может отрицательно сказаться на бедных слоях населения.

2.3.2. Проблемы пространственного и временного масштаба ИУВР

Если землепользование и социально-экономические процессы имеют временные и пространственные рамки, эти рамки для ИУВР не совсем ясны. Обычно временные и пространственные масштабы ИУВР определяются политиками, менеджерами и водопользователями (Schultze, 2002).

В отношении пространственного масштаба, Шульце (2002) перечисляет проблемы ИУВР для нескольких различных масштабов:

- проблемы глобального масштаба (водные конвенции, климатические изменения);
- международные проблемы (трансграничные реки);
- национальные проблемы (внутренне управление водными ресурсами);
- проблемы в масштабе водосбора;
- инициативы локального уровня;
- проблемы на уровне общин;
- проблемы на уровне домашнего хозяйства (для развивающихся стран, где продовольственная и водная безопасность являются ежедневными проблемами).

Чем больше пространственный масштаб, тем больше затрудняется управление (сельские районы Африки, Фрост, 2001). Большой масштаб предполагает больший спектр доступных ресурсов и водопользователей с различными интересами и возможностями. В результате, при большом пространственном масштабе заключение соглашений и достижение консенсуса затруднительно и сложно в

плане действий. Однако при слишком малом масштабе существует опасность потерять из виду общий контекст и общие управляющие процессы ИУВР.

Масштаб временных процессов также может изменяться в широких пределах и должен рассматриваться в контексте ИУВР. В отношении временного масштаба, Шульце выделяет:

- декадные, внутри-сезонные, межсезонные периоды;
- масштаб стока реки, изменяющийся от многовекового цикла до внутри-сезонной межгодовой изменчивости;
- экологический временной масштаб, определяемый амплитудой, частотой и продолжительностью межени и паводка как биологического спускового крючка;
- сельскохозяйственный временной масштаб, когда межсезонные и внутри-сезонные временные рамки важны для сельскохозяйственных культур, а внутри-сезонные и декадные – для лесоводства;
- экономический временной масштаб, изменяющийся от долгосрочного международного до национального, регионального и краткосрочного локального;
- политический временной масштаб, различающий стабильные правительственные структуры от нестабильных, а также между национальными и локальными структурами;
- временной масштаб управления и планирования (часто порядка 10-20 лет);
- временной масштаб благополучия/развития, когда развитые страны имеют более широкий горизонт планирования.

Из приведенного списка видно, что существует большой спектр временных масштабов. Подход ИУВР не приурочен к какому-либо одному масштабу, но рассматривает перекрывающиеся временные масштабы в интегрированном виде.

2.3.3. ИУВР в развивающихся странах

Развитые страны концентрируют усилия в развивающихся странах на информирование общественности о воздействии климатической изменчивости на водные ресурсы. Хотя принципы ИУВР пригодны и для развивающихся стран, существуют большие различия в их применении в этих странах. В таблице 2.1 (Schultze, 2002) показаны эти различия. В общем, развитые страны больше внимания уделяют качеству жизни, экологии и долгосрочным проблемам, тогда как развивающиеся страны вынуждены решать текущие ежедневные проблемы (Schultze, 2002).

Шульце предлагает заменить существующие тенденции в отношении ИУВР в развивающихся странах на следующие:

- решения по управлению водой часто принимаются «на расстоянии» в столице;
- потребности в воде бедных часто не удовлетворяются или недооцениваются в более широком масштабе ИУВР;

- среди водопользователей много неравенства в отношении здоровья, возможностей, профессионального уровня, способности к управлению и экономической деятельности (Frost, 2001);
- правительственные проекты срываются или запаздывают ввиду неадекватного финансирования;
- главной потребностью является развитие базовой инфраструктуры для обеспечения водной безопасности;
- экологические приоритеты часто игнорируются, упор делается на экономические выгоды от контроля эрозии и наводнений.

Таблица 2.1. Характеристики, влияющие на ИУВР в развитых и развивающихся странах (Schultze, 2001)

Развитые страны	Развивающиеся страны
Инфраструктура	
Высокий уровень развития инфраструктуры. Инфраструктура снижает подверженность природным катастрофам. Высокий уровень содержания инфраструктуры. Высокий уровень информационной базы.	Инфраструктура хрупкая, часто деградирующая. Высокая подверженность природным катастрофам, большой ущерб и человеческие жертвы. Низкий уровень содержания инфраструктуры. Низкий уровень информационной базы.
Потенциал	
Избыток опытного научного и административного персонала. Опыт распространен на низовый уровень. Гибкость в приспособлении к новым технологиям.	Ограниченное число опытного научного и административного персонала. Опыт высокоцентрализованый. Технологические достижения не используются.
Экономика	
Смешанная экономика услуг с разнообразным сложным взаимодействием. Экономически независимая и устойчивая. Многовариантное планирование. Долгосрочное перспективное планирование. Достаточно средств для планирования и ИУВР.	Большая зависимость от земли и изменчивости климата. Сильно зависимая от помощи доноров. Планирование не диверсифицировано. Краткосрочное планирование. Меньше возможностей для планирования и ИУВР.
Социально-политические	
Рост населения низкий или отсутствует. Информированная общественность и хорошее понимание планирования. Высокие политические полномочия водопользователей. Принятие решений децентрализовано. Высокий уровень понимания целей планирования и ИУВР. Желание сберечь эстетические ценности.	Высокие темпы роста населения и демографическое давление на землю. Плохо информированное общество и непонимание планирования. Водопользователи часто не имеют полномочий или испытывают давление сверху. Принятие решений централизовано. Низкий уровень понимания целей планирования и ИУВР. Потребность в базовых вещах для выживания.

Более того, для многих развивающихся стран изменения климата - одна из многих проблем и не рассматривается серьезно. Это следует иметь в виду при рассмотрении проблем развивающихся стран. Решения по этому вопросу также должны принимать во внимание специфические особенности этих стран. Например:

- местные методики планирования должны быть технически выполнимыми и основаны на участии водопользователей, их опыте и практике;
- инициативы в области планирования должны быть доступными вовлекать местные общины и организации, включая создание организационного потенциала и техническую поддержку;
- структура инициатив должна поощрять сотрудничество на локальном уровне среди НПО, общинными организациями и правительственными органами.

2.4 Стратегии адаптации к климатическим изменениям и изменчивости

Определение практических воздействий климатических изменений и изменчивости на водные ресурсы является сложной задачей для профессионалов-водников, поскольку она связана с неопределенностью климатических прогнозов, а также с уменьшением и увеличением пространственных и временных масштабов. В разделе приводится краткое описание воздействия изменения и изменчивости климата на водные ресурсы, сельское хозяйство и финансовый сектор, а также спектра стратегий адаптации.

2.4.1 Развитие водных ресурсов

Инженеры уже сталкивались с подобными задачами прямо или косвенно. Например, совместное использование поверхностных и подземных вод помогает преодолевать засушливые периоды. Стахив (1998) ставит следующий вопрос:

«Вопрос заключается в том, могут ли современные методы развития и управления водными ресурсами, основанные на допущении о постоянстве климата, быть эффективно использованы в изменившихся условиях. Некоторые авторы (Маталас, 1997) верят, что методы стохастической гидрологии, широко используемые в планировании проектов, могут справиться с неопределенностями, вызываемыми глобальным потеплением как в стационарных, так и в нестационарных условиях».

Гляйк (2000) утверждает, что опора только на традиционные управленческие решения является ошибкой:

«Во-первых, климатические изменения вызывают в некоторых местах и в некоторые промежутки времени гидрологические условия и экстремальные ситуации иной природы, чем те, на которые были рассчитаны существующие системы; во-вторых, климатические изменения могут производить изменения за пределами возможностей существующей инфраструктуры; в-третьих, опора на традиционные методы предполагает, что для подготовки к климатическим изменениям будет достаточно информации времени; в-четвертых, этот подход предполагает наличие специальных усилий или планов для защиты от неопределенностей».

Оба заявления доказывают, что допущение о климатической устойчивости больше не является корректным для управления водными ресурсами. В этом аспекте наиболее подходящим является ИУВР, которое обладает достаточной гибкостью для того, чтобы выдержать наиболее жесткие сценарии изменения климата. Кроме того, анализ чувствительности, проведенный на водосборах и речных бассейнах, при различных сценариях может помочь уточнить конструкцию и эксплуатацию этих систем для их большей надежности (Stakhiv, 1998). Гляйк (2000) подчеркнул, что самоуспокоенность части водных менеджеров может привести к тяжелым последствиям, которые могли бы быть предотвращены дорогостоящими мерами сейчас.

Клемс (1991) перечисляет пути реагирования на климатические изменения и их воздействия на водные ресурсы:

- приверженность стандартам высокого профессионализма при предложении решений по существующим проблемам водных ресурсов;
- готовность к принятию мер по ограничению стоков и загрязнения;
- стремление к здоровым решениям и гибким проектам;
- документирование и принятие во внимание известных неопределенностей в доступных водных ресурсах и спросе;
- документирование доступных режимов работы проекта взамен обеспечения лишь нормальных проектных параметров;
- обеспечение общей линии приемлемых мер в экстремальных условиях, не обеспечиваемых проектом при нормальной работе (гибкие правила эксплуатации);
- открытость реальной информации, допущений и гипотез, принятых при моделировании.

В таблице 2.2. приведены рекомендации по адаптации для водных менеджеров. Отметим, что нет большой разницы между этими рекомендациями и мерами, предусмотренными и уже выполняемыми в рамках ИУВР. Определение необходимости этих мер варьирует и зависит от того, насколько климатические изменения и изменчивость (уровень изменчивости и непредвиденные явления) принимаются во внимание.

Что касается конкретных мер управления в условиях неопределенности, наиболее здоровые решения и надежные механизмы обеспечиваются водохранилищами. Однако другие сочетания неструктурных мер (управление спросом, сельскохозяйственная водосберегающая практика, ценообразование, регулирование, перераспределение) могут дать сравнимые результаты в объеме ресурсов, но не в надежности системы. Выбор альтернатив зависит от уровня социального риска и восприятия дефицита, а также от сложности проблемы. Вариации адаптации к климатическим изменениям неограниченны как по стратегиям, так и по сочетанию мер, составляющих стратегию. Не существует единой «наилучшей» стратегии. Каждая стратегия зависит от множества факторов: экономической эффективности, снижения риска, гибкости или надежности.

Таблица 2.2. Рекомендации для водных менеджеров

Водные ресурсы		Спрос	
Городское водоснабжение			
Вариант	Комментарии	Вариант	Комментарии
-Увеличение емкости водохранилища – дорого, потенциальные экологические воздействия.		-Стимулы водосбережения – ограниченные возможности, требуется организационная структура.	
-Увеличение отбора из реки и подземных вод – потенциальные экологические воздействия.		-Юридические стандарты водопользования – потенциальное политическое воздействие, обычно экономически неэффективно.	
-Изменение правил эксплуатации системы – возможно ограниченные возможности.		-Повышение использования «серой» воды – потенциально дорого.	
-Межбассейновые переброски - дорого, потенциальные экологические воздействия.		-Снижение потерь – снижение потерь до минимальных, особенно в старых системах, дорого.	
-Опреснение – дорого (большие затраты энергии).		-Развитие безводной системы утилизации отходов.	
Промышленное и энергетическое охлаждение			
-Повышение мощности источника – дорого.		-Повышение эффективности использования воды и водооборот – дорого усовершенствовать.	
-Использование неподготовленной воды – использование растёт.			
Производство гидроэлектроэнергии			
- Увеличение емкости водохранилища – дорого, потенциальные экологические воздействия.		-Повышение эффективности работы турбин и использования энергии – дорого усовершенствовать	
Навигация			
-Строительство дамб и шлюзов – дорого, потенциальные экологические воздействия.		Изменить размеры и частоту прохождения судов – чем меньше суда, тем чаще они проходят, выше эмиссия.	
Контроль загрязнения			
-Совершенствование очистки – потенциально дорого.		-Снизить объем стоков – требует управление различными источниками загрязнения.	
		-Снизить сток загрязнителей – требует стимулов для фермеров.	
Контроль наводнений			
-Повысить защиту от наводнений (дамбы, водохранилища) - дорого, потенциальные экологические воздействия.		-Улучшить систему предупреждения – технические ограничения в пойме и неизвестная эффективность.	
-Контроль пиковых расходов в зоне формирования стока – более эффективно для наводнений малого масштаба.		-Ограничивать использование поймы – потенциальные социально-политические проблемы.	
Орошение			
-Повысить мощность источников орошения - дорого, потенциальные экологические воздействия.		-Повысить эффективность орошения – повышение цен.	
		-Выращивать засухоустойчивые культуры – генная инженерия противоречива.	
		-Изменить схему размещения культур - заменить на культуры, не требующие орошения	

2.4.2 Сельское хозяйство

Фермеры требуют создания потенциала для смягчения воздействий изменения и изменчивости климата. Это может потребовать накопления воды (водохранилища, почвенная влага, подземные воды), а также повышения экономического потенциала (экономия/кредиты) для выживания и продовольственной безопасности. Как показано в таблице 2.2, предложено несколько вариантов адаптации для фермеров, занятых в орошаемом земледелии, основанных на высоких технологиях. В случае неорошаемого земледелия фермеры особенно подвержены капризам изменчивости климата. Основным препятствием для фермеров является чередование засушливых и влажных лет. Бедный фермер может пережить один засушливый год после нормального, но несколько засушливых лет подряд разорят его.

Фермеры традиционно подвергаются риску неурожая. В случае неурожая риску подвергаются и другие ресурсные механизмы. Они могут включать правительственные программы, размещение различных видов ресурсов по хозяйствам. Более надежным методом преодоления изменчивости климата является страхование культур. Абада (2001) отмечает, что, несмотря на недоступность существующих правительственных программ страхования для мелких фермеров, все большее число специалистов верит, что в будущем будут разработаны программы, доступные бедным фермерам. Кроме того, микро-страхование дает один из вариантов социальной защиты для бедного сельского населения.

В контексте водных ресурсов последствия глобального потепления выразились в смещении климатических поясов. Пояса сместились вверх, вызвав изменение погодных компонентов и распределение стока по году.

Более того, сельскохозяйственный сектор воздействует на водные ресурсы при климатических изменениях через:

- повышение концентраций CO_2 в атмосфере (ввиду снижения уровня транспирации при повышенном сопротивлении устьиц);
- повышение температуры (больше сухих периодов, более высокое испарение, более частые поливы);
- изменения в режиме выпадения осадков (общее количество, сезонность, величина, последовательность сухих и влажных дней, необходимость менять график поливов и практику обработки почв).

2.4.3. Прогноз климатических изменений

Ясно, что возникающие технологии, могущие существенно улучшить все формы управления водой в отношении изменчивости и изменения климата, это краткосрочное мезо-прогнозирование климата и водных ресурсов на срок 15, 30 и 90 дней. Более надежное краткосрочное прогнозирование погоды для сельскохозяйственного управления водными ресурсами представляет пример того, как научные достижения могут помочь управлению водой в реальном времени, что, в свою очередь, улучшает адаптацию к изменению климата и повышает эффективность водопользования. Это особенно важно для орошения, поскольку оно является главным водопользователем. Хотя примеры использования сезонных прогнозов и их потенциального использования в будущем вселяют некоторый оптимизм, уровень использования климатических прогнозов в сельском хозяй-

стве еще довольно низок и не может быть оценен в полном объеме (Hansen, 2002).

Хансен дает пять предпосылок эффективного использования климатических прогнозов:

- климатический прогноз может быть использован для реальных и предполагаемых нужд;
- выгоды от прогноза зависят от понимания вариантов решений, которые чувствительны к возрастающей информации, представляемой прогнозом, и соответствуют целям и ограничениям лица, принимающего решение;
- прогноз компонентов климатической изменчивости для соответствующих периодов должен иметь соответствующий масштаб при необходимой точности и времени, достаточных для принятия решений;
- использование климатического прогноза требует, чтобы его своевременно получала и интерпретировала соответствующая аудитория в форме, удобной для принятия решений;
- и, наконец, устойчивое использование прогнозов после завершения проекта требует организационных обязательств по обеспечению прогнозной информацией и поддержке принятия решений, а также политики, благоприятствующей выгодное использование климатических прогнозов.

2.4.4. Природные стратегии адаптации

Около 40 % земной поверхности расположено в зонах водного дефицита. Они варьируют от аридных до сухих и до суб-гумидных. Характеристика этих ландшафтов как «засушливые земли» не обязательно означает низкое количество осадков, а в большей степени – высокий уровень испарения и крайне неравномерное распределение осадков во времени и пространстве. Коэффициент неравномерности межгодового распределения осадков составляет здесь 20-40 %, возрастая с уменьшением общего количества осадков. Люди, живущие в этих зонах, разработали большой набор механизмов адаптации к климатической изменчивости.

В общинах, основанных на неорошаемом земледелии, которые покрывают большую часть полуаридной тропической зоны, усилия концентрируются на выработке социальной, экономической и биофизической стратегии преодоления засух и засушливых периодов, а не контроля наводнений во время ливневых дождей. Возраст традиционной базы знаний датируется 7000 лет, представляя собой более или менее стабильный климатический период (Nicholson & Flohn, 1980).

Традиционные стратегии адаптации к климатической изменчивости различаются для разных географических зон и социально-культурных условий, а также жизненных условий общины (скотоводческой или земледельческой). Таким образом, невозможно дать полный обзор всех механизмов адаптации. Достаточно сказать, что адаптация к климатической изменчивости образует фундаментальную часть жизни общин в полуаридной и суб-гумидной зонах, а также тропических ландшафтах (Falkenmark & Rockstrom, 1993).

Согласно сценарию изменения климата, его изменчивость будет возрастать. По мнению некоторых ученых, это уже сейчас имеет место. Например, в Сахеле ко-

личество осадков сократилось на 10-30 % в сравнении со среднемноголетним значением (Middleton & Thomas, 1992). С учетом риска будущей крайней изменчивости следует ожидать распространения существующих и восстановления старых механизмов адаптации. Однако, ситуация кажется противоположной. Рост населения, деградация земель и водных ресурсов, миграция выливается в большей части дефицитных районов в разрушение, а иногда и полное исчезновение традиционных механизмов.

С момента появления земледелия и до наших дней в тропических регионах сельское хозяйство основывалось на смене посевных площадей, которое зависело от пространственной смены посевных площадей и длительных периодов на хождения

земли под паром. В регионах с высокой пространственной и временной изменчивостью эта стратегия производства была разработана с целью распределения рисков во времени и пространстве. В Сахеле такая форма производства исчезла в результате роста населения, и фермеры вынуждены выживать на маленьких клочках земли. Были созданы зерновые склады для хранения избытка зерна, выращенного во влажные периоды, и использования его в засушливые периоды в соответствии с советом Иосифа египтянам в Старом Завете: «сохраните излишки 7 урожайных лет для 7 последующих засушливых». Эта стратегия сохраняется в течение 7 тысячелетий в условиях высокой изменчивости климата.

В Западной Азии и Северной Африке стратегии адаптации климатической изменчивости датируются 5 тысячелетием до н.э. В Месопотамии, Южной Иордании, пустыне Негев методы сбора ливневого стока были разработаны со времен оседлости (Oweis, 2001). Недавние исследования в Индии (Agarwal & Narain, 1997) показали, что сбор дождевых вод насчитывает здесь 3 тысячелетия. Эти методы исчезли в 20 веке в связи с новыми способами управления водными ресурсами для орошения. Ввиду неспособности правительств обеспечить защиту от климатической изменчивости, эти способы начали возрождаться снова.

Существует большой потенциал адаптации к климатическим изменениям во многих засушливых регионах. Можно обмениваться знаниями между странами и континентами, например, между западной Азией, Индией, Китаем и Африкой (SIWI, 2001). Для производства продовольствия в условиях климатической изменчивости это очень важно. Неорошаемое земледелие практикуется на 80 % посевных площадей: в Сахеле 95 % сельхозземель не орошаются. В орошаемом земледелии эта стратегия менее очевидна. Она включает, в основном, повышение эффективности и решения по изменению емкостей.

С другой стороны, для неорошаемого земледелия может быть использован широкий спектр стратегий адаптации, часто основанных на обмене традиционными знаниями между регионами. Интересно отметить, что сочетание стратегии адаптации с инвестициями в интегрированное управление питательными элементами почвы может дать существенное улучшение системы, где не только снижаются риски и повышается эффективность (ввиду стабильного роста урожайности), но и повышается и продуктивность воды посредством производства большего объема биомассы на единицу объема воды (Rockstrom, 2001). В целом, это предполагает, что для снижения риска в неорошаемом земледелии в условиях изменения климата существует большой простор для маневрирования.

2.4.5. Подходы к адаптации к климатической изменчивости и изменениям климата

Определение оптимального подхода к конкретной ситуации будет основано на анализе ожидаемых условий, целей и приоритетов. Учитывая сложность ИУВР, часто будет необходимо следовать методу системного анализа, включающего следующие шаги:

- формулирование проблемы;
- формулирование целей и критериев;
- описание и анализ системы;
- прогноз будущих условий (анализ узких мест);
- формулирование и обзор мер;
- сочетание перспективных мер и альтернативных стратегий;
- оценка воздействий и альтернативных стратегий;
- анализ чувствительности и сценариев;
- принятие решений.

Способ использования подхода отличается для каждой конкретной ситуации. Если климатические изменения не являются главным аспектом и имеют низкий приоритет, они могут быть включены в один из последних шагов. В анализе сценариев эффективность данной стратегии проверяется для различных условий. В других случаях климатические изменения могут приниматься в расчет как специфические метеорологические граничные условия при оценке стратегии и меры в отношении этих изменений могут приниматься с самого начала.

2.5. Заключение

- Ожидаемое воздействие на водные ресурсы не должно быть ни переоценено, ни недооценено, а должно быть оценено на научной и реалистичной основе. Только после этого могут быть сформулированы управленческие решения и стратегии адаптации.
- Инструменты управления водными ресурсами в условиях изменения климата уже существуют. Они включают моделирование, прогноз и оценку рисков.
- Чтобы удостовериться, что эти инструменты используются по назначению, следует использовать подход «без сожаления» к управлению водными ресурсами и планированию. В частности, ввиду неопределенностей в изменении климата следует продвигать превентивный принцип в контексте ИУВР.
- Приятно осознавать, что существующая изменчивость климата уже позволила пройти длинный путь адаптации к климатическим изменениям. Однако, эта проблема остается серьезным вызовом.
- Меры по адаптации зависят от масштаба от хозяйства до уровня страны.
- Существуют фундаментальные различия между стратегией адаптации в развитых и развивающихся странах. Например, для водников развивающихся стран климатические изменения не являются высшим приорите-

том по сравнению с уже существующими проблемами климатической изменчивости.

- Адаптивные возможности развивающихся стран намного ниже по сравнению с развитыми.
- Как правило, существует предел гибкости гидравлических систем, ограничивающие возможности водников планировать с учетом климатических «сюрпризов».
- Прогнозы становятся все более точными, поэтому необходим диалог между метеорологами и водниками, чтобы обеспечить обмен знаниями между группами.
- Признавая необходимость более точных краткосрочных и долгосрочных климатических прогнозов, уровень текущих прогнозов внушает некоторый оптимизм. Хотя примеры использования и потенциального использования, а также прогресс в организационном плане являются поводом для оптимизма, использование климатических прогнозов в управлении водными ресурсами и сельским хозяйством является слишком новым, чтобы делать широкие обобщения (Hansen, 2002).
- Будущее некоторых частных групп в водном секторе (доставка воды, сельское хозяйство, водоснабжение и системы очистки) может сильно зависеть от климатических изменений. Частный сектор, который обычно не обращает внимания на управление водными ресурсами, должен предвидеть воздействие климатических изменений в ближайшем будущем. Возникнут новые возможности для бизнеса.

СЦЕНАРИЙ РЕЗКОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ США²

П. Шварц, Д. Рэндал

Октябрь 2003 г.

Резюме

Есть достаточные доказательства того, что в 21 веке наступит глобальное потепление. Поскольку до сих пор изменения были постепенными, и предполагается, что они будут происходить постепенно и в будущем, большинство наций располагают потенциалом управления эффектами глобального потепления. Однако последние исследования показывают, что существует вероятность того, что это постепенное глобальное потепление может привести к относительно резкому замедлению термогалинного конвейера океана, что в свою очередь приведет к более суровой зиме, резкому снижению почвенной влажности и более интенсивным ветровым условиям в регионах, которые в настоящее время составляют значительную долю производства продовольствия в мире. Недостаточная под-

² An Abrupt Climate Change Scenario and Its Implications for United States National Security (report) // P. Schwartz and D. Randall; http://www.ems.org/climate/pentagon_climate_change.html

готовка к данным изменениям может привести к существенному спаду потенциальной емкости экологической системы Земли.

По данным исследования, после того, как температура поднимется выше некоторой пороговой величины, могут неожиданно развиваться неблагоприятные погодные условия с постоянными изменениями в атмосферной циркуляции, вызывая 5-10 градусное снижение температуры по Фаренгейту в некоторых регионах в течение одного десятилетия. Палеоклиматические данные говорят о том, что измененный характер климата может сохраняться в течение столетия, как было с океанским конвейером, разрушившемся 8200 лет назад, или, в крайнем случае, длиться в течение 1000 лет, как было с Молодым дриасом³, который начался около 12700 лет назад.

Здесь, в качестве альтернативы распространенным сценариям постепенного потепления климата подчеркивается сценарий резкого изменения климата, сделанный по образцу 100-летнего события, которое возникло 8200 лет назад. Данный сценарий резкого изменения климата характеризуется следующими условиями:

- Среднегодовые температуры снижаются на 5 градусов по Фаренгейту по Азии и Северной Америке и на 6 градусов в северной Европе.
- Среднегодовые температуры повышаются на 4 градуса по Фаренгейту в ключевых районах Австралии, Южной Америки и Южной Африки.
- Засуха продолжается большую часть десятилетнего периода в ключевых сельскохозяйственных районах и в водохозяйственных районах, обслуживающих крупные населенные центры в Европе и на западе Северной Америки.
- Усиливаются снежные бури и ветра, усугубляющие воздействие изменений. Западная Европа и Северотихоокеанские страны подвергаются усиленной ветровой деятельности.

В докладе рассматривается, как подобный сценарий резкого изменения климата может потенциально дестабилизировать геополитическую обстановку, приводя к столкновениям, стычкам и даже войнам из-за ограниченности ресурсов, а именно:

- 1) дефицит продовольствия из-за спада общего сельскохозяйственного производства;
- 2) уменьшение объема и ухудшение качества пресных вод в основных регионах из-за изменения характера выпадения осадков, приводящего к учащению наводнений и засухи;
- 3) нарушение доступа к энергоресурсам из-за обширной площади морского льда и штормистости.

По мере снижения глобальной и локальной потенциальной емкости экосистемы, обстановка во всем мире может накалиться, приводя к двум фундаментальным стратегиям: оборонительной и наступательной. Нации, располагающие ре-

³ Примерно 13 тыс. лет назад на Земле произошло мощное потепление, приведшее к нынешнему интергляциалу, т.е. к межледниковому периоду, в котором мы живем и сегодня. Однако по окончании этого общего повышения температур внезапно случилось резкое мощное, но краткое похолодание, продолжавшееся всего около тысячи лет. Специалисты именуют его *Молодым дриасом*, по названию характерного для него тундрового морозоустойчивого цветкового растения *Dryas octopetala*.

