



Сводный отчет о выполнении проекта

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

глобальные риски, вызовы и решения
Г. КОПЕНГАГЕН, 10-12 марта 2009 года
www.climatecongress.ku.dk

Katherine Richardson
Will Steffen
Hans Joachim Schellnhuber
Joseph Alcamo
Terry Barker
Daniel M. Kammen
Rik Leemans
Diana Liverman
Mohan Munasinghe
Balgis Osman-Elasha
Nicholas Stern
Ole Wæver



Докладчики на пленарных заседаниях

1. Dr. Rajendra K. Pachauri, Director General of The Energy and Resources Institute (TERI) and Chairman of the IPCC
2. Professor Lord Nicholas Stern, IG Patel Professor of Economics and Government, London School of Economics
3. Mr. Anders Fogh Rasmussen, (Former) Prime Minister of Denmark
4. Mrs. Connie Hedegaard, Danish Minister for Climate and Energy
5. Mr. Helge Sander, Danish Minister for Science, Technology and Innovation
6. Mr. John Ashton, Special Representative for Climate Change, United Kingdom Foreign & Commonwealth Office
7. Professor Amanda Lynch, School of Geography and Environmental Sciences, Head of the Monash University Climate program, Monash University
8. Dr. Balgis Osman-Elasha, Higher Council for Environment and Natural Resources (HCENR), Sudan
9. Professor Daniel M. Kammen, Director, Renewable and Appropriate Energy Laboratory, Energy and Resources Group & Goldman School of Public Policy, University of California, Berkeley
10. Professor Diana Liverman, Director of the Environmental Change Institute, University of Oxford
11. Professor Hans Joachim Schellnhuber, Director of the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Visiting Professor at University of Oxford
12. Professor Katherine Richardson, Vice Dean of the Faculty of Science, University of Copenhagen
13. Professor Nebojsa Nakicenovic, Acting Deputy Director of the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) and Professor of Energy Economics, Vienna University of Technology
14. Professor Qingchen Chao, Deputy Director General, Department of Science & Technology Development, China Meteorological Administration
15. Professor Stefan Rahmstorf, Potsdam Institute for Climate Impact Research
16. Professor William D. Nordhaus, Sterling Professor of Economics, Yale University
32. Director Henrik Bindlev, Risø National Laboratory for Sustainable Energy, Technical University of Denmark
33. Professor Jim Skea, Research Director, UK Energy Research Centre
34. Professor Diana Ürge-Vorsatz, Department of Environmental Sciences and Policy, Central European University
35. Professor Jiahua Pan, Senior Fellow and Deputy Director, Research Centre for Sustainable Development, Chinese Academy of Social Sciences
36. Professor Dr. Joyeeta Gupta, Institute for Environmental Studies, VU University Amsterdam
37. Professor Warwick McKibbin, Executive Director, CAMA, ANU Office of Business and Economics, Australian National University
38. Professor Pete Smith, School of Biological Sciences, University of Aberdeen
39. Professor Jørgen E. Olesen, Faculty of Agricultural Sciences, Aarhus University
40. Director General Frances Seymour, Centre for International Forestry Research (CIFOR)
41. Professor Jacquie Burgess, Head of School, University of East Anglia
42. Professor Daniel M. Kammen, Director, Renewable and Appropriate Energy Laboratory, Energy and Resources Group & Goldman School of Public Policy, University of California, Berkeley
43. Dr. James E. Hansen, NASA Goddard Institute for Space Studies
44. Professor Ole John Nielsen, Department of Chemistry, University of Copenhagen
45. Professor Maria Carmen Lemos, Natural Resources and Environment, University of Michigan
46. Professor Torkil Jønych Clausen, Managing Director of DHI Water, Environment and Health: Water Policy in Denmark.
47. Professor Harold A. Mooney, Department of Biological Sciences, Stanford University
48. Dr. Mark Stafford Smith, Science Director Climate Adaptation Flagship, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)
49. Professor Paul Leadley, Laboratoire d'Écologie, Systematique et Evolution (ESE Laboratory), Université Paris-Sud 11
50. Dr. Frank Jotzo, Climate Change Institute, Australian National University
51. Professor Roberto Sanchez Rodriguez, Director of UC Mexus, University of California, Riverside
52. Professor Anette Reenberg, Institute of Geography, University of Copenhagen
53. Professor Pier Vellinga, Programme Director of Climate Change, Wageningen University
54. Dr. Tom Downing, Director of Stockholm Environment Institute's Risks, Livelihoods & Vulnerability Programme
55. Dr. Dagmar Schröter, The Sustainable Development Group of the Umweltbundesamt, Austria
56. Professor John R. Porter, Department of Agricultural Sciences, University of Copenhagen
57. Professor Peter Gregory, Director of Scottish Crop Research Institute (SCRI)
58. Professor Niels Elers Koch, Director General of Forest & Landscape, University of Copenhagen
59. Dr. Jill Jäger, Sustainable Europe Research Institute (SERI)
60. Jamie Pittock, WWF Research Associate, Australian National University
61. Dr. John Christensen, UNEP Risoe Centre on Energy, Climate and Sustainable Development
62. Dr. Fatima Denton, Climate Change Adaptation in Africa (CCAA), Dakar
63. Dr. Koko Warner, Munich Climate Insurance Initiative (MCII)
64. Professor Kazuhiko Takeuchi, Deputy Executive Director of the Integrated Research System for Sustainability Science, The University of Tokyo
65. Professor Dr. Rik Leemans, Department of Environmental Sciences, Wageningen University
66. Professor Ken Caldeira, Carnegie's Institution's Department of Global Ecology, Stanford University
67. Professor Mary Scholes, School of Animal, Plant and Environmental Sciences, University of Witwatersrand
68. Dr. Carol Turley, Plymouth Marine Laboratory
69. Professor Dr. Louise Fresco, University of Amsterdam
70. Dr. Pamela Matson, Dean of the School of Earth Sciences, Stanford University
71. Mr. Agus Sari, Director of Indonesia and Policy Coordinator for Southeast Asia, EcoSecurities
72. Professor Oran Young, Bren School of Environmental Science and Management, University of California, Santa Barbara
73. Dr. Chris Hope, Judge Business School, University of Cambridge
74. Dr. Detlef Sprintz, Senior Scientist, Potsdam Institute for Climate Impact Research
75. Kevin Anderson, Research Director, Energy and Climate Change Programme, Tyndall Centre for Climate Change Research, Mechanical, Aerospace and Civil Engineering, University of Manchester
76. Dr. Max Boykoff, Environmental Change Institute, University of Oxford
77. Dr. Aled Jones, Deputy Director, University of Cambridge Programme for Industry, University of Cambridge
78. Professor Johan Rockström, University of Stockholm & Executive Director at Stockholm Environment Institute
79. Dr. Tariq Banuri, Senior Researcher, Stockholm Environment Institute
80. Professor Ole Wæver, Political Science Department, University of Copenhagen
81. Professor Karen O'Brien, Department of Sociology and Human Geography, University of Oslo
82. Professor Thomas Heyd, Department of Philosophy, University of Victoria
83. Dr. Katrine Krogh Andersen, Special Advisor, Danish Ministry of Climate & Energy
84. Dr. Andreas Barkman, Head of Air and Climate Change Mitigation, European Environment Agency