сурсами, могут построить виртуальную крепость вокруг своих стран с тем, чтобы сохранить ресурсы для себя. Народы, находящиеся в менее благоприятных условиях, особенно те, которые ведут вековую вражду со своими соседями, могут начать борьбу для получения доступа к продовольствию, чистой воде или энергоресурсам. Могут создаваться невероятные альянсы по мере смены оборонных приоритетов и ориентированности на получение доступа к ресурсам для выживания, а не на религию, идеологию или национальную честь.

Данный сценарий ставит новые задачи перед Соединенными Штатами и предлагает выполнение следующих действий:

- усовершенствовать прогнозирующие климатические модели для изучения широкого ряда сценариев и предвидения того, как и где могут возникнуть изменения;
- собрать комплекс прогнозирующих моделей потенциального воздействия резкого изменения климата для улучшения прогнозов в отношении влияния климата на ситуацию с наводнениями, водными и энергоресурсами;
- создать систему показателей степени защищенности, чтобы предвидеть, какие страны являются наиболее чувствительными к изменению климата и тем самым могли бы значительно способствовать все более беспокойному и потенциально искаженному миру;
- выявить стратегии без потерь (например, повышение возможностей для управления водой);
- имитировать адаптивное реагирование;
- изучить локальные последствия;
- изучить геоинженерные варианты, которые контролируют климат.

Есть некоторые признаки, что глобальное потепление достигло порога, когда термогалинная циркуляция уже подвергается существенному воздействию. К этим признакам относятся наблюдения, свидетельствующие о том, что Северная Атлантика все больше опресняется за счет таяния ледников, увеличения осадков и стока пресных вод и за последние 40 лет ее вода стала существенно менее засоленной.

Вследствие вероятных тяжелых последствий рассмотрение риска резкого изменения климата, хотя и неопределенного и вероятно достаточно малого, должно перейти с уровня научных споров на уровень национальной безопасности США.

Введение

Когда люди думают об изменении климата, они представляют постепенный рост температуры и только незначительные изменения в других климатических параметрах, развивающиеся неопределенно и даже стабилизирующиеся в определенный момент времени в будущем. Обычный здравый смысл подсказывает, что современная цивилизация либо приспособится к погодным условиям, с которыми мы столкнемся, и темпы изменения климата не превысят адаптивный потенциал общества, либо наши усилия, например, обозначенные в Киотском протоколе, будут достаточны для смягчения воздействия от данного изменения. ИРСС (Межправительственная панель по изменению климата) подтверждает, что постепенное изменение климата и его воздействие на обеспеченность продовольствием и другие ресурсы, важные для человечества, не будут

настолько серьезными, чтобы представлять угрозу для безопасности. Оптимисты утверждают, что новые технологии помогут справиться с отрицательными эффектами изменения климата.

В отношении климата, точка зрения, базирующаяся на постепенном изменении в будущем, допускает, что сельское хозяйство будет бурно развиваться и в дальнейшем, а вегетационные периоды удлинятся. Северная Европа, Россия и Северная Америка будут процветать в сельскохозяйственном плане, а южная Европа, Африка, Центральная и Южная Америка пострадают от повышенной засушливости, возросшей температуры воздуха, дефицита воды и снижения производства. В целом, по многим типичным климатическим сценариям мировое производство продовольствия вырастет. Данная точка зрения на изменение климата может быть опасным самообманом, поскольку мы все больше сталкиваемся с очень опасными явлениями погоды - ураганами, муссонами, наводнениями и засухой.

Погодные явления существенно воздействуют на общество, поскольку они влияют на продовольственное обеспечение, условия жизни в городах и общинах, а также на доступ к чистой воде и энергии. Например, в последнем отчете, подготовленном Climate Action Network of Australia (Сеть мероприятий в ответ на изменение климата в Австралии), дается прогноз, что изменение климата, вероятно, проявится в уменьшении выпадения осадков на пастбищных землях, что может привести к 15 % снижению продуктивности пастбищ. Это, в свою очередь, может привести к уменьшению среднего веса крупного рогатого скота на 12 %, тем самым значительно снижая обеспеченность говядиной. При таких условиях прогнозируется, что молочный скот будет давать молока на 30 % меньше, и появятся новые сельскохозяйственные вредители, которые распространятся на плодородные области. Кроме того, подобные условия могут привести к 10 % снижению обеспеченности питьевой водой. Исходя из модельных прогнозов ожидаемых изменений, которые могут произойти одновременно в нескольких регионах, обеспечивающих продовольствие, в следующие 15-30 лет, весьма перспективно мнение, что способность общества к адаптации может сделать изменение климата управляемым.

Для более 400 млн человек, проживающих сегодня в засушливых, субтропических, зачастую перенаселенных и экономически неразвитых регионах, изменение климата и последующие эффекты представляют серьезный риск политической, экономической и социальной стабильности. В еще менее благополучных регионах, где страны испытывают дефицит ресурсов и возможностей, необходимых для быстрой адаптации к более суровым условиям, проблема, весьма вероятно, будет более обостренной. Для некоторых стран изменение климата может стать испытанием, поскольку оно вызовет массовую эмиграцию нуждающихся в регионы, которые располагают ресурсами для адаптации, например США.

Поскольку преобладающие сценарии постепенного глобального потепления могут демонстрировать эффекты, подобно тем, которые были описаны выше, все большее число руководителей предприятий, экономистов, лиц, вырабатывающих стратегии, и политиков озабочено прогнозами будущих изменений и работают в направлении на ограничение антропогенного влияния на климат. Но эти усилия либо могут быть недостаточны, либо не могут быть предприняты в ближайшем будущем.

Последние данные говорят о возможности развития в действительности более мрачного климатического сценария, вместо десятилетий или даже столетий постепенного потепления. Вот почему GBN работает совместно с OSD (секретариат министра обороны) над разработкой правдоподобного сценария резкого изменения климата, который может быть использован для изучения последствий данного изменения на обеспеченность продовольствием, здравоохранение, коммерцию, торговлю и последующего воздействия на национальную безопасность.

Хотя будущий характер погоды или конкретные элементы резкого изменения климата не могут быть предсказаны точно или с высокой степенью уверенности, реальная ретроспектива изменений климата дает некоторые полезные ориентиры. Наша цель состоит только в словесном описании правдоподобного сценария, подобного тому, который уже случился в истории человечества, для которого имеются надежные данные, с тем, чтобы мы могли дальше изучать потенциальные последствия для национальной безопасности США.

Создание сценария: обзор истории

Похолодание, произошедшее 8200 лет назад

Сценарий изменения климата, обрисованный в данном докладе, смоделирован по вековому климатическому событию, которое по данным, полученным с ледяного керна в Гренландии, произошло 8200 лет назад. Сразу после длительного периода потепления, очень похожего на фазу, в которой мы сейчас находимся, началось внезапное похолодание. Среднегодовые температуры в Гренландии упали приблизительно на 5 градусов по Фаренгейту и подобное снижение температуры, вероятно, происходило по всему Северо-Атлантическому региону. Во время события 8200-летней давности суровые зимы в Европе и некоторых других областях привели к усилению оледенения, замерзанию рек и снижению продуктивности сельскохозяйственных культур. Научные данные говорят о том, что это событие было связано и, возможно, вызвано коллапсом океанского конвейера после периода постепенного потепления.

Многолетние записи с ледяного керна и океанические данные показывают, что за последние 730 000 лет могло произойти восемь быстрых эпизодов похолодания, а резкие уменьшения в океанском конвейере, вероятно, были причиной подобных изменений в климате.

Молодой дриас

Около 12700 лет назад, также вследствие очевидного разрушения термогалинной циркуляции, в Гренландии произошло похолодание, по крайней мере, на 27 градусов по Фаренгейту, а также значительное изменение по всему Северо-Атлантическому региону, которое длилось 1300 лет. Отличительной особенностью Молодого Дриаса является тот факт, что данное событие разворачивалось в форме серии понижений температуры приблизительно на 5 градусов каждые десять лет и затем холодная, сухая погода установилась на 1000 лет. Это событие имело обширное воздействие на океан и земли, окружающие Европу (айсберги находились на побережье Португалии), и сегодня его действие будет более сильным - в нашем густонаселенном обществе. Имеются более недавние периоды похолодания, которые, по-видимому, тесно связаны со сменой цивили-

лизаций, волнениями, засоленностью некогда превосходных земель и даже гибелью некоторых поселений.

Малый ледниковый период

Начиная с 14 века, Северо-Атлантический регион пережил похолодание, которое продолжалось до середины 19 века. Это похолодание могло быть вызвано существенным замедлением океанского конвейера, хотя больше распространено мнение, что уменьшение глобальной солнечной радиации и/или вулканические извержения могли вызвать океанические изменения. Этот период, часто называемый Малым ледниковым периодом, продолжавшимся с 1300 по 1850 гг., принес суровые зимы, внезапные климатические сдвиги и оказал сильное воздействие на сельскохозяйственные, экономические и политические условия в Европе.

Этот период был отмечен постоянными неурожаями, голодом, болезнями и миграцией населения, что наиболее драматично отразилось на скандинавах, также известными как викинги, которые населяли Исландию и позже Гренландию. Льдообразование вдоль побережья препятствовало торговле и рыболовству. В результате фермеры были вынуждены закалывать свой елс обеспечиваемый кормами скот - из-за недостатка еды как для домашнего скота, так и для себя самих - но без рыбы, овощей и зерна продовольствия все равно не хватало.

Голод, вызванный частично более суровыми климатическими условиями, привел к десяткам тысяч смертей в период с 1315 по 1319 гг. Повсеместное похолодание также очевидно привело к тому, что викинги покинули Гренландию - некоторые утверждают, что это было одной из причин их гибели.

Хотя климатические кризисы, подобные Малому ледниковому периоду, не являются единственной причиной гибели цивилизаций, они, несомненно, оказывают сильное воздействие на общество. Менее 175 лет назад 1 млн человек погибло из-за Картофельного голода, который был частично вызван изменением климата.

Сценарий изменения климата в будущем

Прошлые примеры резкого изменения климата подсказывают, что разумно считать сценарий резкого изменения климата в будущем правдоподобным, особенно ввиду того, что некоторые последние научные данные указывают на то, что мы можем оказаться на грани подобного события. Сценарий будущего, который мы построили, основывается на периоде 8200-летней давности, который был намного теплее и короче, чем Молодой дриас, но более суровым, чем Малый ледниковый период. Данный сценарий делает правдоподобные допущения о том, в каких частях земного шара, вероятно, станет холоднее, засушливее и ветренее. Хотя углубленные исследования могут помочь уточнить эти допущения, нет возможности подтвердить эти допущения на основе настоящих моделей.

Вместо прогнозирования того, как произойдет изменение климата, мы намерены имитировать возможное воздействие изменения климата на общество, если мы будем неподготовленными к нему. Там, где мы описываем конкретные метеоусловия и последствия, мы нацелены на продвижение стратегического диа-

лога, а не на точный прогноз того, что, вероятно, произойдет с высокой степенью определенности. Даже наиболее усложненные модели не могут предсказать детали протекания изменения, регионы, которые будут затронуты и каким образом, и как правительство и общество может реагировать. Однако, кажется, существует общее мнение научного сообщества, что экстремальный случай, который будет описан ниже, не является невероятным. Многие ученые отнесут этот сценарий к экстремальному по времени его развития, масштабу, скорости и повсеместности климатических изменений. Кроме того, история показывает, что иногда экстремальные случаи происходят, есть данные, что это может быть в действительности, и министерство обороны должно рассмотреть подобные сценарии.

Следует помнить, что это событие может длиться десятилетиями, веками или тысячелетиями, и оно может начаться в этом году или через несколько лет в будущем. С разрушительным сценарием изменения климата, предлагаемым здесь, мы рассматриваем период глобального потепления, ведущий к 2010 году, а затем описываем последующие 10 лет, когда предполагается резкое изменение метеоусловий в сторону похолодания, подобно тому, которое произошло 8200 лет назад.

Потепление до 2010 года

После наиболее быстрого века потепления, пережитого современной цивилизацией, в первое десятилетие 21 века будет наблюдаться интенсификация атмосферного потепления: средние температуры повысятся на .5 градусов по Фаренгейту, а в наиболее жарких регионах это повышение составит 2 градуса по Фаренгейту. Подобные изменения в температуре будут варьировать как по регионам, так и по сезонам, с отклонениями в сторону повышения или понижения от среднего изменения. Очевиден тот факт, что на планете продолжает развиваться тенденция потепления, начавшаяся в конце 20 века.

На большей части Северной Америки, Европы и части Южной Америки будет на 30 % больше дней с пиковыми температурами, превышающими 90 градусов по Фаренгейту, по сравнению с прошлым веком и намного меньше дней с температурами ниже 0°. Помимо потепления будет наблюдаться переменчивый характер погоды: больше наводнений, особенно в горных районах и продолжительная засуха в хлебопроизводящих и прибрежных сельскохозяйственных областях. В целом, изменение климата является источником экономических проблем, как правило, затрагивающих локальные зоны, поскольку ураганы, засуха и периоды сильной жары влияют на сельское хозяйство и другие виды деятельности, зависящие от климата. Тем не менее, данный характер погоды пока не является достаточно суровым или достаточно распространенным, чтобы представлять угрозу для взаимозависимого мирового сообщества или национальной безопасности США.

Контурсы обратной связи потепления

Поскольку температура повышалась на протяжении всего 20 века и продолжает повышаться в начале 21-го столетия, активизируются сильные положительные контурсы обратной связи, ускоряя ежегодное потепление с 0.2 градусов до 0.4 и, в конечном счете, до 0.5 градусов по Фаренгейту в некоторых местах. По мере

нагрева поверхности, гидрологический цикл (испарение, осадки и поверхностный сток) ускоряет повышение температуры. Водяной пар, наиболее мощный природный парниковый газ, перехватывает дополнительное тепло и повышает средние приземные температуры. По мере увеличения испарения, повышенные приземные температуры приводят к высушиванию лесов и пастбищ. По мере гибели и сгорания деревьев, леса меньше поглощают углекислоты, что ведет к еще большему повышению приземных температур, а также сильным и не контролируемым лесным пожарам. Далее, более высокие температуры приводят к таянию снежного покрова в горах, открытых полях, высокоширотных тундровых площадях и многолетнемерзлых грунтах в холодных зонах. При повышении поглощения почвой солнечной радиации и уменьшении ее отражения, температуры растут еще больше.

К 2005 году последствия изменения климата проявляются более интенсивно в некоторых регионах. Более сильные ураганы и тайфуны приносят повышенные штормовые нагоны воды и наводнения в низменных островах, таких как Тарава и Тувалу (около Новой Зеландии). В 2007 году особенно сильный шторм приведет к прорыву воды через дамбу в Нидерландах, тем самым несколько ключевых прибрежных городов останутся под водой. Прорыв дамб дельтовых островов в районе реки Сакраменто в Центральной долине Калифорнии создает бессточное море и разрушает систему акведуков, транспортирующих воду из северной в южную часть Калифорнии. Таяние Гималайских ледников ускоряется, приводя к переселению Тибетского народа. Плавающие льды в северных полярных морях, которые уже потеряли 40 % от своей массы в период с 1970 по 2003 год, по большей части исчезнут в летний период к 2010 году. По мере таяния ледников, уровень моря повышается и по мере уменьшения объема моря в зимний период, интенсивность океанских волн усиливается, нанося ущерб приморским городам. Дополнительно миллионы человек попадают в зону риска наводнений (примерно в 4 раза по сравнению с 2003 годом), а рыбный промысел погибает, поскольку изменения в температуре воды заставляют рыб мигрировать в новые места и искать новую среду обитания, что усиливает напряжение в отношении прав на рыбную ловлю.

Каждое из этих локальных бедствий, вызванных суровой погодой, затрагивает окружающие области, чьи природные, трудовые и экономические ресурсы направляются на восстановление. Позитивные контуры обратной связи и интенсификация потепления начинают инициировать ответные действия, которые прежде не предполагались, так как стихийные бедствия и штормовая погода возникают как в развитых, так и в менее развитых странах. Наиболее сильное воздействие наблюдается в менее развитых странах, которые не располагают потенциалом в своей социальной, экономической и сельскохозяйственной системе, чтобы пережить изменения.

Поскольку таяние ледового щита Гренландии превышает годовую сумму твердых осадков и увеличивается сток пресной воды от выпадения осадков в высоких широтах, повышается опреснение воды в Северной Атлантике и в морях между Гренландией и Европой. В свою очередь, более низкая плотность этих опресненных вод ведет к резкому замедлению системы термогалинной циркуляции.

Период с 2010 по 2020 гг.

Коллапс термогалинной циркуляции

Примерно через 60 лет медленного опреснения, в 2010 году начинается термогалинное разрушение, нарушающее температурный климат Европы, что становится возможным за счет теплых течений Гольфстрима (Североатлантический рукав глобального термогалинного конвейера). Характер океанской циркуляции меняется, меньше теплой воды переносится на север и возникает немедленное изменение в погоде на севере Европы и на востоке Северной Америки. В Североатлантический океан продолжает поступать пресная вода с тающих ледников, ледового щита Гренландии и, что наиболее важно, вероятно, повышенный объем осадков и поверхностного стока. Десятилетия высокоширотного потепления приводят к увеличению осадков и приносят дополнительный объем пресной воды в соленые, плотные воды на севере, который обычно в основном подвергается воздействию более теплых и соленых вод из Гольфстрима. Это крупное течение теплой воды больше не доходит вглубь Северной Атлантики. Немедленный климатический эффект - более низкие температуры в Европе и на большей части Северного полушария, а также значительное снижение количества выпадаемых осадков для многих основных сельскохозяйственных и населенных областях.

Некоторыми исследователями в области океанологии прогнозируется сильное замедление термогалинной циркуляции, но Соединенные Штаты недостаточно подготовлены к эффектам данного замедления, его временной диаграмме или интенсивности. Компьютерные модели климатических и океанских систем, хотя и усовершенствованные, были неспособны сгенерировать достаточно последовательную и точную информацию для лиц, разрабатывающих стратегии. Поскольку характер погоды меняется с годами после коллапса, не ясно, какой тип погоды принесут последующие годы. В то время как некоторые прогнозисты уверены, что похолодание и засушливость подходят к концу, другие предсказывают новый ледниковый период или глобальную засуху; таким образом, лицам, разрабатывающим стратегии, и общественности не ясно, каким станет климат в будущем и что следует предпринять при подобных изменениях. Будет ли это только "вспышкой" небольшого значения или фундаментальным изменением в климате планеты, требующим срочных крупных ответных мер?

Более прохладные, засушливые и ветреные условия в континентальных районах Северного Полушария

Прогноз погоды: 2010-2020 гг.

- засуха длится в течение целого десятилетия в важных сельскохозяйственных регионах и в областях вокруг крупных населенных центров в Европе и на востоке Северной Америки;
- среднегодовые температуры упадут на 5 градусов по Фаренгейту в Азии и Северной Америке и на 6 градусов в Европе;
- повышение температуры на 4 градуса произойдет в ключевых регионах Австралии, Южной Америки и южной Африки;

- зимние бури и ветра станут более интенсивными, усиливая воздействие изменений; Западная Европа и Северотихоокеанский регион сталкиваются с западными ветрами.

Каждый год в период 2010-2020 гг. происходит спад средней температуры на территории Северной Европы, который в сумме за десять лет составит 6 градусов по Фаренгейту. Среднегодовая сумма осадков в данном регионе снизится примерно на 30 %, а ветровая деятельность усилится в среднем на 15 %. Климатические условия становятся более суровыми в континентальных внутренних регионах на севере Азии и Северной Америки.

Воздействие засухи более разрушающее, чем неприятности, связанные со снижением температуры в сельскохозяйственных и населенных местностях. При постоянном уменьшении осадков в этих областях озера высыхают, речной сток уменьшается, а обеспеченность пресной водой сокращается, подавляя имеющиеся варианты водосбережения и истощая резервы пресной воды. Ближе к 2010 году начнется мега-засуха в ключевых регионах южного Китая и Северной Европы и продлится в течение целого десятилетия. В то же время, области, которые в течение последних десятилетий были относительно засушливыми, будут получать обильные осадки, полноводные реки и станут регионами неорошаемого земледелия.

В североатлантическом регионе и на территории северной Азии похолодание будет наиболее резко выраженным в декабре, январе и феврале, хотя его эффект будет наблюдаться на протяжении всех сезонов, похолодание станет более интенсивным и менее предсказуемым. По мере накопления снега в горных регионах, похолодание распространяется на летний период. Помимо похолодания и засушливости в летний период, усиливается скорость ветра, так как атмосферная циркуляция становится зональной.

В то время как характер погоды будет нарушаться во время разворачивания климатического изменения по всему миру, его эффект становится наиболее выраженным в Северной Европе в первые пять лет после коллапса термогалинной циркуляции. Во второй половине рассматриваемого десятилетия холодная погода и более суровые условия распространяются вглубь южной Европы, Северной Америки и за ее пределами. В Северной Европе происходит похолодание, поскольку более холодная погода затягивает период времени, в течение которого морской лед находится в северной части Атлантического океана, оказывая дальнейшее охлаждающее влияние и удлиняя период зимних приземных температур. Ветра становятся более интенсивными по мере того, как атмосфера пытается справиться с более сильным температурным градиентом между полюсом и экватором. Холодный воздух над Европейским континентом приводит к более тяжелым условиям для сельского хозяйства. Ветер вместе с засушливостью являются причиной пыльных бурь и потери почвы.

Признаки нарастающего потепления появляются в южных районах вдоль Атлантического океана, но условия засушливости не ослабевают. К концу десятилетия климат Европы становится больше похожим на климат Сибири.

Альтернативный сценарий для Южного полушария

Есть большая неопределенность в отношении динамики климата в Южном полушарии, в основном вследствие того, что здесь имеется меньше палеоклима-

тических данных, чем для Северного полушария. Характер погоды в ключевых регионах Южного полушария может имитировать характер погоды Северного полушария, которая становится более холодной, сухой и более суровой, так как тепло поступает из тропиков в Северное полушарие, пытаясь термодинамически сбалансировать климатическую систему. С другой стороны, похолодание Северного полушария может привести к повышению температуры, увеличению осадков и ураганов на юге, поскольку тепло, обычно переносимое от экваториальных регионов океанскими течениями перехватывается, а потепление от парникового газа продолжает усиливаться. В любом случае, возможно, что резкая перемена климата повлечет за собой экстремальные метеоусловия одновременно во многих ключевых населенных и развивающихся регионах мира - усиливая нагрузку на мировое производство продовольствия, обеспечение водой и энергоресурсами.

Регионы: 2010 по 2020 гг.

Европа. Наиболее сильно будет затронута изменением климата, среднегодовые температуры упадут на 6 градусов по Фаренгейту в течение десятилетия, с более драматичными изменениями вдоль северо-западного побережья. Климат на северо-западе Европы становится более холодным, сухим и ветреным, более похожим на сибирский климат. Изменения на юге Европы будут не столь сильными, но она будет переживать резкое периодическое похолодание и резкую перемену температуры. Снижение количества выпадаемых осадков вызывает потерю почв, что становится проблемой для всей Европы, и, следовательно, дефицит продовольствия. Европа пытается задержать эмиграцию из Скандинавии и стран Северной Европы и иммиграцию из наиболее сильно пострадавших стран Африки и других регионов.

США. Более холодная, ветреная и сухая погода укорачивает вегетационный период и делает его менее продуктивным на северо-востоке США, а на юго-западе вегетационные периоды более продолжительные и засушливые. Пустынные земли подвергаются более интенсивным бурям, а сельскохозяйственные районы страдают от потери почвы вследствие повышения скорости ветра и уменьшения почвенной влажности. Изменение в сторону более сухого климата особенно выражено в южных штатах. Прибрежные зоны, которые относились к зоне риска в период потепления, остаются под риском, так как уровень океана продолжает повышаться. США переключает все свое внимание на внутреннюю политику, направленную на обеспечение ресурсов для собственного населения, укрепление своих границ и управление растущим глобальным напряжением.

Китай. Китай, с высокой потребностью в продовольственном обеспечении своего населения, сильно пострадает от снижения надежности муссонных дождей. Случайные муссоны приветствуются во время летнего сезона, но в то же время они имеют разрушающее воздействие, поскольку затопляют, большей частью, обнаженные земли. Более продолжительная холодная зима и более жаркое лето, вызванные снижением испарительного охлаждения из-за уменьшения осадков, усиливают уже имеющиеся проблемы с обеспеченностью энергией и водой. Широко распространенный голод вызывает хаос и внутренние столкновения.

Бангладеш. Постоянные тайфуны и повышение уровня моря создают нагон волны, который вызывает сильный размыв берега, в результате большая часть Бангладеш становится почти необитаемой. Далее, повышение уровня моря за-

грязнит сток пресных вод, создавая серьезные проблемы с питьевой водой и гуманитарный кризис. Наблюдается массовая эмиграция, вызывая напряжение в Китае и Индии, которые стараются справиться со своим собственным кризисом.

Восточная Африка. В Кении, Танзании и Мозамбике температура воздуха поднимется немного, единственная проблема - продолжительная засуха. Привыкшие к засушливым условиям, эти страны будут наименее подвержены воздействию изменения метеоусловий, но возникнут проблемы с продовольственным обеспечением, поскольку пострадают крупные зернопроизводящие регионы.

Австралия. Крупный экспортер продовольствия - Австралия пытается поставлять продовольствие во все точки мира, поскольку ее сельское хозяйство не подвергнется серьезному воздействию более слабых изменений в ее климате. В то же время, учитывая крупные неопределенности в отношении изменения климата в Южном полушарии, это благоприятное заключение становится сомнительным.

Воздействие на природные ресурсы

Изменение характера погоды и океанских температур затронет сельское хозяйство, рыбный промысел, живую природу, водные ресурсы и энергетику. Урожайность, на которую повлияют изменение температуры и дефицит воды, а также изменения в продолжительности вегетационного периода, снизится на 10-25 % и становится менее прогнозируемой, поскольку в ключевых регионах потепление сменится похолоданием. В то время как некоторые сельхозвредители погибнут из-за изменений температуры, другие виды еще больше распространятся вследствие засушливости и усиления ветровой деятельности. Промысловое рыболовство пострадает из-за массовой миграции предмета их ловли.

Имея только пять или шесть ключевых зернопроизводящих регионов в мире (США, Австралия, Аргентина, Россия, Китай и Индия), мирового производства продовольствия будет недостаточно, чтобы компенсировать суровые погодные условия одновременно в нескольких регионах. Экономическая взаимозависимость в мире делает США все больше уязвимыми к экономическим проблемам, вызванным локальной сменой погоды в ключевых сельскохозяйственных и густонаселенных областях по всему миру. Катастрофический дефицит воды и энергии, которые уже в настоящее время находятся под давлением по всему миру, невозможно быстро преодолеть.

Влияние на национальную безопасность

Начало человеческой цивилизации относится ко времени стабилизации и потепления климата на Земле. Более холодный и неустойчивый климат не позволял развивать сельское хозяйство или устраивать постоянные поселения. С окончанием Молодого Дриаса и началом потепления и последующей стабилизации, человек смог возделывать землю и селиться в тех местностях, где климат был более продуктивным. Современная цивилизация никогда не испытывала таких разрушающих погодных условий, которые обрисованы в данном сценарии. Таким образом, последствия для национальной безопасности, описанные в данном докладе, являются исключительно гипотетическими. Действительное

воздействие может сильно отличаться, в зависимости от нюансов погодных условий, возможности человечества к адаптации и решений, принятых лицами, вырабатывающими стратегии.

Насилие и разрушения, вызываемые стрессами, созданными резкими изменениями климата представляют совсем другой вид угрозы для национальной безопасности, чем тот, с которым мы сейчас знакомы. Военное противостояние может возникнуть из-за крайней потребности в природных ресурсах, таких как энергия, продукты питания и вода, а не из-за конфликтов на почве идеологии, религии или национальной чести. Меняющаяся мотивация для конфронтации.

Ведутся продолжительные теоретические споры относительно степени ограниченности ресурсов и экологических проблем, которая может привести к межгосударственным конфликтам. Некоторые считают, что эти изменения сами по себе могут привести к войне между нациями, другие же утверждают, что подобные изменения будут инициировать конфликт среди стран, которые сталкиваются с ранее существовавшим социальным, экономическим и политическим напряжением. Однако неоспорим тот факт, что серьезные экологические проблемы, вероятно, приведут к эскалации глобального конфликта.

Соучредитель и президент Тихоокеанского института исследований по развитию, окружающей среде и безопасности Питер Глейк отмечает три наиболее существенные проблемы, которые будут вызваны резким изменением климата:

- дефицит продовольствия из-за спада сельхозпроизводства;
- уменьшение объема и ухудшение качества пресной воды из-за наводнений и засухи;
- нарушение доступа к стратегическим полезным ископаемым из-за обледенения и штормов.

В случае резкого изменения климата возможно, что вначале управление продовольственными, водными и энергоресурсами будет осуществляться посредством экономических, политических и дипломатических средств, таких как договора и эмбарго на торговлю. Однако с течением времени конфликты за землю и воду, вероятно, обострятся. По мере того, как страны все больше приходят в состояние безысходности, давление к принятию мер будет расти.

Уменьшение несущей емкости

Сегодня несущая емкость, которая представляет собой способность Земли и ее природных экосистем, включая социальные, экономические и культурные системы, поддерживать определенное число людей на планете, подвергается опасности по всему миру. По данным международного энергетического агентства, мировой спрос на нефть в следующие 30 лет вырастет на 66 %, но не ясно кто будет обеспечивать этот спрос. Во многих точках мира также существует дефицит чистой воды. Учитывая, что в мире 815 млн человек получают недостаточное питание, можно сказать, что мы намного превысили нашу несущую емкость. Это означает, что природных ресурсов недостаточно для поддержания нашей жизни.

Многие указывают на новые технологии и адаптивное поведение как средства управления глобальной экосистемой. Несомненно, с техническим прогрессом мы повысили несущую способность. Веками мы узнавали, как производить

больше продовольствия, энергии и получать доступ к большим объемам воды. Но будет ли потенциал новых технологий достаточным, когда разразится кризис, подобный тому, который мы описали в нашем сценарии?

Резкое изменение климата, вероятно, растянет несущую способность за пределы ее уже шатких границ. И существует естественная тенденция или потребность в перестройке несущей способности. По мере снижения несущей способности мира в результате резкого изменения климата, вероятно, начнутся агрессивные войны за продовольствие, воду и энергию. Гибель людей в результате войн, а также голода и болезней сократит численность населения, которая с течением времени снова придет в равновесие с несущей способностью.

При рассмотрении несущей способности на региональном или национальном уровне очевидно, что нации с высокой несущей способностью, такие как США или Западная Европа, вероятно, смогут более эффективно адаптироваться к резким изменениям климата, поскольку относительно численности их населения эти страны располагают большими ресурсами. Это может вызвать более глубокие разногласия между имущими и неимущими, вызывая недовольство в отношении тех наций, которые имеют более высокую несущую способность. Это может привести к поиску виновных и осуждению, поскольку более богатые нации стремятся использовать больше энергии и выделять больше парниковых газов в атмосферу, например CO₂. Менее значимым, чем научно-обоснованная зависимость между эмиссией CO₂ и изменением климата, является восприятие, которое имеют затронутые нации и действия, которые они предпринимают.

Связь между несущей способностью и военными действиями

Стивен Лебланк, Гарвардский археолог и автор новой книги "Несущая способность экологической системы", описывает зависимость между несущей способностью и войной. На основе большого количества археологических и этнологических данных Лебланк утверждает, что на протяжении истории человечество вело организованные войны по множеству причин, включая войны за ресурсы и окружающую среду. Люди начинают борьбу, когда они превосходят несущую способность своей природной среды. Всегда, когда выбор лежит между голодом и нападением, люди выбирают нападение. От племен охотников, собирателей и земледельцев до ранних смешанных сообществ 25 % взрослых мужчин погибало при вспышке войны.

Мир наступает, когда несущая способность экосистемы повышается, также как и с развитием сельского хозяйства, торговли на расстоянии и техническими достижениями. Кроме того, крупномасштабная гибель населения (например, от чумы) может также привести к мирным временам: Европа после крупной вспышки чумы, Североамериканские индейцы после болезней, завезенных из Европы (вот в чем отличие между гибелью Джемстауновской колонии и процветанием г. Плимута - место высадки первых колонистов). Но подобные мирные периоды недолговечны, поскольку население быстро поднимается, вновь увеличивается нагрузка на несущую способность и борьба возобновляется. Действительно, на протяжении тысячелетий большинство сообществ определяют себя в соответствии со своей способностью вести войну, и военная культура прочно укореняется. Наиболее воинственные сообщества - это сообщества, которые выживают.

Однако в течение последних трех тысячелетий передовые государства постоянно снижали количество убитых, даже когда отдельные войны и геноциды были крупномасштабными. Например, вместо массового уничтожения всех своих врагов традиционным путем, государства просто убивали достаточное количество врагов, чтобы победить и затем оставшихся в живых использовали для поднятия своего народного хозяйства. Государства также используют свой собственный государственный аппарат, передовые технологии и международные нормы поведения для повышения несущей способности и поддержания более бережного отношения к ней.

Все эти прогрессивные действия могут разрушиться, если резкое изменение климата приведет к внезапному сильному повсеместному снижению несущей способности. Человечество вернется к своей постоянной борьбе за убывающие ресурсы, которые будут дальше уменьшаться вследствие борьбы, а не за счет климатического эффекта. Вновь война будет определять жизнь человечества.

Сценарий конфликтов вследствие изменения климата

	Европа	Азия	Соединенные Штаты
2010-2020	<p>2012: Сильная засуха и голод заставит скандинавские народы переселиться на юг, выход из ЕС.</p> <p>2015: Конфликт внутри ЕС из-за продовольствия и водоснабжения приводит к столкновениям и напряженным дипломатическим отношениям.</p> <p>2018: Россия присоединяется к ЕС, обеспечивая энергоресурсы</p> <p>2020: Миграция из северных стран (Голландия и Германия) в Испанию и Италию.</p>	<p>2010: Столкновения на границах и конфликт в Бангладеш, Индии и Китае, так как идет массовая миграция в Бирму.</p> <p>2012: Региональная нестабильность заставляет Японию развивать способности глобального применения силы.</p> <p>2015: Стратегическое соглашение между Японией и Россией по энергоресурсам Сибири и Сахалина.</p> <p>2018: Китай вмешивается в дела Казахстана для охраны трубопроводов, регулярно разрушаемых мятежниками и преступниками.</p>	<p>2010: Споры с Канадой и Мексикой из-за воды усиливают напряжение.</p> <p>2012: Потоки беженцев на юго-восток США и Мексику с островов Карибского моря.</p> <p>2015: Миграция из Европы в США (в основном богатых).</p> <p>2016: Конфликты с европейскими странами из-за прав на рыбный промысел.</p> <p>2018: Для укрепления Северной Америки США создает единый союз безопасности с Канадой и Мексикой.</p> <p>2020: Министерство обороны управляет границами и беженцами из стран Карибского моря и Европы</p>
2020-2030	<p>2020: Усиление столкновений из-за воды и рост иммиграции.</p> <p>2022: Столкновения между Францией и Германией из-за коммерческого доступа к Рейну.</p> <p>2025: ЕС приближается к своему коллапсу.</p>	<p>2020: Постоянные конфликты в Юго-восточной Азии; Бирме, Лаосе, Вьетнаме, Индии, Китае.</p> <p>2025: Внутренняя ситуация в Китае сильно ухудшается, что приводит к гра-</p>	<p>2020: Цены на нефть растут по мере того, как надежность поставок ставится под угрозу из-за конфликтов в Персидском заливе и Каспийском море.</p> <p>2025: Внутренняя борьба в Саудовской Аравии</p>

	Европа	Азия	Соединенные Штаты
	<p>2027: Растущая миграция в страны Средиземного региона, такие как Алжир, Марокко, Египет и Израиль.</p> <p>2030: Около 10 % европейского населения переселится в другие страны.</p>	<p>жданской войне и войнах на границе.</p> <p>2030: Растет напряжение между Китаем и Японией из-за Российской энергии.</p>	<p>приводит военно-морские силы Китая и США в Персидском заливе к прямой конфронтации.</p>

Две наиболее вероятные реакции на внезапное снижение несущей способности вследствие изменения климата – защитная и наступательная.

США и Австралия, возможно, построят защитные крепости вокруг своих стран, поскольку они располагают ресурсами и резервами для достижения независимости. С разнообразными климатическими условиями, ростом благосостояния, технологий и имеющимися в избытке ресурсами Соединенные Штаты, вероятно, смогут пережить укороченные вегетационные периоды и суровые метеороусловия без катастрофических потерь. Границы страны будут укреплены для удержания нежелательных голодающих иммигрантов с островов Карибского моря (представляющих особенно серьезную проблему), Мексики и Южной Америки. Энергообеспеченность будет подкреплена дорогостоящими (с экономической, политической и моральной точки зрения) альтернативами, такими как атомная энергия, возобновляемые источники энергии, водород и контракты на Ближнем Востоке. Повсеместно будут возникать стычки из-за прав на рыбный промысел, поддержки сельского хозяйства и компенсации бедствия. Растет напряжение между США и Мексикой, поскольку США не выполняет свои обязательства по договору от 1944 года о гарантированном расходе воды из реки Колорадо. Специалисты, занимающиеся вопросами оказания помощи, будут направляться на решение проблем наводнения вдоль южной части восточного побережья и проблем более засушливых условий внутри страны. Однако даже в данном постоянном состоянии критического положения США будут находиться в хорошем положении по сравнению с другими странами. Трудно-разрешимой задачей, стоящей перед США, будет разряжение растущего военного напряжения во всем мире.

По мере наступления голода, болезней и стихийных бедствий вследствие резкого изменения климата, нужды многих стран превысят несущие способности экосистем этих стран. Это создаст чувство отчаяния, которое возможно приведет к наступательной агрессии с целью восстановления баланса. Представьте восточные европейские страны, сражающиеся, чтобы накормить свое население вследствие снижения обеспеченности продовольствием, водой и энергией и нацеленные на Россию, численность населения которой уже падает, для получения доступа к ее зерновым, полезным ископаемым и энергоресурсам. Или представим Японию, переживающую наводнения ее приморских городов и загрязнение пресных вод, нацеленную на запасы нефти и газа российского острова Сахалин как источника энергии для работы опреснительных установок и энергоемких сельскохозяйственных процессов. Вообразите Пакистан, Индию и Китай – все вооруженные ядерным оружием – на чьих границах происходят столкновения из-за беженцев, доступа к совместно используемым рекам и плодородной земле. Испанские и португальские рыбаки могут сражаться из-за прав на рыбный промысел – что ведет к конфликтам в море. Страны, включая

США, будут укреплять свои границы. Располагая более 200 речными бассейнами, охватывающими множество наций, можно ожидать конфликта из-за доступа к воде для питьевых нужд, орошения и транспортировки. Дунайский бассейн охватывает 12 наций, Нил – 9, а Амазонка протекает через 7 стран.

По данному сценарию можно ожидать союзов по расчету. Одним из них может стать союз между США и Канадой, упрощающий приграничный контроль. Иначе Канада может удерживать свои гидроэнергоресурсы – что вызовет проблемы с энергией в США. Северная и Южная Корея могут объединиться для создания единого технически сильного и вооруженного ядерным оружием общества. Европа может действовать как единый блок, сдерживая иммиграционные проблемы между европейскими народами и обеспечивая защиту против агрессоров. Россия, располагающая богатыми запасами полезных ископаемых, нефтью и природным газом, может присоединиться к Европе.

В этом мире воюющих государств неизбежно распространение ядерного оружия. По мере того как похолодание подталкивает спрос, существующие резервы углеводорода снижаются. С дефицитом энергии – и растущей потребностью в получении доступа к ней – ядерная энергия становится важным источником силы, и это ускорит распространение ядерной энергии по мере того, как страны будут развивать способности обогащения и регенерации ядерного топлива для обеспечения своей национальной безопасности. Китай, Индия, Пакистан, Япония, Южная Корея, Великобритания, Франция и Германия, все они будут иметь ядерные резервы, также как и Израиль, Иран, Египет и Северная Корея.

При снижении военного и политического напряжения, настоящим испытанием будут случайные столкновения и угроза войны. Такие страны, как Япония, которые имеют высокую степень социальной сплоченности (это означает, что правительство может эффективно привлечь свое население к изменению поведения), наиболее вероятно справятся с этим. Странам, чья разнородность уже способствует возникновению конфликтов, таким как Индия, Южная Африка и Индонезия будет трудно поддержать порядок. Ключевыми будут адаптируемость и доступ к ресурсам. Вероятно, наиболее подрывная проблема, которую представляет резкое изменение климата, состоит в том, что мы никогда не узнаем, до какой степени мы вписываемся в сценарий резкого изменения климата и сколько лет – 10, 100, 1000 – остается до того, как снова начнется некоторая форма возвращения к более теплым условиям, как термогалинная циркуляция. Когда несущая способность экосистемы резко снижается, цивилизация сталкивается с новыми проблемами, которые сейчас кажутся невероятными.

Может ли это реально произойти?

Ученые, занимающиеся океанологией, землей и атмосферой, из самых престижных организаций мира за последнее десятилетие обнаружили новые данные, говорящие о том, что вероятность серьезного и быстрого изменения климата намного выше, чем готовность к нему большей части научного сообщества и вероятно всего политического сообщества. Это явление нарушит текущие постепенные тренды глобального потепления, усиливая сложность климата и отсутствие предсказуемости. Кроме того, палеоклиматические данные показывают, что подобное резкое изменение климата может произойти в ближайшем будущем.

Океанографический институт Вудс Хол сообщает, что моря, омывающие Северо-Атлантическое побережье, за последние 40 лет стали менее солеными, что в свою очередь опресняет большие глубины океана в Северной Атлантике. Эта тенденция может привести к коллапсу или замедлению океанского конвейера и резкому изменению климата.

Имея, по крайней мере, восемь случаев резкого изменения климата, задокументированных в геологических архивах, нам предстоит ответить на вопросы: Когда это произойдет? Каковы будут последствия? Как можно подготовиться к этому? А не задаваться вопросом: Может ли это реально произойти?

Подготовлены ли мы к тому, что история вновь повторится?

В газетах ведутся споры о влиянии деятельности человека на изменение климата. Поскольку экономическое процветание находится в определенном соотношении с энергопользованием и эмиссиями парникового газа, зачастую утверждается, что экономический прогресс ведет к изменению климата. Конкурирующие данные говорят, что изменение климата может возникнуть независимо от деятельности человека, как видно из климатических явлений, которые происходили задолго до современной цивилизации.

Важно понимать антропогенное воздействие на окружающую среду - что способствует ускорению, а что замедлению (или возможно даже развороту) тенденции в сторону изменения климата. Стоит рассмотреть альтернативные виды топлива, управление эмиссией парниковых газов и экономию ресурсов. Кроме того, мы должны быть подготовлены к неизбежным последствиям резкого изменения климата - что, возможно, произойдет независимо от человеческой деятельности.

Далее представлены некоторые предварительные рекомендации по подготовке Соединенных Штатов к резкому изменению климата:

1) Усовершенствование прогнозирующих климатических моделей. Следует продолжить исследование с тем, чтобы прогнозы изменения климата стали более надежными. Необходимо более глубокое понимание зависимости между характером океанических процессов и изменением климата. Данное исследование должно быть сосредоточено на исторических, текущих и прогнозирующих силах и нацелено на наше дальнейшее понимание резкого изменения климата, как это может произойти и как мы узнаем, что оно произошло.

2) Собрать комплекс прогнозирующих моделей воздействия резкого изменения климата. Следует провести крупные исследования по потенциальному экологическому, экономическому, социальному и политическому воздействию резкого изменения климата. Необходимо разработать усложненные модели и сценарии, чтобы можно было предугадать возможные локальные условия. Следует создать систему для определения как изменение климата может повлиять на глобальное распределение социальной, экономической и политической силы. Эти анализы могут быть использованы для смягчения потенциальных источников конфликтов, до того как они возникнут.

3) Создать систему показателей степени защищенности. Необходимо создать систему показателей, чтобы понять степень защищенности страны по отношению к последствиям изменения климата. Эта система может включать воздействие климата на существующие сельскохозяйственные, водные и мине-

ральные ресурсы; технические возможности; социальную сплоченность и адаптируемость.

4) **Выявить стратегии без потерь.** Следует определить стратегии без потерь и осуществить их с тем, чтобы обеспечить надежный доступ к продовольствию и воде и гарантировать национальную безопасность.

5) **Имитировать адаптивное реагирование.** Должны быть созданы группы адаптивного реагирования для подготовки к неизбежным событиям, которые повлечет изменение климата, а именно массовая миграция, болезни и эпидемии, дефицит продовольствия и воды.

6) **Изучить локальные последствия.** Первоочередные эффекты изменения климата проявляются на локальном уровне. Хотя мы можем предвидеть изменения в распространении сельскохозяйственных вредителей и изменения в сельскохозяйственной продуктивности, необходимо рассматривать конкретные зоны и условия, чтобы знать, какие вредители представляют проблему, какие культуры и регионы являются уязвимыми и насколько серьезными будут последствия. Следует предпринять подобные исследования, особенно в стратегически важных регионах, производящих продукты питания.

7) **Изучить геоинженерные варианты, которые контролируют климат.** В настоящее время легче прогреть, чем охладить климат, таким образом, можно добавлять в атмосферу различные газы, такие как фтороуглерод с тем, чтобы компенсировать воздействие похолодания. Такие действия, конечно, будут тщательно изучаться, поскольку они имеют потенциал обострения конфликтов между нациями.

Заключение

Вполне вероятно, что в течение десятилетия факты, свидетельствующие о наступающем резком изменении климата, могут стать очевидными и правдоподобными. Также возможно, что наши модели позволят нам лучше предсказывать последствия. В этом случае Соединенным Штатам необходимо будет предпринять срочные меры для предотвращения и смягчения некоторых из наиболее существенных воздействий изменения климата. Необходимы будут дипломатические меры для уменьшения вероятности возникновения конфликта в областях, наиболее сильно подверженных данному изменению, таких как острова Карибского моря и Азия. Однако по данному сценарию неизбежно массовое переселение населения. Необходимо будет управление этим населением, напряженной ситуацией на границах и беженцами. Также будут необходимы новые формы соглашений о безопасности, конкретно затрагивающие вопросы обеспечения продовольствием, энергией и водными ресурсами. Вкратце, в то время как США будут находиться в лучшем положении и располагать большим потенциалом к адаптации, окружающими ее условиями будет Европа со своей внутренней борьбой, большое количество беженцев, направляющихся в США и серьезный кризис в Азии из-за нехватки продовольствия и воды. Разрушения и конфликты будут эндемическими особенностями жизни.

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ⁴

В.Ю. Георгиевский⁵

Резюме

Представлены результаты исследований влияния глобального потепления климата на водные ресурсы и гидрологический цикл вследствие увеличения содержания в атмосфере CO₂ и других незначительных газовых примесей. Здесь рассматриваются современные изменения в климатических характеристиках и речном стоке в различных природных зонах земного шара, сценарии будущего возможного изменения климата, метеорологические подходы и результаты оценки воздействий ожидаемого глобального потепления на водные ресурсы и гидрологический цикл для разных регионов мира. Здесь обсуждаются перспективы дальнейшего научного исследования по оценке гидрологических последствий изменения климата.

Введение

Методы расчета основных гидрологических характеристик для строительства и планирования управления водными ресурсами, а также для планирования долгосрочного управления водными ресурсами, основаны на идее стационарности многолетних колебаний стока. В настоящее время эта идея требует критического и всестороннего анализа, поскольку на протяжении 20 века происходило глобальное потепление климата, а за несколько последних десятилетий оно даже усилилось. Хотя все еще невозможно с полной уверенностью утверждать, что единственной причиной этого потепления является рост концентрации газовых примесей в атмосфере, нужно признать, что многие климатологи поддерживают именно эту точку зрения. Специалисты единодушны во мнении о неизбежности прогрессирования потепления климата, хотя выводы о темпах и масштабах неоднозначны.

Изменение климатических условий, очевидно, приведет к изменению в водных ресурсах в бассейнах рек, регионах и странах. Направление этих изменений определит общую стратегию водоснабжения населения и хозяйства в следующем веке.

Таким образом, ряд проблем, связанных с оценкой гидрологического глобального потепления, представляет огромный научный и практический интерес.

Цели

Цель отчета заключается в представлении критического анализа современных исследований воздействий антропогенного изменения климата в результате

⁴ Water: a looming crisis?: Proceedings of the International Conference on World Water Resources at the Beginning of the 21st Century (UNESCO, Paris, 3-6 June, 1998) // International Hydrological Programme IHP-V Technical Documents in Hydrology #18

⁵ Государственный Гидрологический Институт, г. Санкт-Петербург, Россия

увеличения концентрации газовых примесей в атмосфере на земельно-водные поверхностные ресурсы и их цикл в разных регионах планеты.

Глобальное потепление климата: современные изменения и сценарии будущего

Многие климатологи убеждены, что рост CO_2 и других остаточных газов в атмосфере является важнейшим антропогенным фактором, способным повлиять на глобальный климат.

Данные непосредственного наблюдения, а также анализ пузырьков воздуха в мутной сердцевине льда показали, что содержание двуокиси углерода выросло на 30 % - с 280 промилле (вторая половина 18 века) до 358 промилле в 1994 г. (IPCC, 1995). В 1997 г. концентрация этой примеси газа в атмосфере Земли оценивалась как 365 промилле.

Что повлияло на изменение атмосферного химического состава, в первую очередь, на содержание CO_2 , на колебания глобальных температур воздуха? Независимые группы авторов, проводившие исследования в разных странах в целом пришли к общему заключению, что в 20 веке средняя температура воздуха на земном шаре имела тенденцию к повышению, особенно последние 15-20 лет.

Последний отчет IPCC (IPCC, 1995) представил гипотезу, что средняя глобальная температура воздуха повысилась на 0,3-0,6°C во второй половине 20 века. В последние 30-40 лет эта температура повысилась на 0,2-0,3°C, 1980-90-е годы были самыми теплыми с 1860 г.

Сопоставление теоретической и эмпирической оценок колебания глобальной температуры воздуха за последние сто лет позволяет поверить в большую вероятность того, что глобальное потепление, произошедшее за этот период, является следствием увеличения концентрации двуокиси углерода в атмосфере в результате деятельности человека.

Еще в большей степени неопределенность возникает при изучении современных тенденций выпадения осадков, благодаря их сильной изменчивости во времени и пространстве, а также огромной ошибке измерения. Несмотря на это, в ходе исследования динамики сумм годового количества осадков был получен ряд важных результатов (IPCC, 1995). Было обнаружено, что в 20 веке количество осадков в высоких широтах выросло. Согласно (Groisman et al., 1991) за столетие увеличение осадков на территории бывшего Советского Союза в среднем составило 10 %. А в Северной Европе (55° северной широты) количество осадков выросло по сравнению с 1960-ми годами (IPCC, 1995). Годовой объем осадков также вырос и в Северной Америке, начиная с 1950-х годов (Karl T.R. et al., 1993). В США объем осадков увеличился в среднем на 5 %, в Канаде – на 10-15 % (Groisman and Easterling, 1994; Fidlay et al., 1994).

В крупных тропических и субтропических регионах Северной Африки, восточной и юго-восточной Азии и Индонезии, напротив, количество осадков сократилось, особенно начиная с середины 20 века (IPCC, 1995).

Ожидают, что содержание двуокиси углерода будет расти в темпе, обусловленном сценариями развития мировой энергетики и промышленности, а также мерами, принятыми в разных странах с целью сокращения выбросов двуокиси углерода и других газов в атмосферу. Тем не менее, по имеющимся про-

гнозам, темпы роста в ближайшие десятилетия будут гораздо выше, а во второй половине следующего столетия ожидают, что содержание этого газа в атмосфере Земли удвоится.

К настоящему моменту разработано и реализовано два подхода к прогнозированию будущего климата.

Первый подход, теоретический, состоит в моделировании будущего климата путем использования моделей общей атмосферной циркуляции. Постоянно совершенствуются климатические модели. Они довольно точно воспроизводят некоторые параметры глобального климата. Однако все модели опираются на общие черты атмосферной циркуляции и не учитывают географические особенности территорий (береговая линия, озера, речные водоразделы и т.п.). Поэтому есть существенные расхождения в климатических прогнозах на региональном уровне, несмотря на то, что все они выполнены в рамках одного сценария.

Второй подход, эмпирический, основан на анализе климатических условий прошлого. Основной идеей использования палеоклиматических данных с целью прогноза будущего климата является то, что в прошлом Земли были периоды, когда содержание двуокиси углерода было близко к уровню, предсказываемому в будущем, а климатические данные этих периодов используются для характеристики будущего климата.

Однако эмпирический подход имеет также некоторые существенные недостатки. Очевидно, что по каким-то параметрам климаты прошедших теплых эпох отличаются от будущих климатических условий. Помимо более эффективного применения этого метода необходимо изучить другие факторы формирования климата, поскольку они также определяли климатические условия в прошлом.

Исходя из вышесказанного, оценки, полученные к настоящему моменту, климатических условий будущего не могут считаться прогнозом, поэтому допускается, что результаты этих исследований станут лишь возможными сценариями будущего климата. Следовательно, в изучении воздействий будущего изменения климата на водные ресурсы очень важно использовать результаты, полученные путем применения обоих методов, чтобы выявить общие тенденции колебания температуры воздуха и осадков в региональном масштабе.

Анализ последних результатов, полученных в ходе оценки будущих климатических условий (Volin et al., 1989, Vuduko M.I. et al., 1991; IPCC, 1995), приводит к следующим условиям.

1. В следующем веке глобальная температура воздуха будет повышаться благодаря увеличению концентрации остаточного газа в атмосфере. Однако все еще невозможно дать точный прогноз динамики глобального потепления, т.е. повышения глобальной температуры воздуха в зависимости от времени. Это вызвано рядом неопределенностей, возникающих при прогнозировании.
2. Все модели общей атмосферной циркуляции и палеоклиматические аналоги выдают одинаковые выводы о том, что самое большое потепление нужно ожидать в высоких широтах, особенно зимой.
3. Используемые независимые методологические подходы выдают одинаковое заключение о росте годового количества осадков в высоких широтах.

Влияние современного изменения климата на речной бассейн

Как было упомянуто выше, с конца 19 века глобальный климат потеплел примерно на $0,5^{\circ}\text{C}$; за последние двадцать лет наблюдалась примечательная тенденция роста глобальной температуры воздуха, который климатологи приписывают росту атмосферного содержания CO_2 и других тепличных газов. Большой научный и практический интерес представляет исследование зависимости речного стока от повышения глобальной температуры воздуха в разных регионах Земли. Исследования динамики речного стока могут быть полезны своим открытием «сигнала CO_2 », поскольку изменение водности является хорошим показателем климата.

К сожалению, эти исследования еще не достаточно широко распространены в мире, но мы убеждены, что, несмотря на это, они очень важны, поскольку позволяют обнаружить реальные тенденции изменения гидрологического цикла водных тел и территорий с помощью данных фактических наблюдений и планирования практического управления водными ресурсами. Наряду с этим в настоящее время применительно к отдельным регионам получены интересные и важные результаты.

Наиболее всесторонние исследования современных изменений в гидрологии реки были проведены на территории России и соседних стран (Шикломанов и Георгиевский, 1992 г.; Георгиевский и др., 1995 г.; Георгиевский и др., 1996 г.; Георгиевский и др., 1997 г.).

Детальный статистический анализ многолетних колебаний речного стока показывает, что со второй половины 70-х годов и до сих пор на значительной части исследуемой территории, включая ее Европейскую часть и Западную Сибирь, идентичные и необычные изменения происходят в распределении большей части речного стока в течение года (чего никогда ранее не наблюдалось): увеличение водности в маловодные месяцы (летне-осенние и зимние месяцы).

Как следует из представленных данных, в бассейнах рек Волга, Дон и Днепр увеличение минимального стока за последние 15-20 лет достигло 20-40 % от нормы, а в некоторых регионах (северная часть бассейна Волги, бассейн Оки) даже 50-70 %. На всей исследуемой территории годовой речной сток вырос, но сток весеннего паводка сократился в большинстве рек.

Чтобы выявить причины современных изменений в гидрологии рек и комплексно проанализировать гидрологический цикл, были использованы данные 7 водно-балансовых станций (ВБС), расположенных в лесной, лесостепной и степной зонах Восточно-европейской равнины, наблюдавших все элементы гидрологического цикла, начиная с поздних 40-х и кончая серединой 50-х годов. Исследования круговорота воды в природе, выполненные по данным ВБС, привели к следующим выводам.

По данным всех ВБС наблюдается значительный рост годового объема осадков (на 35-80 мм или 5-15 %), пик которого приходится на осенне-весенний период, температура воздуха повышается в холодный сезон года (до $1,0-1,2^{\circ}$).

В результате повышения температуры в холодный период года зимние оттепели становятся более частыми, почва замерзает меньше, и значительная часть стока, формируемого в оттепель, тратится на увеличение влажности активного слоя почвы.

В результате повышения влажности в теплый сезон года объем подземных вод вырастает на 10-30 мм в осенне-зимний период.

Эта гидрометеорологическая ситуация создала благоприятные условия для инфильтрационной подпитки подземных вод, что привело к подъему основного водоносного пласта на 50-100 см. Увеличение объема подземных вод повысило питание подземных вод из реки и привело к значительному росту минимального стока реки.

Выводы о зимнем речном стоке также были сделаны многими авторами на основе анализа фактических наблюдений стока, как это было сделано в других регионах Европы (Schumann, 1993; Krasovskaya, 1995; Krasovskaya, 1996; Bergstrom and Carlsson, 1993).

Очень важно, что аналогичные тенденции были выявлены и в районах Северной Америки. В работе (Lins and Michaels, 1994) за период 1948-88 гг. зимой и осенью было выявлено статистически существенное увеличение естественного стока почти на всей территории США.

Путем анализа результатов региональных исследований в области современных изменений гидрологии реки и климатических факторов были сделаны выводы о значительном росте зимнего стока в ряде крупных регионов Северного полушария, в основном, благодаря повышению температуры воздуха в холодный период года. В данном случае во многих регионах с достаточной и избыточной влажностью, объем осадков имеет тенденцию к росту.

Вместе с тем исследования многолетних колебаний в климатических и гидрологических характеристиках бассейна реки Енисей, самой крупной реки в России, показывают (Шикломанов, 1994 г.), что, несмотря на тот факт, что за последние 15 лет температура холодного периода увеличилась на 2-3°C в южной и центральной частях бассейна, никакого увеличения зимнего стока не наблюдается по причине очень низких средних зимних температур воздуха в этом регионе.

Среди других крупных регионов особое внимание привлекают современные изменения в водности рек Африки. Исследования, проведенные недавно в Государственном Гидрологическом институте под руководством профессора И.А. Шикломанова, позволяют выявить тенденцию сокращения речного стока в Африке. Согласно данным, представленным доктором И. Сиркулоном, приток рек Африки в Атлантический океан за 1981-1990 гг. сократился на 17 % против среднего притока за 1951-1990 гг.; сток из засушливой части Африки снизился на 27 %. В ходе анализа колебаний водности рек Африки особое внимание заслуживает зона Сахеля, где в результате сокращения осадков во многих крупных районах за последние десятки лет сложилась критическая ситуация. В регионе Сахеля во время приборных наблюдений отмечался самый сухой период, который привел к дефициту воды (I. Sircoulon, 1990). Тенденции, наблюдавшиеся последние десятилетия в Сахеле, были также отмечены и в некоторых других регионах с нехваткой водных ресурсов. Так в южной части Калифорнии в 1987-92 гг. прошла жестокая засуха, которая привела к сокращению стока на 23 % ниже нормы (IWR Report, 1994). Анализ гидрометеорологических данных в Северном Китае показывает (Chunzhen, 1989), что самый теплый период за все годы приборных наблюдений начался в 1981 г. В 80-е годы средняя температура воздуха была 0,5° выше нормы. В тот же период количество осадков было ниже нормы, что вызвало значительное сокращение водных ресурсов.

Тенденции сокращения водности рек были также обнаружены на значительной территории Австралии. Согласно данным (I.F. Thomas and B.C. Bates, 1996), на юго-западе континента с 1975 г. наблюдается значительное сокращение осадков; сокращение стока на 40 % за период 1975-94 гг. в сравнении с сокращением одного за период 1911-74 гг., случившимся со многими реками Дарлинг-Рейндж.

По данным Шикломанова водные ресурсы Южной Америки имели тенденцию роста в 80-х годах.

Ожидаемое изменение климата и водные ресурсы

Оценки будущих водных ресурсов можно получить, только опираясь на данные по возможным региональным изменениям в климатических условиях. Чтобы предсказать изменения в региональном климате с наступлением глобального потепления, наиболее широко используются модели общей атмосферной циркуляции (МОЦ), а также материалы палеоклиматических преобразований климатических условий теплых эпох прошлого. Самой большой сложностью в практическом использовании МОЦ с целью оценки регионального климатического изменения является несоответствие результатов по осадкам, которые они выдают для одних и тех же регионов. Это естественно вносит очень большую неопределенность в оценки возможных изменений в характеристиках водных ресурсов. В таких условиях во многих странах выполнены многочисленные оценки возможных изменений при глобальном потеплении в характеристиках речного стока, водных ресурсах, потребностях в воде. Однако эти оценки нужно рассматривать скорее как анализ уязвимости системы управления речным бассейном и водными ресурсами перед потенциальными изменениями в региональном климате, чем прогнозы. Этот анализ, несомненно, представляет научный интерес и может быть крайне полезным на практике для выработки мер по повышению эффективности работы системы управления водными ресурсами при значительных изменениях климата.

За последнее десятилетие проведены многочисленные исследования по оценке воздействий возможных изменений климата на водные ресурсы и гидрологию речного бассейна в различных регионах мира. Анализ результатов, полученных в ходе исследования воздействий возможных антропогенных климатических изменений на водные ресурсы и гидрологию реки, показывает, что используемые методологические подходы можно разделить на несколько групп. Ниже дается их краткое описание:

1. Анализ многолетнего наблюдения стока и метеорологических факторов.

Исследования основаны на анализе гидрологических характеристик за многолетние периоды в пределах выбранных бассейнов рек и регионов, когда наблюдались значительные отклонения температуры воздуха или количества осадков от нормы.

Несомненно, результаты этих исследований представляют большой научный интерес и позволяют оценить реакцию речного бассейна на значительные климатические аномалии. Вместе с тем возможности предсказания этого подхода в большой степени остаются неясными.

2. Использование регрессионных соотношений между характеристиками стока и метеорологическими факторами.

Взаимосвязи между годовыми значениями стока, осадков и температуры воздуха были использованы в ряде исследований по оценке возможных изменений водности в результате ожидаемого потепления климата. Однако нужно быть осторожными с выводами, сделанными путем экстраполяции будущих регрессионных соотношений, определенных данными наблюдения за прошедшие годы.

3. Применение метода водного баланса на долгосрочный период.

При использовании метода водного баланса главной задачей является оценка суммарного испарения из водосбора в условиях ожидаемых будущих изменений в количестве осадков и температуре воздуха. Чтобы определить испарение, часто используют «уравнения связи между физическими величинами». Главным недостатком и ограничением этого метода в ходе оценки будущих водных ресурсов является то, что не учитываются возможные будущие изменения в выпадении осадков и потенциальном распределении испарения в течение года.

4. Применение детерминированных гидрологических моделей речных бассейнов.

Использование детерминированных гидрологических моделей больше пригодно в современных условиях. Этот подход позволяет подробно исследовать причинно-следственные связи в системе «климат – водные ресурсы», оценивая чувствительность речного бассейна к изменениям климатических характеристик. Также при наличии региональных климатических прогнозов он помогает вычислить возможные колебания стока в разных природных условиях и планировать будущие меры по управлению водными ресурсами.

5. Прямое использование моделей общей атмосферной циркуляции.

Трехмерные модели общей атмосферной циркуляции позволяют оценить не только глобальные климатические параметры при разном атмосферном содержании двуокиси углерода, но также их региональные характеристики и изменить элементы гидрологического цикла на поверхности суши.

Однако до сих пор реальная возможность использования моделей общей атмосферной циркуляции с целью получения гидрологических оценок ограничена. По причине очень крупных размеров пространственной сети, в чьих узловых точках выполняются расчеты, большие озера, горные системы, береговая линия и т.п. могут быть утеряны, водные физические базовые характеристики задаются, но довольно приблизительно.

Авторы (L.S. Kuchment and P.E. O'Konnell, 1993) рассматривают перспективы создания моделей гидрологического цикла (МГЦ), которые являются одним из блоков моделей общей атмосферной циркуляции. По их мнению, гидрологические модели с пространственным масштабом 100-300 км (современное разрешение МГЦ) могут быть разработаны в ближайшие годы. Тогда их можно будет использовать для улучшения МГЦ и моделирования, вместе с изменением климата, возможным изменением стока в результате увеличения в атмосфере концентрации CO_2 .

Давайте рассмотрим результаты, полученные до настоящего времени, при использовании в различных природно-климатических зонах: холодный и умеренный климат, аридная и полуаридная зона, и влажные тропические регионы.

Регионы с холодным и умеренным климатом. Детальная оценка возможных изменений водных ресурсов и гидрологии реки была выполнена для бассейнов

средней величины в бассейне р. Волга (15), Днепр (12) и Енисей (6). Эти оценки были получены для климатических сценариев, разработанных на SHI, на основе палеоклиматических преобразований трех теплых эпох, ближайших к настоящему времени, соответствующих глобальному потеплению на 1, 2 и 3-4°C, а также полученные моделями общей атмосферной циркуляции (GFDL, UKMO, MP) в условиях стационарного варианта роста концентрации CO₂ на 10, 50 и 80 % (Георгиевский и др., 1996 г.).

Анализ результатов многочисленных оценок на основе водно-балансовой модели показывает, что для промежуточных вариантов роста концентрации CO₂ (на 10, 50 и 80 %) нет никакого соответствия между оценками возможных изменений водных ресурсов в рассматриваемых речных бассейнах, полученными моделями общей атмосферной циркуляции.

Основной причиной такого несоответствия является существенная разница между региональными оценками осадков, полученными на этих моделях.

Вместе с тем, несмотря на большое разнообразие рассмотренных сценариев и соответствующих оценок водных ресурсов и гидрологии рек, можно заключить, что и при сценариях, основанных на МГЦ для роста содержания CO₂, и при палеоклиматических сценариях глобального потепления на 2 и 3-4°C, для рассматриваемой территории предусматривается тенденция изменения климата только в одном направлении: увеличение объема осадков и повышение температуры воздуха. Однако ряд оценок изменения осадков и температуры, полученных при разных сценариях, довольно длинный. Так, при палеопреобразованиях и модели GFDL объем осадков увеличится в бассейнах Волги и Днепра на 10-20 %, а при модели UKMO на 30-40 %. Повышение среднегодовой температуры воздуха по сценарию UKMO равно 7-9°C, а по сценариям GFDL палеопреобразования – 3-5°C.

Эти сценарии обеспечивают даже больший диапазон возможного изменения осадков и температуры воздуха для бассейна р. Енисей.

Выполненные оценки показывают, что при всех сценариях, где содержание CO₂ увеличивается вдвое, водные ресурсы будут расти тоже. Предполагается, что годовой сток увеличится в бассейне Волги на 30-35 %, Днепра – 25-40 % и Енисея – 15-20 % при сценариях GFDL и палеопреобразованиях. По сценарию UKMO сток увеличится еще больше.

Изменения в распределении стока в течение года важны не менее чем изменения самого годового стока.

Рис. 1 дает пример данных, характеризующих распределение стока р. Днепр под Смоленском и стока р. Псел (приток Нижнего Днепра) в течение года в современных условиях и по выше упомянутым сценариям изменения климата.

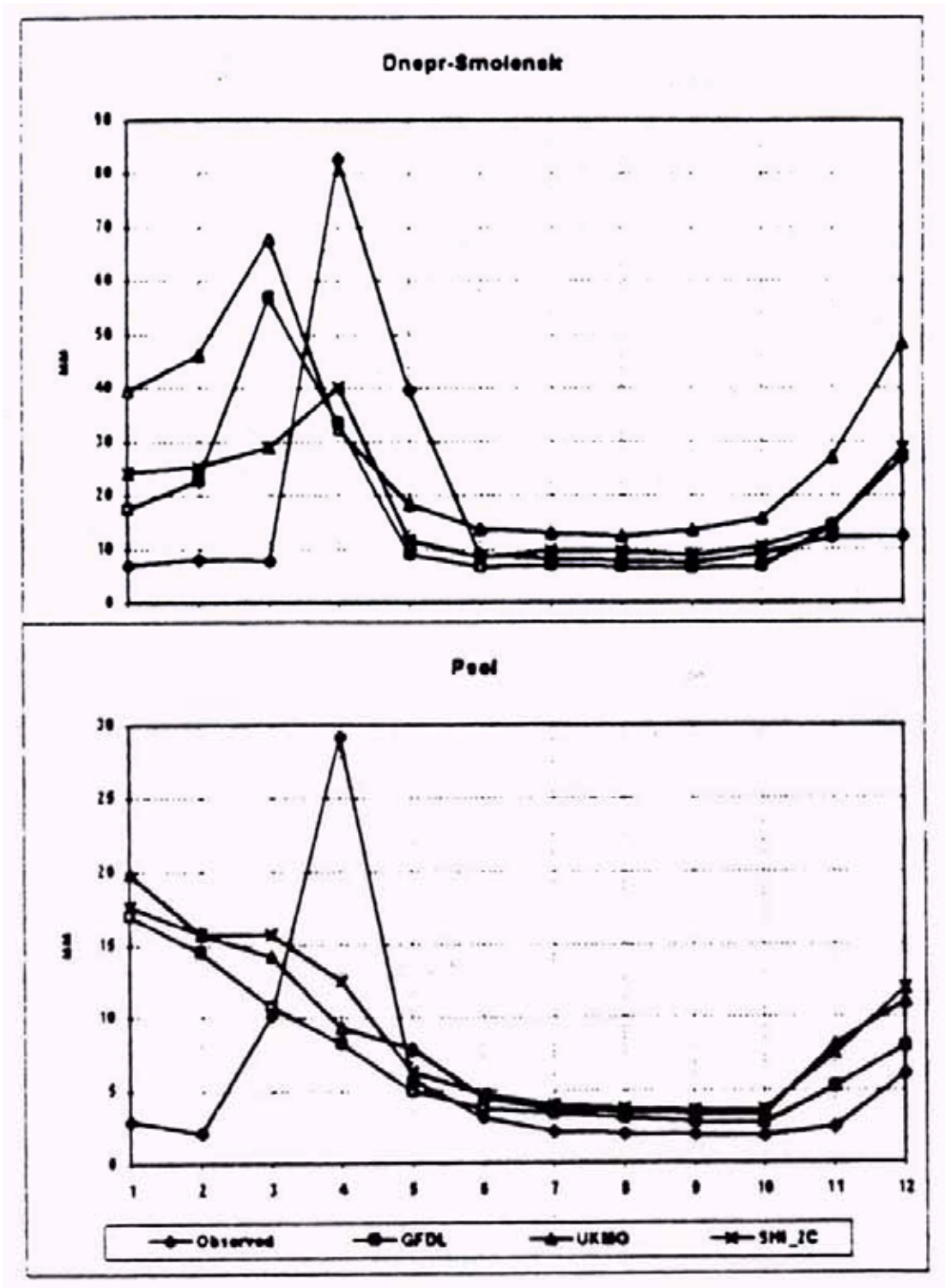


Рис. 1. Сезонное распределение стока в бассейне р. Енисей по различным климатическим сценариям

Полученные данные показывают, что в условиях предполагаемых изменений осадков и температуры воздуха, распределение стока реки в течение года сильно изменится. Современная гидрология реки характерна явно выраженными весенними паводками снегового происхождения, во время которых проходит основная часть годового стока, а также минимальным стоком в летне-осенние и

зимние периоды. В данном случае при рассмотренных климатических сценариях гидрология реки будет разной.

В прогнозируемых условиях можно выделить два гидрологических сезона: зиму и лето. Для зимнего сезона характерен высокий уровень стока снегодождевого происхождения, а для летнего – стабильный минимальный сток, когда реки в основном питаются из подземных вод.

Гидрология реки, главным образом, обусловлена значительным подъемом температуры воздуха.

Результаты расчета по р. Днепр в целом типичны для лесной зоны Европейской части бывшего СССР, а по р. Псел – для лесостепной.

При вычислении стока здесь имеют место несколько другие климатические условия, чем в случае с р. Енисей. Повышение температуры воздуха в холодный сезон не приводит к увеличению стока, как в бассейне р. Енисей, поскольку средняя температура зимой здесь равна -15 - -20°C . Поэтому даже при несущественном потеплении не стоит ожидать значительных оттепелей.

Предположения о возможном увеличении зимнего речного стока и сокращении стока весеннего паводка при удвоенном содержании двуокси углерода близки к тем, что высказывались о бассейнах рек Волга и Днепр. Подобные выводы были сделаны в отношении скандинавских рек (Vehvilainen and Lohvansum, 1991; Sxethum, 1991; Sxethum, 1990), Бельгии и Швейцарии (Butlot et al., 1991a; Gellens, 1991b), реки Варта, одной из крупнейших рек Польши (Kaczmarek and Krasuski, 1991).

Ученые (Arnell and Reynard, 1989) пришли к выводу, что в Великобритании годовой речной сток увеличится на 10-25 %. Там наблюдается значительное увеличение стока зимой и весной. Похожие результаты получены и другими исследователями, которые, в частности, продемонстрированы в оценочном отчете (Arnell, 1992).

В США за последние десять лет был проведен ряд исследований по оценке влияния изменения климата на водные ресурсы. Их обзор и критический анализ представлены, в частности, в обзорах IPCC (Shiklomanov et al., Stakhiv et al., 1992), а также в монографиях (Climate Change and USA Water Resources, 1990; Climate Change and Water Resources Planning Criteria, 1997). Важно напомнить, что современные МГЦ дали по многим регионам США довольно противоречивые оценки будущего изменения климата, особенно это касается осадков и их распределения в течение года. В этой связи ряд будущих оценок, выполненных разными авторами, очень важен. Тем не менее, анализируя полученные результаты можно показать некоторые наиболее вероятные тенденции колебаний водных ресурсов для отдельных регионов США при глобальном потеплении. Они приведены к следующему (Shiklomanov et al., 1990 г.; Gleik, 1988; Shiklomanov and Lins, 1991):

- Северо-запад: небольшое увеличение годового стока и паводков;
- Калифорния: значительное увеличение зимнего стока и сокращение летнего при незначительном росте годового стока;
- Великие озера: сокращение стока;
- Остальные регионы: неопределенные изменения в осадках и водных ресурсах.

Аридные и полуаридные регионы. Для указанных регионов с дефицитом водных ресурсов, как правило, в условиях постоянного климата, особенно важно иметь достоверные данные по возможным гидрологическим последствиям ожидаемого глобального потепления. В то же время для аридных и полуаридных зон оценки будущего изменения климата сильно различаются в зависимости от разных климатических сценариев. Они даже выдают противоречивые результаты, особенно если сравнить выводы на основе сценариев МГЦ и палеоклиматических аналогах.

Оценка гидрологических последствий глобального потепления для аридных и полуаридных зон была выполнена для южной части Европейской России и прилегающих стран, многих речных бассейнов США, Австралии, Южной Америки, Африки, включая зону Сахеля и Азию. В данном случае наиболее подробные материалы с использованием различных вариантов будущих климатических сценариев и комплексный анализ последствий были получены по бассейнам США. Как показано в монографии (Climate Change and Water Resources Planning Criteria, 1997), даже небольшие изменения в климатических факторах регионов с дефицитом влаги могут привести к значительным переменам в состоянии водных ресурсов. Годовой сток становится зависимым от изменчивого режима осадков больше, чем от температуры воздуха. Аналогичные выводы были представлены ранее в обзоре IPCC (Stakhiv et al., 1992), а также в исследованиях, проведенных в России (Shiklomanov and Lins, 1991) и других странах. Согласно этим исследованиям повышение температуры на 1-2°C и сокращение количества осадков на 10 % может привести в аридных и полуаридных регионах к тому, что водные ресурсы сократятся на 40-60 %.

Влажные тропические регионы. Что касается влажных тропиков, оценка влияния глобального потепления на водные ресурсы была выполнена для бассейнов рек Венесуэлы (Worldwatch Paper 93, 1989), Уругвая (Carlose et al., 1991), крупнейшего бассейна реки Меконг (Mekong Secretariat, 1990), для бассейнов и районов трех стран юго-восточной Азии: Индонезии, Малайзии и Таиланда (Parry et al., Toth, 1993), а также для некоторых регионов Африки (Urbiztondo et al., 1991), Индии и Шри-Ланки (Leichenko, 1993; Nophadol and Nemantha, 1992).

Результаты, полученные во влажных тропиках, продемонстрировали доминирующую роль прогнозных значений изменения режима осадков в колебании годового и сезонного речного стока в указанном регионе. В муссонных районах предполагается, что речной сток будет увеличиваться во время сезона дождей и сокращаться в сухое время года при растущей вероятности наступления засухи.

Изменения в области спроса на воду

Как ожидают, изменение климата без сомнения повлияет не только на объемы водных ресурсов, но также на потребности в них, водопользование и водообеспеченность, которые тоже сильно зависят от климатических условий.

В условиях предсказываемого изменения климата в будущем, с одной стороны, планы будут пересматриваться в отношении будущего расширения и расположения орошаемых площадей, самых водоемких отраслей промышленности, строительства водохранилищ, а с другой стороны, встанут проблемы водоснабжения существующих водопользователей. Конечно, в первую очередь, все эти перемены затронут жаркие аридные зоны, где уже в настоящее время сталкиваются с трудностями водоснабжения и происходят конфликты между разными

водопользователями и потребителями. В то же время нужно отметить, что водопользование является инертной величиной, которая изменяется постепенно, со временем, следовательно, вместе с глобальным потеплением водообеспеченность региона будет определяться, в первую очередь, изменением гидрологии на рассматриваемой территории. В любом случае, глобальное потепление внесет большую неопределенность в оценку будущего водопользования и водообеспеченности. В некоторых частях мира водообеспеченность может значительно улучшиться, в других проблема воды станет еще более острой.

В целом, исследования влияния изменения климата на управление водными ресурсами приводят к важному выводу: в условиях ожидаемого глобального потепления и большой неопределенности изменения регионального климата системы управления водными ресурсами речных бассейнов должны быть комплексными и максимально гибкими, способными эффективно управлять водными ресурсами в различных климатических ситуациях.

Заключение

В заключение о влиянии антропогенных изменений климата планеты на водные ресурсы можно утверждать, что:

- Сценарии возможных антропогенных изменений в региональном климате, разработанные до настоящего момента, крайне неопределенные и не соответствуют друг другу, особенно в том, что касается изменения в режиме и объеме осадков, которое является основным фактором, определяющим объемы водных ресурсов и водопользования. Ни один из существующих сценариев не может служить надежной основой для оценки изменения водных ресурсов в региональном и глобальном масштабе: для крупных природно-хозяйственных районов, континентов и Земли в целом.
- При оценке водных ресурсов, водопользования и водообеспеченности на региональном и глобальном уровне на ближайшие десятилетия все еще нет достаточных научных аргументов, которые учитывали бы возможные антропогенные климатические изменения.
- Глобальное потепление климата антропогенного характера и его влияние на водные ресурсы является одной из самых острых проблем современной гидрологии, если принять во внимание высокую чувствительность водных ресурсов к сравнительно несущественным изменениям в климатических характеристиках. Очевидна объективная необходимость активизировать в рамках международного сотрудничества исследования в этой области.

ВОДА И СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ: БЫТЬ ИНФОРМИРОВАННЫМ И ПОДГОТОВЛЕННЫМ⁶

В последние десятилетия возрастает обеспокоенность по поводу чрезвычайных погодных явлений, которые, по всей видимости, будут учащаться и оказывать большее негативное воздействие. Циклоны, штормовые нагоны, паводки, засухи, лавины, оползни и сели – все эти связанные с водой стихийные явления представляют собой огромный риск для миллионов, живущих на их пути. Особенно уязвимы бедные общины: для них стихийные бедствия могут стремительно перерасти в социальные катастрофы. В настоящее время все в большей степени признается, что снижение подобных рисков является жизненно важным шагом к соблюдению «Целей развития тысячелетия» и устойчивого развития в целом.

Безусловно, мы еще не можем контролировать силы природы. Мы не можем предупредить формирование тропических циклонов. Однако, мы в состоянии обуздать реки, сдерживать приливы и строить сооружения, которые могут служить значительным, если не абсолютным, противодействием силам природы. А поскольку стихийные явления будут продолжаться, придется сталкиваться с проблемами, которые они с собой приносят – через предотвращение, смягчение и подготовку.

Неотъемлемым элементом является предупреждение, начиная от определения стихийных явлений и оценки угроз жизни и имуществу до принятия мер по уменьшению этих угроз и принятия верных решений по планированию землепользования. К примеру, надлежащие строительные нормы и правила для деятельности по развитию на территориях, подверженных стихийным бедствиям, могут существенно уменьшить уязвимость, а следовательно, и риск. Мероприятия по предупреждению бедствий сложны: они касаются не только самого бедствия, но и отражают взаимодействие между развитием и окружающей средой, с одной стороны, и социально-экономическими интересами с другой.

Мероприятия по ослаблению воздействия являются ключевыми. Компании по информированию общин, инструкции о том, как справляться с бедствиями, строительство дамб и плотин для снижения воздействия паводков – все эти меры могут сократить как социальные, так и финансовые затраты. Прогнозирование и раннее оповещение, основанное на научном мониторинге метеорологических и гидрологических опасностей – предпосылка планирования готовности к бедствиям. Важны взаимосвязь и координация между различными институтами, вовлеченными в раннее оповещение, распространение информации и реагирование на бедствия. Распространенность и эффективность раннего оповещения определяет успех механизма реагирования на бедствия.

В основе всех этих мер должна быть прочная база знаний, ясное понимание возникновения стихийных явлений и их перерастания в бедствия. Существует масса информации в систематических исследованиях метеорологических явлений и наблюдений за циклонами, сильными штормами, паводками, оползнями, селями и их влияния на деятельность человека. Наиболее значительным

⁶ Water and disasters: Be informed and be prepared. Geneva, 2004

элементом оценки уязвимости является понимание того, как сильные ветры могут повлиять на устойчивость сооружений, как строительство железнодорожной ветки на естественных дренажных системах будет влиять на затопление территории и как урбанизация может изменить расход воды в нижнем течении реки. Информация из авторитетных источников – ядро предупредительных мер и неотъемлемая часть его успеха.

Этот принцип является центральным для Всемирного дня воды. В ходе этого ежегодного события органы ООН, занимающиеся различными вопросами водных ресурсов, сосредотачивают внимание на связанных с водой проблемах, затрагивающих устойчивое развитие, и помогают повысить общественную осведомленность о них на местном, национальном, региональном и международном уровнях. Страны принимают участие путем издания и распространения документальных фильмов, организуя конференции, круглые столы, семинары и выставки, касающиеся охраны и развития водных ресурсов и выполнения рекомендаций Плана осуществления решений (Йоханнесбург).

Тема Всемирного дня воды этого года – «Вода и бедствия». Всемирная метеорологическая организация работала совместно с секретариатом ISDR, Всемирной организацией здравоохранения, Swedish Water House и Швейцарским центром гидрогеологии при подготовке данного буклета. В издании вы найдете информацию о паводках, засухах, ураганах и других природных явлениях, их возможном воздействии, о том, как общество может наращивать потенциал по их преодолению. Своевременное оповещение и действия обеспечивают подготовку и вовлеченность общества, всех жителей страны и человечества в рассмотрение связанных с водой опасных явлений.

Призывом для снижения риска связанных с водой бедствий является *«быть информированным и подготовленным»*. Информация должна перетекать между глобальным и местным уровнями, традиционным и современным, между деревнями и залами заседаний, учеными и лицами, принимающими решения. Этот буклет - одно из усилий в этом направлении, которое, как мы надеемся, будет полезно и информативно для национальных правительств и всех ответственных данной проблемой.

М. Жарро (M. Jarraud)
Генеральный секретарь

Введение

Ежедневно по всему миру происходят сотни стихийных бедствий, связанных с водой. Вблизи Малайзии может бушевать циклон, тогда как первые предупредительные сигналы о жестокой засухе могут появиться над субсахарской саванной. Возможно, в Альпах готовы обрушиться лавины, а с горных склонов Венесуэлы оползни. И все эти опасности являются потенциальными катастрофами для неподозревающих и неподготовленных жителей.

Общая тенденция экономического воздействия стихийных бедствий, и связанных с водой в частности, возростала во второй половине прошлого века (рис. 1). Международное Общество Красного Креста и Красного Полумесяца ведет учет различных видов и количества бедствий, числа погибших (по официальным сообщениям) и тех, на кого оказано бедствием негативное воздействие, и фиксирует оценку нанесенного ущерба по странам. Эти данные отчетливо показывают, что в последнее время 89 % стихийных бедствий имеют метеорологическую и климатическую основу, и что они являются самыми распространенными в последние десятилетие. На 82 % подвергшихся стихийным бедствиям в Африке, 48 % в Океании и 35 % в Америке оказали воздействие засуха и голод, а наводнения оказали воздействие на 69 % пострадавших в Азии. Таким образом, число жертв гидрометеорологических бедствий составило 71 % всех смертей. На протяжении последних 30 лет число погибших из-за стихийных бедствий уменьшилось и находится на уровне 80 000 в год, но количество людей, находящихся под воздействием, и экономические потери неуклонно растут (рис.2).

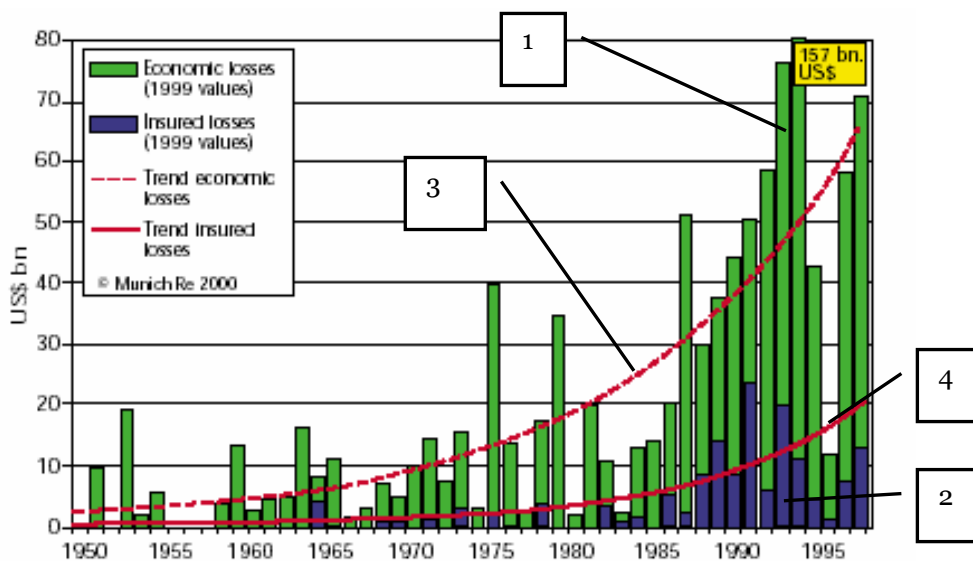


Рис. 1. Экономические и застрахованные потери с динамикой изменения
Февраль 2002 г. (Munich Re Group, E&F/Geo)

Цифрами на рисунке обозначены:

1. Экономические убытки (в ценах 1999 г.)
2. Застрахованные убытки (в ценах 1999 г.)
3. Изменение экономических убытков
4. Изменение застрахованных убытков

Убытки, вызванные стихийными бедствиями, в частности, лишают страны ресурсов, которые могли бы быть использованы на экономическое и социальное развитие. Это воздействие наиболее ощутимо и трагично в слаборазвитых и развивающихся странах, так как задерживает их развитие на десятилетия (рис. 3).

Межправительственная группа специалистов по изменению климата указала в своем отчете, что изменение климата и потепление ведет к большему количеству стихийных бедствий. В то же время, не стоит забывать, что человечество всегда жило с климатическими изменениями, и люди разработали множество прекрасных стратегий для выживания. История содержит множество примеров того, как наши предки справлялись с непогодой, и у обществ, ведущих традиционный уклад жизни в наши дни, также есть собственный багаж знаний в этом направлении. Таким образом, люди управляли катастрофами, предупреждая потенциальные бедствия, основываясь на своем опыте и предпринимая защитные меры. Существует масса возможностей для информирования и консультирования людей об этих бедствиях.

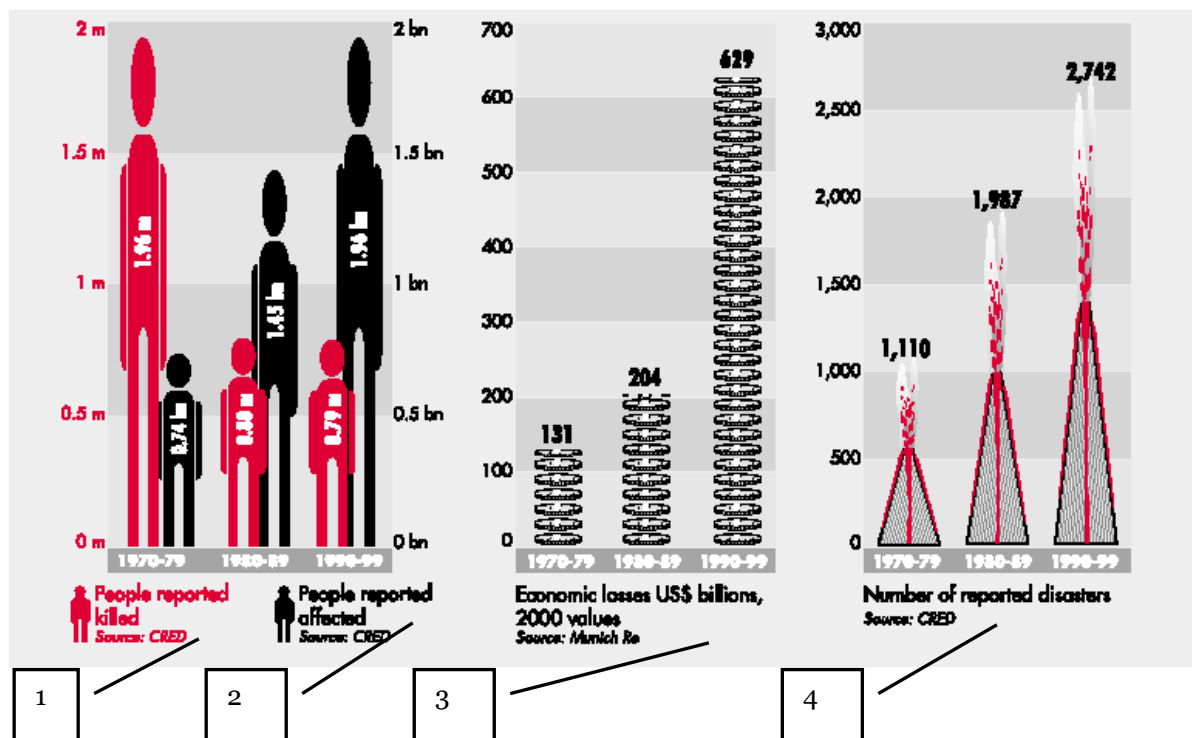


Рис. 2. Тридцать лет стихийных бедствий
(Всемирный доклад по стихийным бедствиям, 2002 г.
Международное общество Красного Креста).

Цифрами на рисунке обозначены:

1. Погибшие (по официальным сообщениям)
2. Находившиеся под воздействием (по официальным сообщениям)
3. Экономические убытки, в долларах США, 2000 год
4. Количество бедствий (по официальным сообщениям)

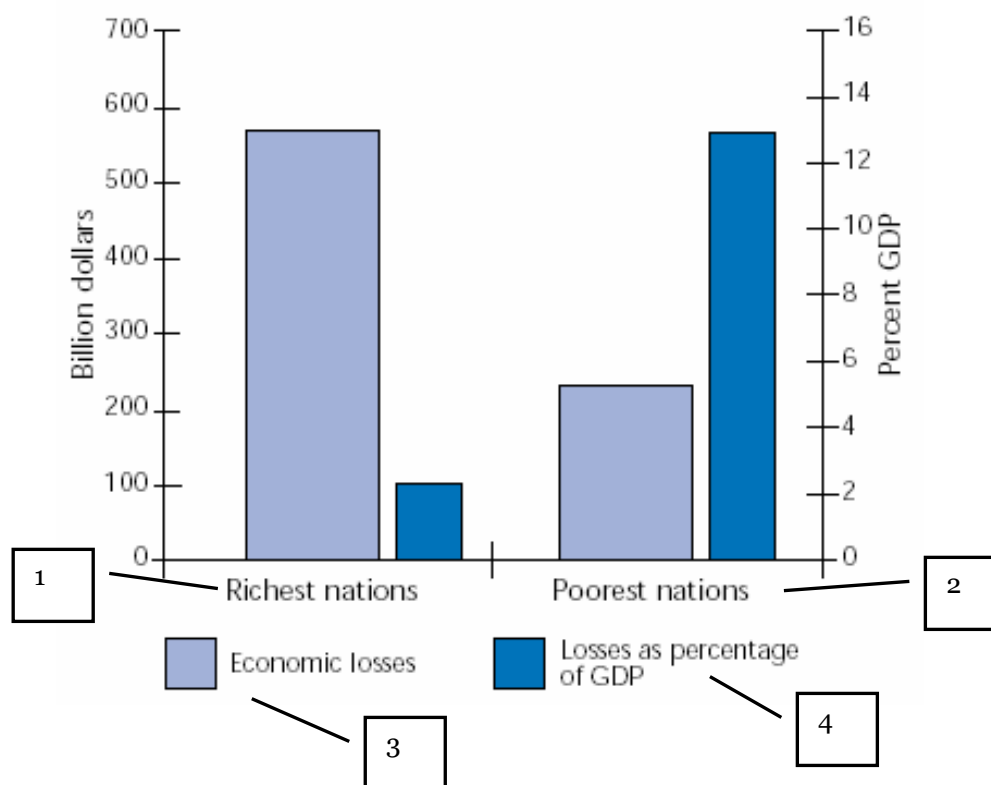


Рис. 3. Убытки, вызванные бедствиями, общие и выраженные как часть ВВП в богатых и беднейших странах (1985-1999 гг.)

Цифрами на рисунке обозначены:

1. Богатые страны
2. Беднейшие страны
3. Экономические убытки
4. Убытки в процентном отношении в ВВП

Правительства, государственные организации, образовательные учреждения, общественные лидеры и обширный ряд профессиональных и коммерческих организаций начинают осознавать насущную государственную значимость уменьшения влияния стихийных бедствий на здоровье, общество, экономику и окружающую среду. Если людей будут должным образом информировать на всех стадиях цикла управления бедствиями, они будут менее уязвимы и способны более эффективно участвовать в любых мерах по снижению риска подобных явлений. Своевременное предупреждение, быстро достигающее находящихся в опасности людей и эффективно действующее, является крайне важным элементом стратегий и планов действий по снижению опасности бедствий на всех уровнях. Национальные гидрологические и метеорологические службы по всему миру играют решающую роль в предоставлении жизненно важной информации об уязвимости общества от связанных с водой бедствий и обеспечивают ранее оповещение надвигающихся природных явлений.

Недавно произошел долгожданный сдвиг от мониторинга и оповещения о бедствиях к учету снижения риска бедствий и раннего оповещения в социально-экономических аспектах уязвимости. Другим позитивным моментом является то, что управление рисками интегрируется все чаще в общие долгосрочные планы устойчивого развития. Повестка дня 21 века и Гаагская министерская декларация (март 2000 г.) подчеркнули необходимость управления рисками, к примеру, для обеспечения безопасности от наводнений. Всемирный саммит по устойчивому развитию (2002 г.) также отметил об изменении в управлении паводками посредством «усовершенствованного использования климатической и метеорологической информации и прогнозов, системы раннего оповещения, управления земельными и природными ресурсами, сельскохозяйственной практики и охраны экосистем».

Множество долгожданных инициатив по проблемам бедствий также повысило общественное понимание снижения опасности бедствий. Среди многих высококачественных предложений следует отметить «Доклад о стихийных бедствиях в мире», «Глобальная экологическая перспектива» ЮНЕП и «Доклад о бедствиях и развитии» ПРООН. «Международная стратегия снижения бедствий для живущих в риске» - глобальный обзор инициатив по снижению риска бедствий является другим достойным примером. Специализированные информационные центры, такие как Южноафриканский научный центр информационного обслуживания (SARDC), Региональный информационный центр по стихийным бедствиям (CRID) в Латинской Америке, Азиатский центр по снижению рисков бедствий (ADRC) в Кобэ (Япония) и Азиатский центр по снижению опасности бедствий в Бангкоке (Таиланд) являются региональными ресурсными центрами, призванными уменьшить опасность бедствий для общин и устойчивого развития.

Связанные с водой бедствия являются следствием взаимодействия чрезвычайных гидрометеорологических условий и уязвимой экономической деятельности человека в зоне их действия. Иногда такие гидрометеорологические явления сочетаются с геологическими условиями или явлениями, что провоцирует смешанное стихийное бедствие. Такими бедствиями являются тропические циклоны (ураганы, тайфуны и т.д.) и штормовые нагоны, паводки, оползни и сели, лавины и вызванные недостатком воды засухи. Поскольку вода является основой существования всех форм жизни на земле, любой вид ее загрязнения, вызванный прямыми или косвенными сбросами токсичных веществ в водотоки как результат технологических и других бедствий, представляет собой смертельный риск для здоровья и благосостояния населения.

Большинство связанных с водой природных катаклизмов наблюдается в районах, представляющих также интерес для деятельности человека, поэтому существует большая вероятность превращения их в бедствия, если деятельность по развитию будет выполняться без учета этих катаклизмов и принятия превентивных и защитных мер. Создание «культуры безопасности» требует вовлечения местных общин таким образом, чтобы информация и опыт распространялись через современные средства передачи данных, образования и профессиональные тренинги. В результате этого общины смогут быть информированными и подготовленными.

Тропические циклоны

Ураганы, тайфуны или сильные вертикальные штормы – неважно как вы их назовете, - тропические циклоны наиболее разрушительные из всех стихийных бедствий. Каждый год циклоны, углубляясь с моря внутрь континентов, опустошают все вокруг, сильный ветер и проливной дождь оставляют страшные следы разрушений. Одним из сильнейших за последнее время стал ураган «Митч». Ударив в Никарагуа, Гондурасе и Гватемале в октябре 1998 года, «Митч» унес 11000 жизней, разрушил здания, уничтожил посевы и повсеместно вызвал наводнения.

Тропические циклоны - это область низкого атмосферного давления, которая, формируясь над теплыми тропическими или субтропическими водами, со временем собирается в огромную, вплоть до сотен километров в диаметре, циркулирующую массу ветра и грозových облаков. Ветер у поверхности может достичь скорости 200 км в час, хотя «глаз» в центре, обычно лишь несколько дюжин километров в диаметре, относительно спокоен.

Около 800 тропических циклонов формируется каждый год в определенных регионах тропиков. Они известны по различным родовым названиям в зависимости от того, где они сформировались: тайфуны - на западе Тихого океана и Южно-Китайском море; ураганы - в Северной Атлантике, Карибском море или Мексиканском заливе, в северо-восточной и центральной части Тихого океана; тропические циклоны - в Индийском океане и на юго-западе тихоокеанского региона.

Тропическим циклонам также дают короткие индивидуальные имена или признаки, идеально подходящие для использования при передаче в чрезвычайных обстоятельствах и прогнозах погоды. В большинстве случаев им даются имена: например, «Фабиян» был сильнейшим ураганом в 2003 году в Атлантическом океане. В Бенгальском заливе и Аравийском море штормы определяются в соответствии с географическим индикатором и временем образования. Например, третий тропический циклон в 2004 году в Бенгальском заливе был назван «БОБ 0403 (BOB 0403)».

Быть информированным

Не все тропические циклоны двигаются к земле с моря, но когда это происходит, они могут стать причиной различных бедствий степени, оказывая воздействие на сотни километров. Проливной дождь может продолжаться несколько дней и зачастую стать причиной наводнений или ливневых паводков, когда циклон проходит над материковой частью. Штормовые приливы – сформированные циклоном нагоны океанской воды – могут породить самые высокие приливы; когда они подходят к прибрежным эстуариям, то также могут вызвать крупномасштабное наводнение.

Как это было в случае с ураганом «Митч», некоторые сильные тропические циклоны приносят огромные бедствия людям на больших территориях с большим количеством погибших и пострадавших, уничтожением собственности, разрушением нормальной деятельности и серьезным социально-экономическим спадом. Прибрежная зона является наиболее уязвимой, тогда как самые большие жертвы происходят в общинах стран, где защитные меры слабые.

Несмотря на прогресс науки, мы не можем остановить тропические циклоны на их пути. Но улучшилось научное понимание этих процессов наряду с нашей способностью предупреждать об угрозе их возникновения. Повсеместно установлены системы оповещения о циклонах, позволяющие подготовиться к разрушительному действию опасного природного явления.

Эффективная система раннего оповещения обеспечивает точной информацией надежно и быстро. Для этого ей необходимы:

- заблаговременные, точные и подробные прогнозы опасных ситуаций;
- быстрая, надежная система распространения прогнозов, консультаций и сигналов всем заинтересованным сторонам;
- незамедлительная, действенная ответная реакция со стороны правительства и общественности.

В настоящее время спутники, метеорадиолокаторы и компьютеры позволяют наблюдать за тропическими циклонами и сообщать о них на ранних стадиях их формирования.

Получение сообщения требует обширной системы распространения. Всемирная метеорологическая организация официально определила шесть центров – в Гонолулу, Ла Реюньон, Майями, Нади (Фиджи), Нью Дели и Токио – в качестве Региональных специализированных метеорологических центров для анализа, отслеживания и прогнозирования тропических циклонов. На глобальном и региональном уровнях деятельность координируется через орган Всемирной метеорологической организации по наблюдению за погодой – World Weather Watch- и Программой по тропическим циклонам. Эта программа в свою очередь консультирует Национальные метеорологические и гидрологические службы, ответственные за оповещение о тропических циклонах и связанных с ними природных катаклизмах на своей территории и прибрежных водах. В целом, система является замечательным примером глобального сотрудничества.

Быть подготовленным

Помимо мониторинга и раннего оповещения многое может быть сделано для избежания или уменьшения ущерба от циклонов на подверженных им территориях. Предупредительные меры включают определение таких явлений, как штормовые нагоны, оценка угроз жизни и имуществу, оказание помощи для снижения количества потенциальных пострадавших. Необходимо осмысленное планирование землепользования и такие меры, которые, например, обеспечат безопасность новых жилищ от ураганов.

Меры по ослаблению воздействия тропических циклонов могут быть различными: от кампаний по повышению информированности общин до строительства противопаводковых дамб. Все эти мероприятия очень важны, потому что они не только снижают убытки от бедствий, но и спасают жизни людей.

Помимо надлежащей системы раннего оповещения план подготовленности должен предусматривать охрану строений, подготовку убежищ, безопасных и надежных средств связи, эвакуационных мероприятий и транспорта, мер безопасности и координацию между различными ведомствами. Своевременное предупреждение населения об опасности и сбалансированные действия вносят

реальный вклад в глобальную систему мер по ослаблению воздействий циклонов.

Подготовленность к действиям после шторма также существенна. Она может содержать в себе обеспечение медицинской помощью, быстрое размещение погибших, превентивные меры против эпидемий, например, холеры, обеспечение продуктами питания и питьевой водой, восстановление водных резервуаров, раздача строительных материалов для ремонта и поставку корма для скота. Такой комплексный подход к предупреждению стихийных бедствий может спасти жизни людей и общины от опустошения тропическими циклонами.

Паводки

Более 1,5 миллиардов людей ощутили на себе негативное воздействие паводков в последнее десятилетие прошлого тысячелетия. Летом 2002 года огромная территория Европы от Великобритании до Болгарии и Румынии пострадала от серьезных наводнений. Вероятность наводнений повышается. Частично виновником этого являются процессы изменения климата, вызвавшие сильнейшие осадки в некоторых частях северного полушария.

Однако причиной большого количества пострадавших от наводнений является не только изменение климата. Все больше людей подвергают себя опасности, селясь на поймах, а эти регионы требуют тщательного и комплексного управления для защиты как поселений человека, так и окружающей среды.

Быть информированным

Паводки возникают, когда дождевая или талая вода аккумулируется быстрее, чем земля может ее впитать, а реки унести. Паводки бывают различных форм, от небольших ливневых паводков до пластов воды, покрывающих огромные территории земли. Они могут быть вызваны сильными грозами, торнадо, тропическими циклонами, явлением Эль Ниньо (когда теплые воды в части Тихого океана пробуждают экстремальные погодные явления по всему миру), муссонами, ледяными заторами и таянием снегов. Могут вызвать наводнение спровоцированные тропическими циклонами или цунами штормовые нагоны в прибрежных зонах, или реки, разливающиеся от чрезмерного подъема воды. К катастрофическому наводнению может привести также разрушение плотины. Из-за множества причин, вызывающих паводки, необходим междисциплинарный подход к их пониманию.

Паводки представляют угрозу жизни человека и его имуществу, но кроме этого, они также наполняют водно-болотные угодья, рыбоохранные и оросительные системы. Поймы имеют необъятный потенциал для развития: их близость к реке гарантирует плодородие почв, изобилие водных запасов и транспорта. Например, на таких территориях, как долина Нила, ежегодные паводки приветствуются, поскольку они обогащают поля. Но различные сооружения и сельское хозяйство на пойменных землях неизбежно находятся под угрозой паводков. Чрезмерное увеличение поселений человека в этих районах вызывает повышенный интерес специалистов различных дисциплин, лиц, разрабатывающих политику, и общественности. Организации, оказывающие помощь, осуществляющие мониторинг и предпринимающие различные мероприятия по смягче-

нию негативных последствий паводков, также наблюдают за этим развитием с обеспокоенностью.

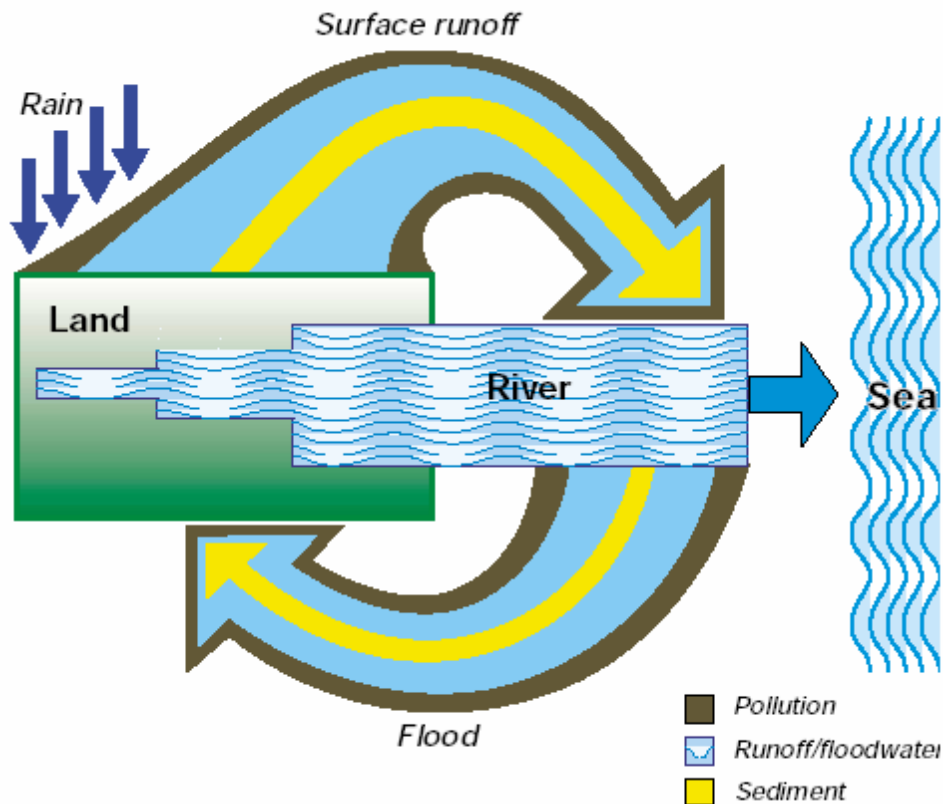


Рис. 4. Взаимодействие между землей и водой

Быть подготовленными

Прогнозирование паводков может быть сложным в зависимости от вида и природы явления его вызвавшего. Например, широко распространенные ливневые паводки часто начинаются из-за сильных дождей на одной территории в пределах более крупного района, где идут несильные дожди - запутанной ситуации, которая усложняет прогнозирование мест, где может возникнуть самое сильное наводнение.

Прогнозирование паводков, вызванных проливным дождем или штормовым нагоном воды, который может распространяться как часть тропического циклона, также является сложной задачей, поскольку прогноз должен включать определение мест достижения ими земли, стадию их развития и физические характеристики побережья.

Для максимальной точности прогнозов Национальные гидрологические и метеорологические службы под покровительством ВМО осуществляют прогнозирование паводков, основываясь на прогнозе количества выпадения осадков (QPFs), которое стало более точным в последние годы, особенно в отношении выпадения небольшого и умеренного количества осадков, хотя все еще сложно

прогнозировать интенсивные осадки и редкие природные явления. Таким образом, создание системы прогнозирования, сочетающей в себе прогноз погоды со связанными с водой явлениями, заложит основу для действительно комплексного подхода.

Таблица 1. Стратегии и возможные варианты для управления паводками

<i>Стратегия</i>	<i>Возможные варианты</i>
Снижение воздействия паводков	Плотины и водохранилища Дамбы, насыпи и обвалование Отклонение паводкового стока Управление водосбором Улучшение русла
Снижение подверженности к повреждениям	Регулирование поймы Разработка и пересмотр политик Проектирование и размещение оборудования Градостроительные кодексы Защита от паводков Прогнозирование и предупреждение о паводках Информация и образование Готовность к стихийным бедствиям
Смягчение воздействия паводков	Восстановительные мероприятия после паводков Страхование от паводков
Охрана природных ресурсов	Районирование и регулирование пойм

Прогнозирование должно быть совместным и междисциплинарным. Множество проблем и сложность факторов, связанных с паводками, означает, что специалистам по управлению паводками следует объединить силы с метеорологами, гидрологами, градостроителями и управлениями гражданской обороны, используя имеющиеся комплексные модели. Определение социально-экономического воздействия паводков подразумевает внимательное наблюдение за строительством или другой деятельностью на русле или вокруг него. Необходимы новейшие и точные данные через все доступные каналы: наземное наблюдение, дистанционный сбор данных, спутниковые технологии, а также

компьютерные модели. Следовательно, наращивание потенциала должно стать приоритетным в развивающемся мире для того, чтобы воспользоваться преимуществом этих передовых технологий.

Во многих странах оценка риска паводков и управление ими было очень развито на протяжении десятилетий. Но эти дисциплины претерпевают большие изменения. В последнее время начался переход к интегрированному управлению водными ресурсами, который рассматривает паводки и как риски, и как ресурсы. Национальные гидрологические и метеорологические службы регулярно собирают данные, необходимые для разработки стратегий по управлению паводками, через различные системы наблюдения, наподобие Глобального наблюдения за погодой (World Weather Watch) и Всемирной системы наблюдения за гидрологическим циклом (World Hydrological Cycle Observation System, WHYCOS). Идеальный вариант призван сбалансировать охрану ресурсов и их устойчивое развитие с социально-экономическими устремлениями. Хорошая стратегия по управлению паводками должна устойчиво способствовать общему экономическому развитию всего речного бассейна, должным образом учитывая земельные и водные ресурсы. Это может побудить людей уезжать с подверженных паводкам территорий, особенно там, где нет ресурсов для развития инфраструктуры с целью защиты жизни и имущества.

Как правило, самая лучшая стратегия управления уменьшает негативные воздействия и наращивает потенциал для борьбы с ними. Способы достижения этой цели могут содержать в себе строительство плотин и дамб, а также районирование паводков. Следует помнить, что последствия наводнений при одинаковых погодных условиях могут сильно отличаться в зависимости от различного уровня развития, так как может быть изменена пропускная способность рек и увеличено число строений. Таким образом, суровость и частота паводков может значительно возрасти в определенных районах, и это требует рассмотрения в стратегиях управления. Эти стратегии должны являться источником информации для общих схем смягчения воздействий от природных бедствий и планов по управлению рисками.

Другим элементом, включение которого в стратегии по управлению паводками необходимо, является изменение климата. Перспективная оценка, осуществленная Межправительственной группой специалистов по изменению климата, иллюстрирует взаимосвязь изменения климата с высоким уровнем выпадения осадков и поднятием уровня моря. Оба эти элемента могут привести к наводнениям.

Как и при прогнозировании, совокупность элементов управления паводками предусматривает комплексный подход. Для осуществления этой работы необходима отдача из многих источников – в данном случае местных общин и специалистов различных дисциплин. Важно знать не только о научных достижениях, но и о местном опыте, испытанных, проверенных методах и любых перспективных нововведениях. Необходимы договоренности по региональному сотрудничеству в случаях, когда реки пересекают национальные границы.

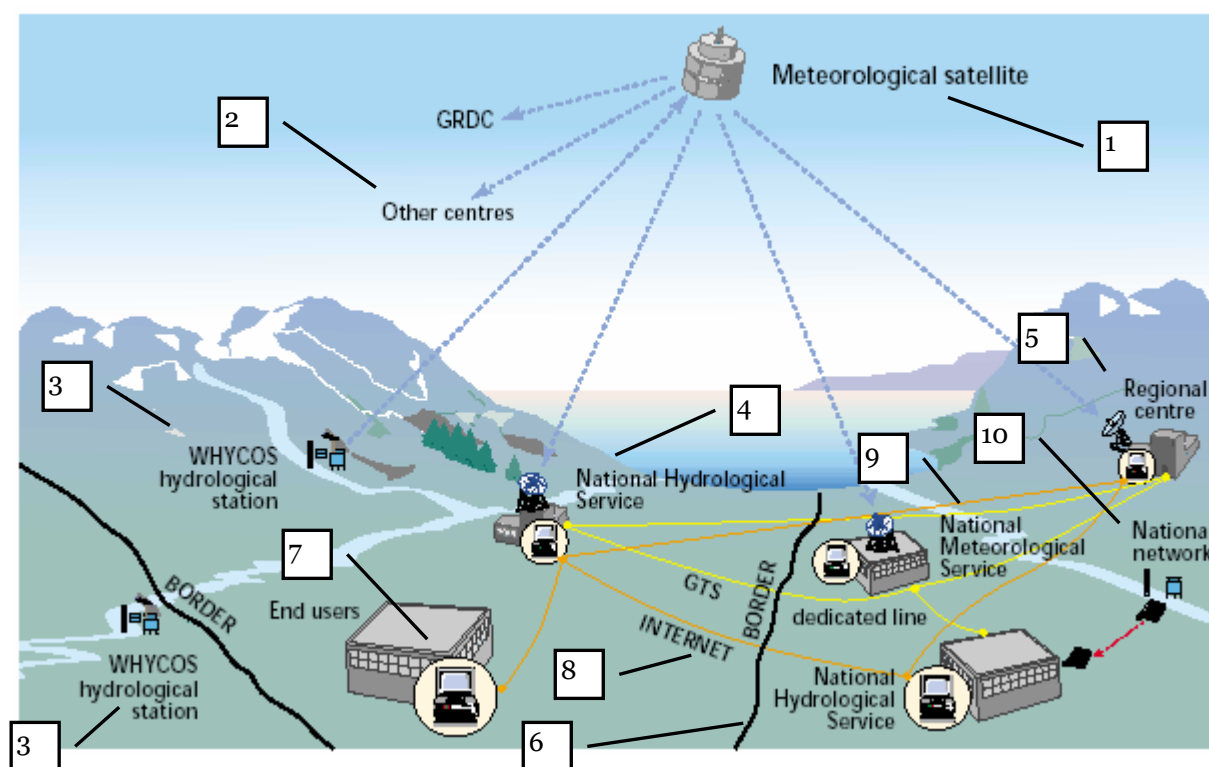


Рис. 5. Всемирная система наблюдения за гидрологическим циклом (WHYCOS):
Общая схема сбора данных и сеть их распространения

Цифрами на рисунке обозначены:

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1. Метеорологический спутник | 6. Граница |
| 2. Другие центры | 7. Конечные пользователи |
| 3. Гидростанция | 8. Интернет |
| 4. Национальная гидрологическая служба | 9. Национальная метеослужба |
| 5. Региональный центр | 10. Национальная сеть |

Наконец, когда паводки достигают размера бедствий, начинает действовать подготовленность: планы эвакуации, помощь в чрезвычайных обстоятельствах, восстановление – все должно быть готово. Одним словом, планы по предупреждению и смягчению негативного воздействия паводков должны рассматривать максимальное количество вопросов.

Оползни и сели

В конце 1999 года произошло самое сильное в истории Венесуэлы стихийное бедствие. Продолжавшиеся две недели дожди вызвали перенасыщение почвы водой, что пробудило тысячи оползней и селей с горы Авила в штате Варгас, которые, смывая на своем пути города, привели к гибели около 15 000 человек и принесли ущерб почти в 2 млрд долларов США.

Это чрезвычайный случай, но бесспорно, что оползни и сели - опаснейшие явления, приносящие миллиардные убытки и уносящие тысячи человеческих жизней каждый год по всему миру. Оползни происходят, когда проливные дожди или быстрое снеготаяние приводит к стремительному обрушению с горных скал, особенно лишенных растительности или выжженных пожарами, большого количества земли, горных пород, песка и грязи. Они усиливают негативное действие наводнений, порожденных также чрезвычайными погодными явлениями. Пробудить их могут землетрясения и вулканы, но самой распространенной причиной их возникновения является вода. Сели и селевые потоки - чрезвычайно увлажненные, быстроперемещающиеся оползни, которые формируются, когда массы неплотных, мокрых пород или вулканических осадков становятся зыбкими из-за пресыщения водой в результате обильных дождевых осадков, таяния снега или льдов или переполнения озера кратера. В результате – поток грязи или «жидкой глины». Сели обычно начинаются на крутых склонах гор в виде небольшого оползня и могут достичь скорости свыше 50 километров в час. На своем пути они могут захватывать большое количество осадочных пород, галек, деревьев и даже машин – масса, которая может нанести огромный вред. Сели из различных источников могут объединяться, что увеличивает их разрушительную силу. Когда потоки достигают относительно горизонтальной местности, грязь и остаточные породы откладываются на широкой территории, иногда аккумулируя в плотные отложения, что может вызвать опустошение в населенных районах.

Быть информированным

Оползни и сели могут захоронить, заглотать и унести с собой людей, предметы и строения. Из-за относительно высокой плотности и вязкости, селевые потоки могут перемещаться и даже переносить такие крупные предметы, как мосты и вагоны поездов. Это чудовищное явление, поэтому подверженные оползням территории должны иметь высокоэффективные стратегии по управлению бедствием. Карты источников опасности – один из первых шагов в направлении формулирования таких стратегий. Как правило, это топографические карты, иллюстрирующие потенциальный уровень опасности от оползней, внезапных наводнений, селевых потоков и селей на территории, основываясь на данных, иллюстрирующих частоту и интенсивность этих явлений. Проектные органы могут использовать карты опасности для разработки новой политики землепользования и планов действия в чрезвычайных обстоятельствах во вновь развивающихся районах. В уже освоенных районах следует использовать систему районирования с цветным кодированием для ориентирования строительных работ. В данной ситуации иллюстрации на картах могут помочь избежать строительства на опасных участках, на крутых склонах, реках, временно пересохших ложах рек и устьях горных потоков.

Люди, живущие в уязвимых районах, могут содействовать обеспечению безопасности через понимание опасности на территории, предпринимая меры по снижению рисков и практикуя при помощи планов подготовленности. Информация о прошедших на территории оползнях и селях может быть получена у старейших жителей, официальных лиц, служб геологоразведки и управления по природным ресурсам. Оползни зачастую повторяются на тех же территориях, например, на крутых горных склонах, осушенных каналах и разрабатываемых горных склонах, где применяются системы выщелачивания.

Перед покупкой дома или здания в районах высокого риска, важно узнать про характерные признаки движения земных пластов, такие, например, как наклон деревьев, фильтрация воды и трещины на поверхности земли. Необходимо осмотреть в качестве примера сток ливневых вод на близлежащих склонах, особенно в местах сбора воды.

Быть подготовленным

Оползни и сели, как правило, случаются неожиданно, а сила камней, почвы и других селевых потоков, срывающихся вниз по склону, может разрушить все на своем пути. Мероприятия по предупреждению, смягчению и подготовке должны вовлекать все слои общества от общенационального уровня до отдельного гражданина.

Стратегии по снижению опасности оползней, селей и селевых потоков могут содержать в себе гидравлические сооружения по контролю потоков, плотины по борьбе с наносами, лесонасаждения, так как деревья служат закрепителем почвы и барьером против потоков. Другими мерами являются мониторинг метеорологической, гидрологической, гидравлической изменчивости на склонах, осуществляемый картографированием опасных явлений и рисков, реализацией систем предупреждения и разработкой планов непредвиденных обстоятельств.

Необходимо разрабатывать планы эвакуации для общин, живущих в зоне риска. Должны быть намечены маршруты эвакуации, предусмотрены спасательные центры и распределены обязанности. Люди должны быть всегда активно вовлечены в процесс планирования.

Полезно вовлекать соседние общины, лежащие внизу опасных зон, в планы подготовленности к бедствиям. В общинах, деревнях и округах, подверженных оползням, в газетах должны отводиться отдельные полосы для размещения информации о чрезвычайных обстоятельствах, к примеру, номера телефонов местных служб скорой помощи и больниц. Газеты также должны информировать о действиях властей города и округа по снижению вероятности оползней в данном районе и состоянии районирования землепользования на местах.

Домовладельцы могут высаживать деревья на склонах и строить подпорные стены в районах, подверженных селям. Можно строить каналы или отклоняющие сооружения для перенаправления потока от зданий. Весьма полезным может оказаться консультирование у компетентных компаний, специализирующихся на геотехническом, гражданском строительстве и проектировании зданий и сооружений.

Путешествуя по районам, подверженным оползням и селевым потокам, необходимо помнить, что период сильных дождей особо опасен в этих местах. Необходимо проводить обвалование вдоль дорог для готовности к внезапным увеличениям или снижениям водного потока в реках и каналах. Следует внимательно следить за необычными звуками, которые могут указывать на движение селевых потоков, например, треск деревьев или столкновение больших камней. Небольшой поток грязи или осколков может перерасти в огромный оползень.

Когда начинается оползень, следует избегать вершин и подножий крутых склонов, насыпи и горные выступы. Важно не находиться у берегов, вблизи деревьев и линий электропередач. Внутри зданий необходимо укрываться в наиболее безопасные места сооружений, под надежное прикрытие наподобие стола, ска-

мы или кровати. Второй этаж безопаснее. Следует слушать сводку новостей по радио или телевидению, так как в случае продолжающихся проливных дождей, даже после окончания селя, за ним может последовать наводнение. Если люди были эвакуированы, следует знать, когда они могут вернуться в свои дома без риска повторного оползня. Необходимо проверять фундамент зданий и прилегающие земли, в случае повреждения проводятся восстановительные работы, поскольку эрозия, вызванная утратой напочвенного покрова, может привести к внезапным наводнениям.

Многое можно сделать для преграждения пути оползням и селям, но наряду со стратегиями по предупреждению, смягчению последствий и подготовленности к стихийным бедствиям необходим также всесторонний и скоординированный подход.

Лавины⁷

При огромных размерах и колоссальной скорости лавины - одно из самых ужасающих явлений природы. Они также могут быть отнесены к одним из самых беспощадных. В Европе зимой 1998-1999 гг. – одной из самых обильных на снегопад за последние 50 лет – серия массивных лавин обрушилась на деревни и курортные зоны повсюду в горной местности. Погибло более 200 человек, и был нанесен серьезный ущерб народному хозяйству. Но, несмотря на чрезвычайную распространенность, исчисляющуюся сотнями тысяч в год, лавины, как правило, являются причиной гибели менее 500 человек в год по всему миру. Такой низкий показатель смертности в сравнении с другими природными катаклизмами объясняется тем, что они происходят в отдаленных районах с небольшой численностью населения или в безлюдных местах.

Лавины – огромная масса снега и льда, стремительно движущаяся вниз по склонам гор или холмов со скоростью до сотни километров в час. Они представляют собой величайшую опасность для людей, живущих, путешествующих или отдыхающих в горной местности зимой или весной, в период обильного снегопада. Необычайно большое количество или исключительно сильные лавины могут вызвать серьезные социально-экономические последствия. В горных районах развивающегося мира развитие мероприятий по проведению досуга, строительство дорог, жилищное строительство и услуги для общин могут повысить уязвимость региона к лавинам.

Быть информированным

Лавины могут быть классифицированы в соответствии с условиями их вызывающими на два типа: рекреационные или природные. Рекреационные лавины – наиболее распространенные – могут быть спровоцированы лыжниками, путешественниками или другими любителями зимних видов спорта, которые сами оказываются погребенными под снегом. Эти случаи зачастую приводят к смертельному результату: около 50 процентов жертв, оставшихся под снегом, умирает, если их не спасти в течение получаса. В среднем 220 случаев смерти во

⁷ Представлен д-ром Кейтом Гордон Кеннеди, Швейцарский центр гидрогеологии Университета Невшатель и другими коллегами из Швейцарского агентства по окружающей среде, лесам и ландшафтам

время проведения досуга в год происходит в индустриальных странах с горными районами.

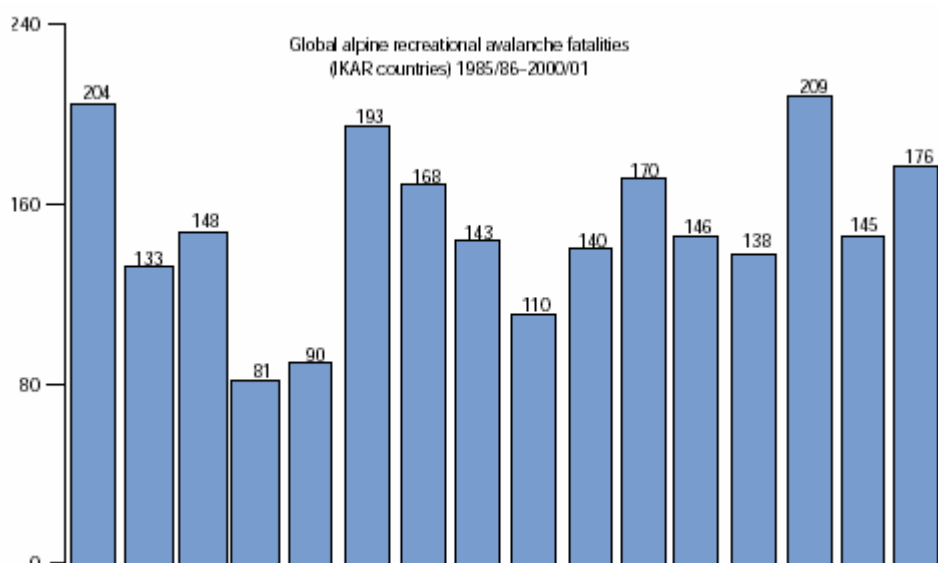


Рис. 6. Статистика смертельных исходов из-за лавин, 1985-2001 гг.

(1992-2001 Статистика Международной комиссии по спасательным работам на Альпах (IKAR) для стран Европы и Северной Америки)

Природные лавины – результат экстремальных погодных явлений. К примеру, в случае исключительно сильного снегопада, тяжелые пласты рыхлого снега лежат на склонах, создавая идеальные условия для возникновения лавины. На самом деле, в таких условиях не редко происходят рекреационные инциденты, однако в любом случае значительным фактором их возникновения остаются метеорологические предпосылки.

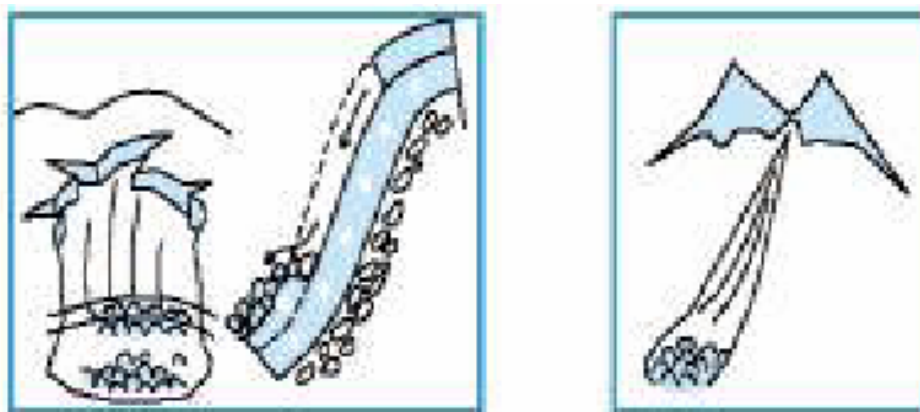


Рис. 7. Два основных типа лавин

(Швейцарский федеральный институт по исследованиям снега и лавин)

Лавины также классифицируются в зависимости от снега, содержащегося в них. Большинство экспертов сходятся на двух основных типах: рыхлый снег и вязкая масса (см. рис. справа и слева соответственно). Лавины из рыхлого снега действуют как крупнозернистый песок или пороша: если встревожен небольшой участок, остальная часть стремительно обрушивается вслед со скоростью до 400 км/час. Большинство лавин начинается во время или после обильных снегопадов, когда снег нетвердый и относительно рыхлый. Особенно опасен весенний период из-за оттепели. Когда снег готов прийти в движение, существует несколько первостепенных причин для провоцирования лавины: крутой склон от 25 до 50 градусов; обильный снегопад; нестабильность пластов; или какое-либо воздействие, например, передвижение по снегу.

Быть подготовленным

В регионах, подверженных действию лавин, превентивные меры должны включать определение опасности, будь то рекреационного или природного характера, оценку угроз жизни и ресурсам. Для снижения опасности негативного воздействия лавин необходимо уклоняться от нее, например, не строить жилье или различные службы по оказанию услуг на возможном пути лавин. Первым шагом в этом направлении являются программы по наращиванию потенциала и информированию общественности, в процессе которых можно поделиться определенными навыками и научно-техническими знаниями. Важным инструментом для смягчения воздействия лавин являются стратегии по развитию сообществ и региональному планированию, наряду с реалистичными, рентабельными методами для их внедрения в зонах, подверженных действию лавин.

В таких регионах также необходимо обезопасить доступ к местам развития зимних видов спорта и отдыха. В данном случае положительную роль могут сыграть соответствующие образовательные программы, информирующие посетителей об опасности лавин. Большинство регионов развития горных видов спорта уже предлагают такие программы. Технологии раннего оповещения становятся более совершенными при использовании данных метеорологических станций и сетевого прогнозирования - методов, которые сопоставляют региональную картину ливней с прогнозами по риску лавин в потенциально опасных районах. В наиболее развитых странах радиостанции и интернет-сайты регулярно сообщают об опасности лавин и призывают людей следить за новостями на местных веб-сайтах. На специализированных сайтах по лавинам размещаются соответствующие международным стандартам сообщения, предупреждающие о степени их опасности.

Подготовленность к катастрофам, например, готовность к крупномасштабной эвакуации, являются очень проблематичной. К примеру, многие страны с большой неохотой принимают решения о переселении общин – драматичное, но в некоторых случаях логичное решение. Более сложным вызовом может стать процесс освоения земель в глобальном масштабе, который приведет к большим потребностям в ресурсах в отдаленных регионах. Существенные социально-экономические выгоды приносит повышение осведомленности о лавинах в развивающиеся страны, где идет процесс интенсивного развития деревень, городов и транспортных сообщений в горных районах.

РЕГИСТРАЦИЯ ОПАСНОСТИ ЛАВИН И СОПУТСТВУЮЩАЯ ИНФОРМАЦИИ		
Степень (цвет)	Снежный покров	Вероятность лавин
Низкая (зеленый)	В целом хорошо закреплен и устойчив	Обрушение возможно лишь в случае интенсивной дополнительной нагрузки на горные вершины. Вероятны лишь небольшие природные лавины (слафс)
Умеренная (желтый)	Умеренно хорошо закреплен на некоторых крутых склонах, скорее хорошо закреплен	Обрушение вероятно в случае интенсивной дополнительной нагрузки, в частности на крутые склоны, указанные в бюллетени. Нет вероятности природных лавин.
Существенная (охра)	Умеренно слабо закреплен на многих крутых склонах	Обрушение возможно, иногда даже с небольшой дополнительной нагрузкой. В бюллетене могут быть указаны многие склоны, которые находятся непосредственно под воздействием. При определенных условиях могут возникнуть средние, а иногда и крупные природные лавины
Высокая (оранжевый)	Слабо закреплен на большей части территории	Обрушение возможно, даже с небольшой дополнительной нагрузкой на многие крутые склоны. При определенных условиях вероятны крупные природные лавины, даже частые средние или крупные природные лавины.
Чрезвычайная (красный)	В целом слабо закреплен и в значительной степени неустойчив	Вероятны многочисленные крупные природные лавины, даже на умеренно крутых склонах.

Хотя некоторые национальные организации накопили определенный опыт в горных районах, в том числе Альпах, Андах, Гималаях, Скалистых горах и Урале, все еще нет международного координирующего органа для отслеживания и прогнозирования лавин. В некоторых подверженных лавинам странах существуют сильные ассоциации, работающие в тесном контакте друг с другом, с целью охраны общественной безопасности и снижения экономических потерь. Сети таких специалистов помогают определять общие тенденции и делиться результатами исследований, что позволяет повышать информированность стран о лавинах и снижать степень риска.

Интернет сайты во многих регионах размещают сводку о снегопадах и лавинах в местности. Многие из них также предлагают информацию о подобных сайтах в других регионах и государствах. В США, Канаде и Европе есть тесно взаимодействующие высокогорные центры, работающие с соседними регионами для быстрого доведения информации о чрезвычайных условиях до общественности.

Засуха

Засуха выделяется среди других связанных с водой стихийных бедствий. Ее вызывает чрезмерный недостаток воды. Она продолжается относительно долго, а не короткий период времени как, например, лавина или ливневый паводок. Она может произойти где угодно. Хотя у нас засуха часто ассоциируется с аридными регионами Африки, в частности Сахелем, в последние годы засухи поражали также Индию и часть Китая, Ближний Восток, Австралию, часть Северной Америки, Мексики и Европы.

Как ни странно, засуха – это обычная, периодически повторяющаяся особенность климата, результат естественного уменьшения выпадения осадков на протяжении времени. Недостаточное и нечастое выпадение дождей может нарушить нормальный баланс между выпадением осадков и процессом эвапотранспирации, что может привести к засухе. Она может быть чрезвычайно разрушительной, особенно когда ей сопутствует высокая температура, сильные ветры и низкая относительная влажность. Могут погибнуть посевы и домашний скот, люди страдают от жажды и недоедания, стремительно возрастают социальные, экономические и экологические затраты. В настоящее время предполагается, что изменение климата повлечет за собой повышение интенсивности и частоты засух в Африке и Азии, поэтому это очень актуальная проблема.

Засуха характерна для аридных, полуаридных и невлажных районов мира с плохой экологией и слабой экономикой, которые являются наиболее уязвимыми. Так как эти территории охватывают около 40 процентов земной поверхности, там проживает много людей и обитает множество уникальных видов растений и животных, она представляет собой огромный вызов для будущего.

Быть информированным

Для эффективной борьбы с засухой, важно определить, когда она началась, насколько она сурова и когда предположительно закончится. Облегчит задачу рассмотрение того, как засуха влияет на различные системы, будь то метеорологические, гидрологические, сельскохозяйственные или социально-экономические.

С точки зрения метеорологии, засуха, главным образом, определяется степенью засушливости сопоставленной со средним значением, как правило, за последние 30 лет, и продолжительностью засушливого периода. Гидрологи, определяя засуху, рассматривают, как недостаточное количество осадков отразилось на уровне воды в водохранилищах, озерах и подземных вод. Гидрологическая засуха обычно не совпадает с метеорологической и сельскохозяйственной, потому что требуется больше времени для обнаружения дефицита в озерах и реках. Сельскохозяйственная засуха определяется при помощи комбинированного подхода: сначала изучается уровень влаги в растениях, затем отдельно рассматриваются такие элементы, как редкие дожди или низкий уровень подземных

вод. Наконец, существует социально-экономическая засуха, при которой спрос на экономические товары превышает предложение из-за связанного с погодными условиями дефицита воды.

Однако при любой системе определить ее на первых порах может быть сложно. Засуху иногда называют «расползающимся явлением», потому что она может распространяться на большие пространства и быть невидимой, перемещаясь медленно, но упорно по всему региону и растягиваться на длительные периоды времени. Поскольку она скорее не внезапная, а просто трудно выявляемая, реагирование на засуху, как правило, позднее и не скоординированное – скорее управление кризисом, чем управление риском.

Воздействие засухи, будь то экономическое, экологическое или социальное, сильнее, чем от других опасных природных явлений. Сельское хозяйство, лесное хозяйство и рыбоводство сильно зависят от воды, любые потери урожая или поголовья скота, увеличение инвазии насекомых, ветровой эрозии или лесных пожаров, вызванные засухой, напрямую сказываются на экономике.

Местные торговцы, обеспечивающие товарами фермеров, также несут прямые потери.

Окружающая среда в большой опасности из-за засухи. Растения, животные и их среда обитания, качество воды и воздуха – все находится под воздействием. Часто утрачивается биологическое разнообразие. Земли деградируют, почвы выветриваются, иногда надолго. В наиболее чувствительных экосистемах сочетание чрезвычайной и продолжительной засухи с антропогенным использованием природных ресурсов, таким, например, как чрезмерное стравливание пастбища и вырубка лесов, может привести к опустыниванию.

Засуха также подрывает нормальное функционирование общества. Она может угрожать общественной безопасности, здоровью, качеству жизни, как известно, она является причиной недоедания и голодания во многих частях Африки и других странах. Она может привести к конфликту между водопользователями. Существенной проблемой может стать миграция, так как люди спасаются от засухи бегством на территории, где можно найти пищу и воду, даже в соседние страны. Множество перемещенных лиц и беженцев сталкивается с новыми проблемами, связанными с нахождением жилища, средств к существованию и проблемами здоровья. Другой проблемой является то, что с повышением давления на пригодные к обработке земли, люди могут переселяться на изолированные, менее плодородные земли, которые быстрее истощаются, и жизнь на которых значительно сложнее. По всей вероятности, воздействие засух в будущем будет еще сильнее, чем было прежде.

Системы раннего оповещения могут уменьшить негативное воздействие, предоставляя своевременную информацию о начале засухи. Традиционные станции наземного наблюдения в системе Национальных метеорологических служб являются одним из звеньев цепи, обеспечивающим необходимыми контрольными данными и временным рядом для совершенствования мониторинга климатических и гидрологических систем. Наблюдение за определенными индикаторами (например, объемом руслового стока, почвенной влагой) может помочь при формулировке показателей признаков засухи – как правило, индивидуальных значений, куда более полезных, чем необработанные данные для принятия решений. За почвенной влагой, например, можно наблюдать при помощи дистанционных методов через спутники.

Различные программы ВМО наблюдают за чрезвычайными климатическими явлениями, связанными с засухой, например, за Эль Ниньо, четыре наблюдательных центра – два в Африке, один в Китае и Глобальная информационная система раннего оповещения – предоставляют прогнозы погоды и ежемесячные и ежеквартальные климатические сводки. Наряду с Африканской системой раннего оповещения Сообщество развития Южной Африки осуществляет мониторинг ситуации с посевами и продовольствием в регионе и предупреждает в случае надвигающегося кризиса. Такая сеть должна стать основой планирования чрезвычайных обстоятельств при засухе, координационных планов для преодоления засухи, в случае ее наступления.

Быть подготовленным

Основная цель планов по управлению засухами – уменьшение человеческих страданий и улучшение благосостояния. Политика по устойчивости к засухам, разрабатываемая для предотвращения ее последствий, может включать в себя улучшение водоснабжения, представления программ по охране водных ресурсов и страхованию урожая. Чтобы справиться с более частыми и суровыми засухами, происходящими в результате изменения климата, следует совершенствовать стратегии по управлению водой. Орошение следует рассматривать как инструмент снижения неблагоприятного воздействия засух, но не как гарантию защиты от засухи. Также следует уделять внимание повышению продуктивности водопользования и повторному использованию воды в городах.

При помощи статистических методов правительства могут проверить данные по засухам, в частности количество осадков, для выявления систематических картин – тенденции, постоянство или цикличность. Такого рода информация в дальнейшем может быть использована для разработки систем землепользования и управления, которые будут сводить к минимуму воздействие засух.

Наконец, меры по ослаблению воздействия засух, помощь и восстановление будут минимизировать воздействие на производственную систему и системы жизнеобеспечения. Это может включать в себя различные мероприятия от обеспечения водоснабжения и корма скоту до предоставления кредитов фермерам. Управление подобными кризисными ситуациями является неизбежным в случае засухи, но надлежащее управление риском означает, что он будет сведен к минимуму. Мы знаем, что невозможно спрогнозировать засуху с высокой точностью, однако мы также знаем, что миллионы людей по всему миру снова будут томиться от жажды в будущем.

Промышленные аварии и вода*

Химикаты – основа промышленности, используются ли они в производственном процессе, либо являются конечным продуктом определенного процесса. Многие из них высокотоксичны и могут вызвать серьезные или даже катастрофические проблемы загрязнения, если поступят в водотоки или озера в результате промышленной аварии или постоянных сбросов.

* Материал предоставлен Шведским научно-исследовательским институтом по охране окружающей среде, Стокгольм при финансовой поддержке Swedish Water House

В 1986 году одна из самых наглядных аварий, приведшая к химическому загрязнению, произошла на заводе фармацевтической компании Сандоз (Sandoz) в Базеле, Швейцария. В результате пожара огромное количество химикатов и обгорелых остатков было смыто в Рейн. На протяжении 1000 километров вниз по течению река биологически вымерла и стала непригодна для питьевого водоснабжения. Другой печально известной аварией, произошедшей в 2000 году, стал серьезный разлив цианида с золотообрабатывающего завода в Бай Маре, Румыния. В результате попадания в Дунай произошло отравление питьевой воды, используемой для 2,5 миллионов людей, и погибло огромное количество рыбы.

Такие аварийные сбросы могут содержать концентрированные химикаты или смеси химикатов и воды и могут быть связаны с производственным процессом, либо вызваны стихийными бедствиями, к примеру, наводнением или землетрясением.

Быть информированным

Риск аварийного загрязнения воды с промышленных заводов зависит от свойств и количества находящихся на хранении и используемых химикатов, применявшегося производственного процесса и его месторасположения.

Различные промышленные предприятия должны вести учет хранимых и используемых химикатов. Такой учет должен содержать в себе различные данные о химикатах, классифицируемых в соответствии с их особенностями, степенью токсичности для человека, опасности для экологии или, например, оказываемого вреда для водных организмов. Другими показателями воздействий на водную среду являются разложение под действием микроорганизмов, растворимость в воде и жире. Сочетание этих характеристик может оказывать различный эффект; например, химикаты с низкой растворимостью в воде и высокой в жире могут принести вред водоплавающим птицам или накапливаться в водных организмах на протяжении времени. Как проиллюстрировала авария в Базеле, находящиеся на хранении химикаты выделяют другие вредные вещества при горении, таким образом, эти потенциальные вещества также следует учитывать.

Промышленные процессы, которые многочисленными резервуарами для хранения, производственными реакторами и громадными конвейерными системами под давлением представляют собой большую опасность. Есть множество руководств по их строительству. Трубопроводы, например, должны быть определенных размеров и выдерживать механические, термические, химические и биологические нагрузки. Если они используются для транспортировки взрывоопасных химикатов, они не должны пропускать статические заряды.

После обработки химикаты сбрасываются как сточные воды в реки, озера или моря. Последствия аварийных сбросов зависят от их токсичности для человека и водной среды, количества и исходного распространения в воде. Если предпринять своевременные меры, их можно до определенной степени локализовать в озере, но в реках химикаты переносятся быстро вниз по течению, оказывая негативное воздействие на качество воды далеко за пределами места сброса.

Быть подготовленным

Одной из первостепенных превентивных мер против такого вида загрязнения является правовая основа, регулирующая безопасность.

В Европе с 1970-х годов аварии были основной причиной ужесточения законодательства, касающегося промышленных аварий. Авария на заводе по производству пестицидов и гербицидов в Севезо, Италия, в 1976 году привела к Севезской директиве 1982 года, которая направлена на предупреждение крупных аварий с опасными химикатами. После катастрофической аварии на заводе Union Carbide в Бхопале, Индия в 1984 и в Базеле в 1986 году, в директиву были дважды внесены поправки, что расширило сферу их действия, включив хранилища опасных веществ.

Европейская комиссия приняла поправки ко второй Севезской директиве. В настоящее время все операторы заводов, подпадающих под действие директивы, должны уведомлять власти и вводить политику по предотвращению крупных аварий, отчет о безопасности, систему управления безопасностью и план действий в аварийных ситуациях. Доказано, что факторы управления являются существенными в более чем 90 % аварий, случившихся в Европейском Союзе начиная с 1982 года.

В Соединенных штатах Агентство по охране окружающей среды издало положения и руководства для предотвращения химических аварий в системах, использующих особо опасные вещества. Компаниям всех размеров, использующим определенные легковоспламеняющиеся и токсичные вещества необходимо разрабатывать программы по управлению рисками для снижения риска химических аварий на локальном уровне, включая оценку источника опасности, программы предупреждения, в том числе меры по технике безопасности, и программы по реагированию на аварийные ситуации. Данная информация призвана оказать содействие пожарным службам, полиции и персоналу аварийно-спасательных служб - первым, приходящим на помощь в таких случаях – адекватно реагировать на аварии. Эта информация также может быть полезна как средство обучения общественности химическим источникам опасности в общинах.

Помимо законодательной основы планирование предупредительных мер должно вовлекать полицию, пожарные и транспортные службы, организации гражданской обороны, здравоохранения, экологов и средства массовой информации. Эта группа должна разрабатывать планы действий в аварийных ситуациях и обеспечивать широкую общественность информацией. План следует пересматривать, по крайней мере, ежегодно. Он должен освещать место расположения заводов, площади для складирования и маршруты транспортировки; процедуры при аварийных ситуациях на местах и за пределами; назначение координаторов при аварийной ситуации; процедуры уведомления об аварийных ситуациях; где найти информацию о токсичных химикатах; как определить, что определенные территории и население, возможно, оказались под негативным воздействием; описание аварийного оборудования и систем на местах; планы эвакуации; программы по обучению действиям в чрезвычайных ситуациях.

Также необходимо разработать планы подготовленности, которые должны содержать подробную информацию о наименовании химикатов; насколько они опасны; сколько было сброшено, когда и где; связанные с ними риски для здо-

ровья, советы по оказанию медицинской помощи; планы эвакуации и расположения укрытий.

Токсичная природа, зачастую затяжное и распространяющееся действие многочисленных промышленных химикатов делают тщательную подготовленность существенно необходимой; а поскольку они связаны с передающимися через воду заболеваниями, ключевым является скоординированные действия для спасения жизней.

Здоровье и связанные с водой бедствия*

Природные катаклизмы слишком часто становятся бедствиями для здоровья. Один циклон может убить и поранить сотни, тысячи или даже сотни тысяч людей, и, исходя из числа связанных с водой бедствий, которые происходят по всему миру каждый год, количество человеческих жертв большое. Треть населения мира ощутила на себе воздействие стихийных бедствий в последнем десятилетии 20 века – подавляющее большинство из-за паводков и засух. Эта огромная цифра включает в себя не только непосредственных жертв, но и уцелевших, чьи жизни покалечены – инвалиды, хронически больные и обездоленные.

Быть информированным

Лучший путь противостояния стихийным бедствиям – создание «культуры безопасности» повышением потенциала людей, живущих в уязвимых районах. Подготовленность – ключ для помощи общинам в преодолении неминуемого, будь то их вовлечение в строительство дамб или разработку плана эвакуации. Но, если система здравоохранения на местах не может справиться со страшными последствиями бедствий, это приведет к еще большему количеству бесполезных жертв.

Это тот случай, когда становится полезной Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). ВОЗ следит за вопросами здравоохранения, связанными со стихийными бедствиями по всему миру. С целью уменьшения «потерь, которых можно избежать, бремени бедствий и увечий при чрезвычайных ситуациях и пост-кризисного восстановления» ВОЗ разрабатывает интегрированную политику по здравоохранению для подготовленности и действий в критических ситуациях для оказания помощи национальным службам здравоохранения в преодолении бедствий и их эффективной связи с организациями, оказывающими помощь. Благодаря длительному пребыванию во многих странах, надежным знаниям, успешному преодолению последствий стихийных бедствий и устойчивым связям с общинами и государственными органами власти ВОЗ может действовать быстро в трудных ситуациях.

ВОЗ работает с системами здравоохранения на местах для определения основных проблем в области здравоохранения и питания и для обеспечения того, чтобы эти проблемы должным образом рассматривались посредством интегрированного подхода первой помощи в случаях заболеваний и стихийных бедствий. ВОЗ также укрепляет службы наблюдения в области здравоохранения и питания для мониторинга изменений, обеспечения раннего оповещения в слу-

* Представлено Всемирной организацией здравоохранения

чае любого ухудшения, помогает создавать бригады медицинской помощи для незамедлительных действий по спасению жизней; прилагает усилия для контроля профилактики заболеваний, в частности инфекционных заболеваний и заболеваний, против которых возможна вакцинация, обеспечивает основной высококачественный профилактический и лечебный уход, включая необходимые лекарства; и сводит к минимуму риски, например, вызванные нехваткой чистой воды и санитарии. Важной составляющей работы ВОЗ является обеспечение того, что уроки, полученные в кризисных ситуациях, применяются для совершенствования подготовленности сектора здравоохранения к будущим бедствиям.

Быть подготовленным

Связанные с водой бедствия могут оказать серьезное воздействие на наше физическое, духовное и эмоциональное состояние. Избежавшие смерти или увечий могут быть травмированы потерей родственников, друзей, дома, имущества, особенно если они жили в бедности.

Взгляд на четыре основные связанные с водой стихийных бедствия – паводок, циклон, оползень и засуха – с точки зрения здоровья показывает, насколько опустошительными они могут быть. Все они могут уничтожить посевы и поголовье скота, возможно приведя к голоду, и разрушить или привести в негодность основные виды обслуживания, например водоснабжение. Каждая из них ставит различные задачи, требующие разрешения, в отношении убытков и рисков, связанных с их последствиями.

Утопление – одна из главных причин смерти во время паводков, которые могут различаться от небольших ливневых паводков до массивных наводнений из-за разрушения плотин, вытекающих из берегов вследствие снеготаяния рек или прибрежных штормовых ливней. Необходимы поисковые бригады и команды спасателей наряду с медицинской помощью и помощью при эвакуации. Очень важно обучение о рисках, связанных с работами по зачистке, таких, например, как заражение от затопленных промышленных участков, канализационных систем или мусорных свалок, о способах распространения передающихся с водой заболеваний. В тропических странах паводковая вода может стать питомником для москитов, что повышает риск малярии и тропической лихорадки.

Тропические циклоны могут охватывать большие территории, сильнейшие ветры, приносящие смерть и ущерб, разрушают строения и разносят смертельные осколки по воздуху. Но большую опасность представляют сопутствующие явления, такие, как штормовые ливни, оползни, прибрежные и береговые наводнения. Необходимы поисковые бригады, службы спасения и сортировки пострадавших, которые сначала занимаются наиболее сильно пострадавшими.

Зачастую определяемые как геологические явления оползни и сели могут стать вторичным эффектом сильных штормов и паводков, землетрясений и извержений вулканов. Они часто приводят к смертельным исходам, нанося мало увечий, но унося множество жизней из-за удара или удушья, и известны как поглощающие целые деревни. В таких случаях необходимы службы поиска и спасения и эффективное управление катастрофами, работающие быстро: зачастую люди, оставшиеся в разрушенных зданиях, должны быть спасены в течение 24-48 часов.

Наиболее трудно бороться с засухой. Часто требуется массовое переселение людей, отчаявшихся найти пищу и воду, а длительность многих засух может означать, что людям потребуется много времени для восстановления от их последствий. Если засуха произошла до сбора урожая, она может сильнее поразить в неурожайные годы или в первостепенных аграрных районах. Недоедание из-за недостатка протеинов является большой проблемой, также как дефицит витаминов А, С, некоторых из группы В и железа, которые приводят к анемии, цинге, авитаминозу и пеллагре. Могут распространиться холера, тропическая лихорадка, диарея и другие инфекционные заболевания. Хорошо организованная продовольственная помощь является ключевой для смягчения последствий засухи, и может включать в себя интенсивное кормление плохо питающихся детей, обеспечение услугами водоснабжения и контроля качества воды. Из-за сильного напряжения на протяжении длительного времени для того, чтобы просто выжить, многие люди могут быть подавлены и травмированы и, таким образом, больше подвержены болезням.

Все это высвечивает по иронии судьбы самый большой вызов для мирового сообщества в области здравоохранения, а именно то, что многие люди беднейших стран также подвержены жесточайшим стихийным бедствиям. Создание постоянных национальных и местных систем здравоохранения повсеместно представляется трудной задачей, но это необходимо, если все страны должны принимать участие на равных, насколько это возможно, в устойчивом развитии.

Последствия изменения климата

Изменение климата - грандиозный вызов для приспособляемости человека. Изменения, происходящие в климате земного шара, вызвали чрезвычайные метеорологические явления, наблюдаемые сегодня – засухи в Африке и Азии, проливные дожди и сильные снегопады в некоторых частях северного полушария. Наше понимание этих тенденций растет из года в год, но оно все еще недостаточно. Очевидна необходимость хорошо подготовленных, скоординированных действий по всему миру в грядущие десятилетия.

Климат Земли может изменяться, но это мастерство равновесия, включающего совокупность взаимодействий и процессов между атмосферой, океаном, земной поверхностью, ледяным покровом и биосферой (рис.1). Эта система управляется энергией солнца, а его совокупный энергетический запас балансируется естественным образом, так как Земля со временем переизлучает солнечную энергию обратно в космическое пространство. Но не всю сразу: в процессе, известном как парниковый эффект, некоторые газы, такие, как углекислый газ удерживают определенную энергию в течение некоторого времени, согревая планету, что делает возможным жизнь на ней. В настоящее время проблемой является то, что во второй половине прошлого века работы по расчистке земель и выбросы промышленности, машин и других источников перегрузили атмосферу парниковыми газами и привели к повышению температуры. Нарушение естественного климатического баланса приводит к чрезвычайным метеорологическим явлениям.

Даже при стабильном климате температура, ветреность, облачность и выпадение осадков постоянно изменяются. Паводки, засухи, штормы, волны теплового воздуха и холодная погода, а также такие связанные с ними явления, как пожары, лавины и оползни, являются естественным следствием изменчивости кли-

мата. Они могут продолжаться минуты, например, в случае ливневых паводков, или месяцы в случае засух, но все они потенциально опасны и могут оказать серьезное воздействие.

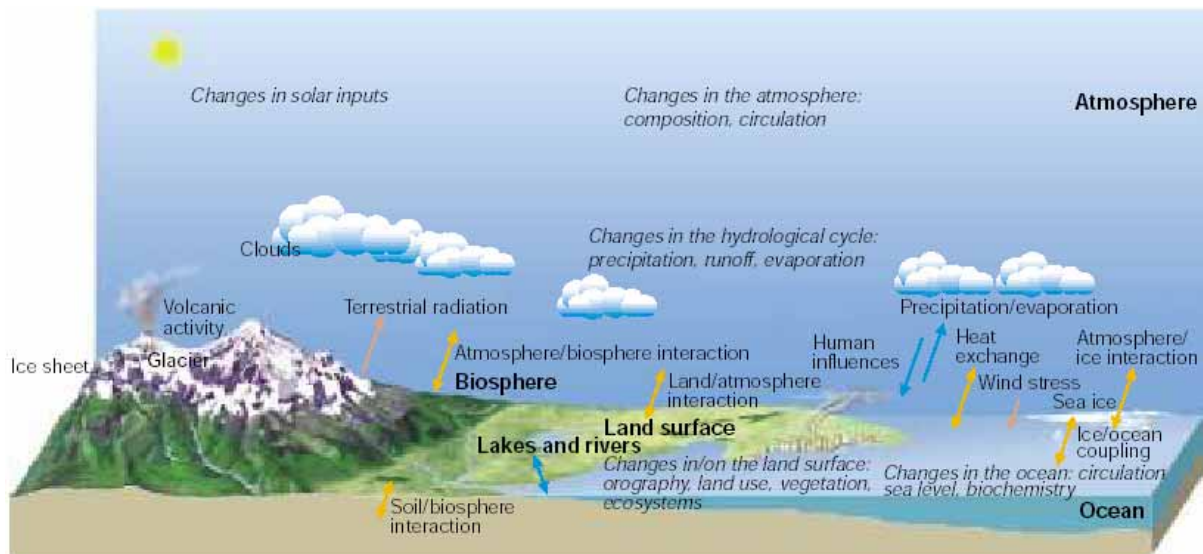


Рис. 8. Климатическая система – совокупность процессов и взаимодействий в атмосфере, океанах, земной поверхности, ледовом щите, флоре и фауне, приводимая в действие поступающим из солнца излучением, которая, в свою очередь, балансируется теплом, излучаемым обратно в космическое пространство

Быть информированным

Воздействие паводков и засух может оцениваться как в социальных, так и экологических понятиях, таким образом, важно выявить лишь насколько эти явления будут возникать ввиду того, что изменение климата действительно начинает беспокоить. Правительства и множество крупных агентств уже подсчитали статистику на протяжении многих лет о природе и воздействии таких явлений, особенно наиболее экстремальных, которые стали настоящими бедствиями.

На что указывают тенденции в разновидностях, количестве и последствиях стихийных бедствий? Во-первых, следует отметить, что эти данные не всеобъемлющие: главным образом, учтены лишь наиболее разрушительные явления. Трудно подсчитать потери, когда бедствие поражает преимущественно бедные районы – застраховано незначительное количество людей и имущества, а в некоторых местах, например, в трущобах, у местных властей нет даже точных цифр о количестве людей, оказавшихся под воздействием.

Исходя из этого, доказывают ли данные, что чрезвычайные метеорологические и климатические явления становятся более частыми или более интенсивными? Ученые по всему миру акцентировали внимание на этих проблемах в последнем докладе Межправительственной группы специалистов по изменению климата (IPCC), созданной Всемирной метеорологической организацией (ВМО) и Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в 1988 г.

В докладе ИРСС отмечается, что, поскольку, по всей видимости, нет широко распространенных изменений в частоте и интенсивности тропических штормов в 20 веке, вероятно выпадение осадков в средних и высоких широтах северного полушария увеличилось вплоть до 10 %, главным образом из-за чрезвычайных погодных явлений. В некоторых частях Африки и Азии в последние годы возросла интенсивность и частота засух. Но в отношении воздействия на людей и народное хозяйство ИРСС отметил, что следует учитывать и другие факторы: рост численности населения, возросшее благосостояние, демографические изменения, изменения в землепользовании и стоимости различных товаров. Так множество случаев чрезвычайных погодных явлений может просто означать, что на их пути больше людей; большие экономические потери могут просто указывать на большее благосостояние.

Исходя из явной тенденции к чрезвычайным погодным явлениям, мы можем прогнозировать вероятность будущей картины потепления климата при помощи основных принципов поведения атмосферы и океанов, факторов, которые оказывают влияние на климат и сложные компьютерные модели по изменению климата. Существует, конечно, множество естественных причин, влекущих изменение климата, в том числе колебания в количестве энергии солнца, вулканические извержения, влияние астероидов и постепенные изменения в циркуляции и температуре океанов. Но прогнозы будущих изменений также должны включать достоверную оценку антропогенного воздействия: будущий уровень углекислого газа и других парниковых газов, основанный на росте численности населения и альтернативах, касающихся возобновляемых источников энергии, модернизации промышленности и других вопросов.

Основываясь на этих результатах, возникают будущие глобальные сценарии. Потепление климата означает его увлажнение, таким образом, в северной части северного полушария, вероятно, будет больше штормов, а на некоторых материковых территориях будет более засушливым лето и возрастет риск засух. Может повыситься уровень моря из-за талых вод. Наряду с этим может чаще возникать чрезвычайный подъем воды. Более высокий уровень моря может вызвать затопление прибрежных долин и размывать песчаные дюны. В конечном счете, картина мрачная, но небезнадёжная.

Быть подготовленным

ВМО и Национальные метеорологические и гидрологические службы его членов наблюдали, документировали и распространяли данные по изменениям климата в течение многих лет. Эти документы являются важным шагом на пути осмысления того, на что способна климатическая система, и содействия прогнозированию, планированию и ответной реакции по всему миру. Используя эти возрастающие знания и технологические возможности в сотрудничестве с правительствами, агентствами и средствами массовой информации, ВМО и его члены помогли заложить устойчивость и спасти жизни, которые могли быть потеряны в результате вызванных изменением климата бедствий. Такие данные могут улучшить управление водой, информировать об общих действиях в отношении изменения климата, в том числе стратегиях преодоления подобных ситуаций, используемых в обществе на различных уровнях от домашних хозяйств до правительств.

Кстати, не стоит забывать, что некоторые культуры развивали собственные стратегии по преодолению бедствий, используя свой опыт. Живущие в сельскохозяйственных, зависимых от дождя общинах в полуаридных тропиках, регионах которые испытали чрезвычайные погодные явления, обладают многовековым опытом выживания в условиях засухи и наводнений.

С климатическими «сюрпризами», которые, как ожидается, будут возрастать, эти знания очень ценны. Вероятно, так как прогноз погоды совершенствуется, диалог между метеорологами и специалистами по управлению водными ресурсами должен обеспечивать, чтобы знания были полезны для всех.

Управление рисками⁸

Мы живем в мире риска. Периодически мы сталкиваемся с различными опасностями, которые могут иметь более или менее серьезные последствия в зависимости от нашей уязвимости к ним. Если явление достаточно сильное, опасность может стать бедствием – если мы не уменьшим нашу уязвимость. Вот что такое управление или уменьшение рисков. Поскольку циклоны, засухи и другие связанные с водой опасные явления могут представлять собой один из основных рисков нашего времени, многое может быть сделано для уклонения от их последствий.

Возьмем две прибрежные деревни рядом с зоной тропического циклона. У одной жилища, защищенные от ураганов, и население обучено процессам эвакуации; у другой традиционные бамбуковые дома и несколько телефонных номеров для чрезвычайных ситуаций. При прочих равных условиях, несложно увидеть, какая из общин будет подвержена большему риску при следующем урагане.

Снижение риска связанных с водой явлений означает, с одной стороны, развитие нашего потенциала по наблюдению за их величиной, продолжительностью, временем и местом, с другой стороны, оценку и снижение нашей уязвимости к ним.

Мониторинг опасных явлений является жизненно необходимой частью стабилизации. Наше понимание паводков, засух, оползней и циклонов, например, повысится через работу Национальных метеорологических и гидрологических служб. Так как наличие гидрологических данных в Африке даже уменьшилось в последнее десятилетие, существует отчетливая необходимость поддержания соответствующих сетей для наблюдения за связанными с водой и погодными явлениями опасностями.

Преодоление нашей уязвимости – реальный рычаг для снижения риска. Запланированный контроль, законодательство и землепользование, управление окружающей средой и финансовые инструменты, такие, как страхование, являются важными шагами для достижения поставленной цели. Все они должны быть обоснованы осмыслением факторов, которые делают нас и наше имущество уязвимыми. На протяжении последних 30 лет произошел значительный прогресс в этом направлении, и уязвимость сейчас рассматривается всесторонне как отражение индивидуальных и коллективных физических, социальных, экономических и экологических условий, которые ежеминутно формируются несметным числом воздействий, поведенческих, культурных, социально-

⁸ Представлен Секретариатом Международной стратегии по уменьшению бедствий (ISDR)

экономических или политических, от индивидуального до национального уровня.

Организации, работающие для снижения риска бедствий на глобальном уровне, прилагают усилия повысить наше понимание уязвимости и риска бедствий в рамках Международной стратегии по уменьшению бедствий (ISDR). ISDR определила четыре общие вида уязвимости:

- Физический, касающийся, главным образом, местонахождения и окружающей обстановки;
- Социальный, связанный с уровнем благосостояния отдельных лиц, общин или обществ. Включает аспекты, касающиеся грамотности и образования, мира и безопасности, доступа к основным правам человека, системы надлежущего руководства, социальной справедливости, положительные традиционные ценности, структуру знаний, обычаев и идеологических верований, и общие коллективные организационные системы;
- Экономический, поскольку бедные в основном более уязвимы к рискам, чем богатые, при стихийных бедствиях теряют больше и медленнее восстанавливаются. Наиболее значимыми являются связи между искоренением нищеты, влиянием бедности на восстановление после стихийных бедствий и состоянием ресурсов окружающей среды, на которых оба они базируются.
- Экологический, охватывающий широкий спектр вопросов, таких, как истощение и деградация природных ресурсов, утрата устойчивости в экологических системах и биоразнообразии, уровень выброса токсичных и опасных загрязнителей.

Другим важным фактором при снижении риска стихийных бедствий является уровень осведомленности о риске, который в большей степени зависит от количества и качества имеющейся информации и о того, как отдельные лица, общины, организации и правительства понимают риск. Люди более уязвимы, когда они не знают об опасности.

В настоящее время ЮНЕП и ISDR разрабатывают общий подход для поддержания и распространения подходящей и эффективной практики по снижению степени риска от стихийных бедствий. Это начало – ясный набор принципов и целей для понимания, направления и мониторинга снижения степени риска от бедствий, который подготовит почву для плана действий на 2005-2015 гг. и будет представлен в 2005 году на второй Всемирной конференции по уменьшению стихийных бедствий (WCDR2) в городе Кобэ, Япония.

Это своевременное действие: с изменением климата связанные с водой опасные явления не будут утихать, поэтому все больше мы будем полагаться на снижение степени риска от стихийных бедствий для развития наших возможностей преодолеть их.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, ГЛОБАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ: ВОПРОСЫ ИЗ ОБЛАСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ⁹

Преамбула

Поиск продуктивности и зеленая революция

После последней войны и, в частности, с момента, когда французские колонии обрели независимость, Французский научно-исследовательский центр тропического земледелия и его международные коллеги (центры CGIAR, Консультативная группа международных исследований в области сельского хозяйства, включающая 17 международных центров и располагающаяся в Вашингтоне) в основном работали над повышением продуктивности. В период между шестидесятыми и концом восьмидесятих основное внимание уделялось тропическим ландшафтам с целью улучшению сортов растений и видов животных и внедрения современной техники земледелия, разработанной в странах с умеренным климатом (удобрения и фито- и зоо-оздоровительные продукты). Посредством «зеленой революции» исследования позволили существенно повысить урожайность и помогли противостоять угрозе голода.

Дважды зеленая революция

Однако, в частности, после Саммита в Рио в 1992 году, критика методов повышения продуктивности и их отрицательного влияния на окружающую среду и рост беспокойства общественности по поводу экологических проблем заставили исследователей сосредоточить свои усилия на устойчивом развитии. В 1995 году было отмечено, что методы, связанные с зеленой революции, привели к значительному загрязнению и чрезмерному водопотреблению, кроме того, продуктивность достигла максимума, что дало начало изменению направления: новой целью стало создание более продуктивных технологий, которые могли бы удовлетворить растущий спрос, а также сберегали бы окружающую среду и были доступны для бедных фермеров. Был выдуман термин «дважды зеленая революция». В результате исследований, которые все еще остаются актуальными, были созданы методы на базе научной экологии, которые помогли расширить сферу охвата сельскохозяйственных исследований, чтобы включить экологические вопросы.

Новые проблемы

Возникают новые проблемы. Опыт, приобретенный Глобальной программой защиты окружающей среды и ее французским коллегой Fonds français pour l'Environnement Mondial показывает, что сейчас сельское хозяйство должно внести свой вклад в сокращении эмиссии парникового газа и уменьшить свое негативное воздействие в отношении разрушения биоразнообразия, а также обезлесения, опустынивания, эрозии почв и загрязнения. В общем смысле, сельское хозяйство является основным участником изменений, происходящих в биосфере. Рост населения приводит к повышению давления со стороны сельского хозяйства на экосистемы. Если текущие изменения продолжатся, они вы-

⁹ Lettre pigb-pmrc France n° 17 — Changement global

зовут неприемлемые риски для биосферы. Поэтому, сельскохозяйственные исследования направлены на улучшение понимания роли, которую играет сельское хозяйство в глобальном изменении и на поиск путей обеспечения совместимости сельского хозяйства с устойчивым глобальным развитием. В широком смысле, сельское хозяйство является центральной мультифункциональной отраслью в свете его воздействия на глобальное изменение.

Какие возникают проблемы в свете глобального изменения, которые должны быть затронуты в сельскохозяйственных исследованиях? Они могут быть классифицированы по различным основным областям, составляющим концепцию глобального изменения.

Население и сельское хозяйство

Требования на продовольствие, энергию и продуктивную землю

Рост населения является главной движущей силой глобального изменения. Он неизбежно ведет к увеличению требований на продовольствие. Кроме того, рост потребления мяса в развивающихся странах приводит к значительному дефициту производства кормов для животных. В конечном счете, если эта тенденция будет продолжаться такими же темпами, к 2050 году в Азии и Латинской Америке необходимо будет удвоить производство, а в Африке увеличить в пять раз. Это означает расширение посевных площадей за счет лесов и целины и повышение урожайности. Кроме того, если биотопливо, производимое из сахарных и масличных культур с использованием имеющихся технологий, будет использоваться в большом масштабе как замена нефтяным продуктам, сельскому хозяйству потребуется использовать все потенциальные сельхозугодья по всему миру. Это будет означать конфликт между использованием имеющихся земель для сельскохозяйственных целей и другими видами использования, в частности биоразнообразием.

Эти факторы означают, что важно развить такое сельское хозяйство, которое было бы высоко продуктивным, менее «землеемким», безопасным для окружающей среды и пригодным для широкого ряда климатических и экологических условий. Они также требуют обсуждения общественного выбора, который, без сомнения, необходимо будет сделать, поскольку сельхозугодья сокращаются. В частности, подобный выбор может касаться питания: учитывая, что требуется от трех до семи калорий растительного происхождения (особенно кукурузы и сои), чтобы произвести одну калорию животного происхождения, любое снижение в потреблении мяса существенно уменьшит потребности в сельхозугодьях.

Сельское хозяйство, миграция и урбанизация

Есть другой фактор, связанный с населением: миграция. По различным причинам (наличие продуктивных земель, расположение рабочих мест и т.д.) территориальное распределение населения связано с изменением в будущем. Миграция, которая уже является значимым явлением, может быть либо международной, либо национальной, но, вероятно, она преимущественно национальная в результате интенсивного развития урбанизации. По всей вероятности, в течение 50 лет большая часть населения мира будет жить в городах. Эта тенденция будет иметь значительное воздействие на сельское хозяйство: города поглотят значительную часть лучших земель (поскольку они обычно строятся на равнинах) и воды (жители городов потребляют больше воды, чем сельские жители) и создают высокопродуктивные пригородные земли, используемые для сельского хо-

зяйства, которые, в свете имеющихся технологий, вероятно, будут относительно сильно загрязнены. Для очень больших городков и городов потребуется, чтобы в их пригородах и в прилегающих сельских районах производилось еще больше продуктов питания, что будет означать ускоренный переход от потребительского хозяйства к рыночной экономике для многих сельскохозяйственных отраслей в развивающихся странах.

Все эти аспекты поднимают новые вопросы для исследований. Им придется исследовать причины международной миграции, например в Африке, где миграция всегда была главным механизмом регулирования уровня населения и продовольственного снабжения. Кроме того, совместное существование сельского хозяйства (особенно разведение скота) и людей с учетом экологических, экономических и социальных аспектов в густо населенных районах требует возобновления исследовательских работ. Исследования в области сельского хозяйства уделяли основное внимание регионам, которые были расположены далеко от городов, сейчас им придется рассматривать промежуточные районы между городом и сельской местностью.

Сельское хозяйство и изменение климата

Сельское хозяйство и углеродный цикл

Сельское хозяйство производит парниковые газы: углекислый газ в результате вспашки и сжигания для расчистки лесных площадей или восстановления пастбищ, или использования техники, работающей на дизельном двигателе; метан в результате выращивания культур с затоплением (рис) и разведения жвачного скота; окись азота в результате применения азотных удобрений. Однако сельское хозяйство также может выделять углерод через фотосинтез.

Сельскохозяйственные исследования в этой области проводятся давно, и достигли некоторых многообещающих результатов. Сельское хозяйство может помочь снизить эмиссию (заменив сжигание леса на использование механической расчистки), увеличить возобновляемые запасы углерода в почве в виде органического вещества (что также повышает урожайность), сократить и даже исключить необходимость в вспашке, заменив ее на биологические методы и управлять естественными и искусственно созданными лесами и использованием древесины и ее побочными продуктами с целью увеличения выделения углерода. Важные исследования также были выполнены по нахождению различных методов производства биотоплива: производство этанола из сахара, горючие масла и использование растений и древесных отходов.

Сельское хозяйство и адаптация к изменению климата

Перспектива глобального потепления в следующие десятилетия и риск локального охлаждения, повышения температуры и колебаний осадков, экстремальные климатические явления, повышение уровня воды и сдвиг в климатических зонах, несомненно, вызовет серьезные проблемы, касающиеся адаптации.

Исследования в настоящее время в основном опираются на генетику для обеспечения решений, например, развитие засухоустойчивых сортов культур, которые смогут выдержать большие колебания осадков. Также были разработаны агротехнические приемы, которые направлены на сбережение почвенной влаги (в частности, использование мульчи, чтобы снизить испарение) и аграрные установки, предназначенные для удержания воды в пределах сельскохозяйственных районов. Тем не менее, до сих пор не были предприняты исследования по опре-

делению долговременного воздействия изменения климата и подготовке долгосрочной стратегии.

Сельское хозяйство и его влияние на местный климат

Нам известно, что растительный покров в заданной географической области играет свою роль в локальном климате: охлаждение вследствие испарения, эффект отражательной способности, конвекционный поток и т.д. Эти явления также существуют на региональном уровне, но они менее известны. Тем не менее, как мы наблюдали в обезлесенных районах Амазонки, изменение ландшафта на региональном биомном уровне явно оказывает существенное воздействие на региональный климат.

Сельское хозяйство и опустынивание

Опустынивание зачастую рассматривается как последняя стадия деградации экосистем, т.е. после того как экосистема превращается в аридную зону. Подобных ситуаций много по всему миру в густо населенных районах и ряд исследований определили вовлеченные процессы (например, чрезмерный выпас скота и повреждение почвы из-за вытаптывания вокруг оазисов и колодцев, эрозия почвы и т.д.). В рамках исследований также были определены социальные последствия в аспекте бедности, недоедания и конкуренции на ресурсы (войны). Несколько лет назад результаты подобных исследований использовались для разработки связного технического пакета для контроля распространения пустыни. Однако его использование заинтересованными группами проходит с переменным успехом и требует значительного внешнего финансирования.

С другой стороны, мало работы было проведено по первоначальным процессам, связанным с деградацией экосистемы, например, эффект вырубки лесов, увеличение культивации имеющихся продуктивных земель и более интенсивное развитие растениеводства и животноводства. В самом начале окультуривания ландшафтов запускаются процессы, которые разрушают существующую экологическую среду обитания, разрушают трофические цепи и быстро изменяют функционирование экосистем. Механизм антропогенизации видоизменяет влагооборот и взаимодействует с климатом, дает начало новым видам (в частности, агрессивным видам) и снижает естественную продуктивность. Эти процессы редко описывались и для многих сред исследования не пришли к конкретным, всесторонним решениям, которые смогли бы остановить процессы деградации.

Сельское хозяйство и эрозия

Одним из наиболее часто упоминаемых результатов деградации является эрозия. Она разрушает наиболее плодородный слой почвы, пахотный слой, и может стать катастрофичной в случае наводнения. Она является результатом обнажения почвы при удалении биомассы (лес, саванна и т.д.) и традиционных методов обработки почвы (вспашка, глубокое или мелкое рыхление), которые разрушают почву. Сочетание осадков и наличия уклона, даже небольшого, неизбежно ведет к эрозии.

С некоторого времени в результате исследований были предложены методы контроля эрозии. Некоторые страны сделали эти методы обязательными. Со всем недавно работа над мульчированием культур и живым покровом почвы (растительный покров) открыли перспективы для очень эффективных, экономичных способов контроля эрозии и сохранения резервов почвенной влаги.

Сельское хозяйство и обезлесение

Обезлесение, несомненно, является наиболее показательным механизмом деградации экосистем. Обычно оно начинается с вырубki всех деревьев в районе, где прокладываются подъездные пути. В большинстве случаев обезлесение приводит почти к полному разрушению лесной экосистемы в результате выжигания с целью создания пастбищ (распространено в Амазонке), плантаций (например, масличных пальм в Малайзии и Индонезии) или применения подсечно-переложного земледелия (индейцы в Южной Америке, общины в Центральной Африке). Исчезновение лесов имеет ряд последствий: внезапная потеря видов, резкие изменения гидрологического режима в окружающей среде в целом (почвы, местный микроклимат), ускоренная трансформация почв и потеря органического плодородия.

В рамках исследований был определен ряд социально-экономических механизмов, которые ведут к вырубке лесов. Исследования нацелены на улучшение понимания лесных площадей и состояния лесных экосистем, которое позволит оценить их разнообразие. Работа началась по определению выборочных систем расчистки леса, которые сохраняют большую часть биоразнообразия; эти системы будут применяться и будут стандартизированы на национальном уровне. Однако пока недостаточно работы было проведено по предложению альтернатив вырубке и выжиганию.

Сельское хозяйство и биоразнообразие

Биоразнообразие на уровне экосистем и видов

Использование экосистем оказывает неблагоприятное влияние на биоразнообразие этих экосистем и видов, живущих в них, хотя и в разной степени, в зависимости от типа ситуации. В некоторой степени упрощенно, мы можем выделить четыре основных типа ситуаций: ситуации, в которых воздействие (охота, рыбная ловля, использование особых видов леса) ограничено, новые сельскохозяйственные зоны и внезапное разрушение, которое они вызывают, зоны, прилегающие к охраняемым природным зонам, где существует конфликт интересов между фермерами, которые хотят получить землю, и властями, отвечающими за охраняемые зоны, и сельскохозяйственные зоны, в которых степень, до которой изменено биоразнообразие, зависит от степени культивируемых площадей (роль земли под паром) и площади, засеянной монокультурами. Эти последние зоны, которые считается имеют «стандартное биоразнообразие» сейчас доминируют в мире. Исследования были больше нацелены на зоны, менее подвергнутые антропогенному воздействию (чтобы определить биоразнообразие наиболее богатых зон), чем на стандартные зоны биоразнообразия. Кроме того, больше внимания уделялось определению, чем управлению биоразнообразиям. Есть стандарты управления биоразнообразием лесов, если они используются для заготовки, но определение методов управления для сельскохозяйственных зон все еще находится на стадии становления.

Внутривидовое биоразнообразие

Давно была признана необходимость в сохранении генетического разнообразия видов. Это привело к созданию консервационных станций, охваченных международными соглашениями (банки генов, аграрные коллекции) и организаций, отвечающих за сохранение генетического разнообразия коммерческих видов животных (племенные книги). Возможность описания разнообразия на геномном уровне расширила перспективы изучения этого разнообразия и повысила общий интерес к коллекциям.

В последние годы исследователи используют популярные знания о генетическом разнообразии, чтобы более эффективно определять и сохранять эти ресурсы. Мероприятия, направленные на сбор этих знаний и создание организаций, отвечающих за управление коллекциями на местах, помогают гарантировать потенциал развития культивируемых и пригодных для культивирования видов.

Сельское хозяйство и загрязнение

Сельское хозяйство вызывает много видов загрязнения. В настоящее время изучается, что произойдет, если остаточные удобрения (фосфаты, нитраты, калий) попадут в грунтовые воды с целью управления методами внесения удобрений и сокращения потерь. Также выполняется работа по определению путей эффективного использования природных механизмов восстановления плодородия почв, например, с помощью увеличения количества повторно используемой биомассы, которая обеспечивает растения некоторыми из требуемых питательных веществ, по мере того как она распадается на органическое вещество и высвобождает минералы.

Загрязнение в результате химикатов, применяемых для борьбы с вредителями и болезнями, являются предметом многочисленных проектов экологического и эпидемиологического мониторинга. С недавнего времени исследователи решили по возможности заменить эти продукты методами, не приводящими к загрязнению: биологические методы (например, борьба с насекомыми-вредителями с помощью хищников, питающихся ими), разрушение среды обитания насекомых-вредителей, или выявление генетической сопротивляемости атакам. Кроме того, проводится работа по уменьшению использования гербицидов, например, с помощью покровных культур и мульчи. Это исследование гарантирует сильную поддержку и широкое применение в виду потенциального риска.

В области животноводства интенсивное использование лекарственных препаратов (особенно антибиотиков) и гормонов роста также уступает дорогу более экологически безопасным методам:

Сельское хозяйство и управление природными ресурсами

Все из вышеперечисленных наблюдений показывают, что сельское хозяйство фактически представляет продуктивное использование экосистем, в частности их функциональных циклов: углерода, азота, фосфора, калия, минеральных питательных веществ и круговорота. Эти циклы являются частью более широких «функций», которые как потребляют атмосферный CO₂, например фотосинтез, так и ведут к его эмиссии, например, разложением биомассы, минерализация, респирация и т.д. Наше растущее понимание сложности различных функциональных связей внутри экосистем означает, что сейчас возможно рассматривать управление в свете «жизнеспособности», другими словами поддержания условий, требуемых для функционирования экосистем.

Если мы расширим нашу перспективу и переключимся на другой уровень, становится очевидно, что сельское хозяйство является основным пользователем природных ресурсов, которые ограничены и географически сконцентрированы (отложения фосфата и калия), рассредоточивает эти ресурсы по посевной площади и производит сточные воды, которые переносятся реками, природными дренажными трассами экосистем и затем идет накопление в системах сбора стоков, например озерах. Сейчас появляется макроэкологический компонент исследований. Подход аналогичен подходу, направленному на установление энер-

гобаланса в различных циклах сельхозпроизводства, который уже показал, что интенсивное производство продовольствия не достаточно энергосберегающее и ненадежно.

Сельское хозяйство и здоровье человека и животных

Растущая циркуляция людей и товаров привела к тому, что многие болезни, которые прежде были сосредоточены в определенных географических областях, теперь стали распространяться быстрее и шире. Это одно из наиболее очевидных последствий глобализации.

Кроме того, использование новых площадей под сельское хозяйство и, в частности, под животноводство, вероятно, ведет к распространению новых болезней, которые «выиграют» от глобального пространства, по которому они могут распространиться. Это может быть верно даже для некоторых вирусов, которые могут передаваться от животных к человеку. Популяции животных и человека всегда жили рядом, что дало начало эпидемиям и впоследствии привело к развитию сопротивляемости человека к данным болезням. Чем выше плотность популяции животных и чем ближе они живут к жилью человека, особенно в районах интенсивной деятельности в Азии, тем выше риск эпидемии. Таким же образом, в районах менее интенсивного сельского хозяйства, по мере того как расширяется животноводство и домашние животные вступают в контакт с вирусносными водоемами диких животных, риск эпидемии будет повышаться. Кроме того, изменение климата может также изменять районы, в которых находятся переносчики инфекции, и приводить к распространению болезней на новые виды.

Эти проблемы должны объединить ученых, работающих над ветеринарией и медициной для человека. В этой связи эпидемиология является ключом к нашему пониманию механизмов передачи и может служить в качестве инструмента предупреждения. В свою очередь, она соответствует подходу, нацеленному на достижение понимания функционирования окружающей среды.

Политический аспект: либерализация сельского хозяйства

Зеленая революция основывалась на использовании крупного финансирования со стороны государства для поддержки сельскохозяйственного производства: субсидируемая торговля семенами, фитосанитарными продуктами и техникой, государственное финансирование ирригационной инфраструктуры, субсидируемые сельскохозяйственные займы, пограничный контроль и т.д. Политика структурных преобразований, которая была введена в 80-е, дестабилизировала политику поддержки сельского хозяйства и во многих развивающихся странах сельское хозяйство больше не получает какую-либо значительную поддержку со стороны государства. В мире 840 млн. человек страдает от недоедания, из которых 800 млн. живет в развивающихся странах и 600 млн. заняты в сельском хозяйстве. Почти четверть людей, опирающихся на сельскохозяйственное производство (2.4 млрд.) лишены средств и плохо питаются. К 2050 году, вероятно, уже будет дополнительно 3 млрд. человек, многие из которых будут вынуждены зарабатывать на жизнь в сельском хозяйстве, большинство из них будет потомками бедных сегодняшнего дня. Таким образом, недоедание, нищета и сельское хозяйство сложно увязаны. Эта часть населения наиболее сильно нуждается в продуктивных землях и будет наименее способно действовать из экологических соображений, которые обсуждались выше.

В виду этого, можно предположить, что сельскохозяйственная политика будет приоритетом исследований и государства, но дело далеко обстоит не так в большинстве стран. До сих пор сельское хозяйство рассматривается как техническое и культурное болото, которое лучше избегать, если возможно, фермерам и ученым. Организации мелких земельных собственников недостаточно уважаются, недостаточно организованы и недостаточно представлены в государственных органах. В результате, при рыночных отношениях, цены систематически устанавливаются в ущерб производителям сырья, которые поэтому вынуждены выживать при очень низких доходах и неспособны развивать производство не иначе, как за счет природных ресурсов. Более того, сельское хозяйство как сектор все еще характеризуется полной экономической ненадежностью: вложенная работа и затраты, произведенные в течение сезона, не производят сельхозкультуру или любой доход до окончания сезона и поэтому всегда зависят от климата и ценовых колебаний. Помимо ненадежности, фермеры не имеют какой-либо вид медицинской страховки.

За последние десять лет было выполнено большое число исследований по нищете, особенно по инициативе Всемирного банка, а по политике проведено меньше исследований и результаты остаются достаточно противоречивыми. Тем не менее, важно, чтобы каждая страна и сельскохозяйственный регион были способны провести политику, направленную на повышение продуктивности и устойчивости сельского хозяйства на экологическом, экономическом и социальном уровне.

Либерализация международной торговли и сельское хозяйство

Многие страны снизили свои торговые ограничения, руководствуясь принципом, что либерализация международной торговли приносит общую пользу. В странах с дефицитом производства продовольствия, которые имеют продуктивные ресурсы, но бедные (как имеет место в большинстве стран Сахели), правительства, вероятно, все больше будут склонны импортировать дешевые продукты питания у стран, чьи очень высокие уровни продуктивности говорят о том, что они производят при очень низкой себестоимости, даже ниже местной себестоимости продукта. Это создает постоянную конкуренцию между импортом и местными продуктами, которые зачастую поступают от чрезвычайно непродуктивного сельского хозяйства, которое в основном направлено на самообеспеченность. Риск состоит в том, что подобная конкуренция может мешать постепенному созданию местной цепи производство-переработка-потребление для снабжения городов в будущем. Импорт дешевого продовольствия будет жизнеспособным в долгосрочном плане, если страны-импортеры смогут, в свою очередь, создавать экспорт, производимый большей частью своей рабочей силы, в то время как на деле экспорт, который они производят, зачастую представлен товарами, которые продаются по низким ценам на международном рынке, не рентабелен и привлекает только долю населения. Потому Африка рискует попасть в ситуацию, которая мешает установлению эффективного процесса развития.

В общем, усилия по производству продовольствия, которые потребуются в развивающихся странах в ближайшие пятьдесят лет, должны быть сконцентрированы в странах с земельными ресурсами, благоприятным климатом и необходимыми трудовыми ресурсами. Перспективные исследования по этому вопросу показали, что Азия склонна стать основным импортером продовольствия и экспортером товаров, Ближний Восток и Северная Африка будут вынуждены им-

портировать большую часть продуктов питания и найдут лучшие рынки сбыта для своих продуктов на рынке экспорта, а Латинская Америка, вероятно, станет основным экспортером сельскохозяйственной продукции. Эта новая географическая схема производства и торговли поднимает вопросы относительно международного распределения рабочих мест, доходов и благосостояния. Не смотря на большую неопределенность будущего, необходимо спрогнозировать это распределение, чтобы определить его экологические последствия и политику, требуемую для предотвращения антропогенного воздействия сельского хозяйства, имеющего серьезное неблагоприятное воздействие на биосферу.

**Публикации Тренингового центра МКВК, вып. 11
Изменение климата: касается каждого**

Составитель - Стулина Г.В.
Редактор - Ананьева Н.Д.
Верстка и макет – Турдыбаев Б.К.
Дизайн серии - Беглов И.Ф.

Предыдущие выпуски серии

- № 1 Экологические попуски, 2003
- № 2 Всемирный Водный Совет, 2004
- № 3 Совершенствование управления водными ресурсами в США, 2004
- № 4 Международная комиссия по ирригации и дренажу, 2004
- № 5 Экологическое управление: мировой опыт, 2004
- № 6 Кое-что о воде Канады, 2004
- № 7 Устойчивое управление подземными водами: концепции и инструменты, 2004
- № 8 Стратегическое планирование и устойчивое управление развитием водных ресурсов в Центральной Азии, 2004
- №9 Водные ресурсы Японии, 2005
- №10 Учет гендерных факторов при управлении водными ресурсами. Реальный путь к устойчивости: руководство ПРООН по ресурсам, 2005

Подготовлено к печати и отпечатано
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 700 187, г. Ташкент,
м-в Карасу-4, д. 11, НИЦ МКВК

www.sic.icwc-aral.uz

Предложения и замечания просим направлять по адресу

info@icwc-aral.uz