Председатели секционных заседаний

1. Professor Dorte Dahl-Jensen, Niels Bohr Institute, University of Copenhagen
2. Dr. Konrad Steffen, Director of Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences (CIRES), University of Colorado at Boulder
3. Professor John Mitchell, Director of Climate Science, UK Meteorological Office
4. Professor Masahide Kimoto, Deputy Director, Center for Climate System Research, The University of Tokyo
5. Professor Dr. Martin Visbeck, The Leibniz-Institute of Marine Sciences at the University of Kiel (IFM-GEOMAR)
6. Professor Nathan Bindoff, Institute of Antarctic and Southern Ocean Studies, University of Tasmania
7. Dr. Michael Raupach, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) Marine and Atmospheric Research, leader of the Continental Biogeochemical Cycles Research Team
8. Professor Dr. Nicolas Gruber, Institut für Biogeochemie und Schadstoffdynamik, ETH Zurich
9. Professor Martin Claussen, Max Planck Institute for Meteorology, University of Hamburg
10. Professor Matthew England, Climate Change Research Centre (CCRC) University of New South Wales
11. Professor Tim Lenton, Laboratory for Global Marine and Atmospheric Chemistry, School of Environmental Sciences, University of East Anglia
12. Dr. Bette Otto-Bliesner, Senior Scientist in the Paleoclimate Group in the Climate and Global Dynamics Division, The National Center for Atmospheric Research (NCAR), Boulder, Colorado.
13. Dr. Chris Turney, Department of Geography, University of Exeter
14. Professor Keith Paustian, The Natural Resource Ecology Laboratory, Colorado State University
15. Professor Scott Denning, Department of Atmospheric Science, Colorado State University
16. Professor Ann Henderson-Sellers, Department of Physical Geography, Macquarie University
17. Dr. Paul Baer, Research Director, EcoEquity
18. Dr. Sivan Kartha, Stockholm Environment Institute (SEI)
19. Professor Timmons Roberts, Institute for the Theory and Practice of International Relations, The College of William and Mary & Environmental Change Institute, University of Oxford
20. Professor Coleen Vogel, School of Geography, Archaeology and Environmental Studies, University of the Witwatersrand
21. Dr. Carlos Nobre, Brazil National Institute for Space Research
22. Dr. Cameron Hepburn, Smith School of Enterprise and the Environment, University of Oxford
23. Professor Dale Jamieson, Director of Environmental Studies, New York University
24. Professor Anthony J. McMichael, National Centre of Epidemiology and Population Health, Australian National University
25. Dr. Roberto Bertolini, Director of Division of Technical Support, Health Determinants, WHO Regional Office for Europe
26. Professor Mark S. Ashton, Yale School of Forestry and Environmental Studies, Yale University
27. Professor Liping Zhou, Peking University
28. Dr. Pep Canadell, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) Marine and Atmospheric Research, Executive Director Global Carbon Project
29. Professor Dr. Wim C. Turkenburg, Director Copernicus Institute, Utrecht University
30. Professor Claus Felby, Forest & Landscape, University of Copenhagen
31. Science Manager Anders Vikso-Nielsen, Novozymes Biofuels R&D
52. Professor Anette Reenberg, Institute of Geography, University of Copenhagen
53. Professor Pier Vellinga, Programme Director of Climate Change, Wageningen University
54. Dr. Tom Downing, Director of Stockholm Environment Institute's Risks, Livelihoods & Vulnerability Programme
55. Dr. Dagmar Schröter, The Sustainable Development Group of the Umweltbundesamt, Austria
56. Professor John R. Porter, Department of Agricultural Sciences, University of Copenhagen
57. Professor Peter Gregory, Director of Scottish Crop Research Institute (SCRI)
58. Professor Niels Elers Koch, Director General of Forest & Landscape, University of Copenhagen
59. Dr. Jill Jäger, Sustainable Europe Research Institute (SERI)
60. Jamie Pittock, WWF Research Associate, Australian National University
61. Dr. John Christensen, UNEP Risoe Centre on Energy, Climate and Sustainable Development
62. Dr. Fatima Denton, Climate Change Adaptation in Africa (CCAA), Dakar
63. Dr. Koko Warner, Munich Climate Insurance Initiative (MCII)
64. Professor Kazuhiko Takeuchi, Deputy Executive Director of the Integrated Research System for Sustainability Science, The University of Tokyo
65. Professor Dr. Rik Leemans, Department of Environmental Sciences, Wageningen University
66. Professor Ken Caldeira, Carnegie's Institution's Department of Global Ecology, Stanford University
67. Professor Mary Scholes, School of Animal, Plant and Environmental Sciences, University of Witwatersrand
68. Dr. Carol Turley, Plymouth Marine Laboratory
69. Professor Dr. Louise Fresco, University of Amsterdam
70. Dr. Pamela Matson, Dean of the School of Earth Sciences, Stanford University
71. Mr. Agus Sari, Director of Indonesia and Policy Coordinator for Southeast Asia, EcoSecurities
72. Professor Oran Young, Bren School of Environmental Science and Management, University of California, Santa Barbara
73. Dr. Chris Hope, Judge Business School, University of Cambridge
74. Dr. Detlef Sprintz, Senior Scientist, Potsdam Institute for Climate Impact Research
75. Kevin Anderson, Research Director, Energy and Climate Change Programme, Tyndall Centre for Climate Change Research, Mechanical, Aerospace and Civil Engineering, University of Manchester
76. Dr. Max Boykoff, Environmental Change Institute, University of Oxford
77. Dr. Aled Jones, Deputy Director, University of Cambridge Programme for Industry, University of Cambridge
78. Professor Johan Rockström, University of Stockholm & Executive Director at Stockholm Environment Institute
79. Dr. Tariq Banuri, Senior Researcher, Stockholm Environment Institute
80. Professor Ole Wæver, Political Science Department, University of Copenhagen
81. Professor Karen O'Brien, Department of Sociology and Human Geography, University of Oslo
82. Professor Thomas Heyd, Department of Philosophy, University of Victoria
83. Dr. Katrine Krogh Andersen, Special Advisor, Danish Ministry of Climate & Energy
84. Dr. Andreas Barkman, Head of Air and Climate Change Mitigation, European Environment Agency

Сводный отчет о выполнении проекта

из

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Глобальные риски, вызовы и решения
Г. КОПЕНГАГЕН, 10-12 марта 2009 года

www.climatecongress.ku.dk

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ

Professor Katherine Richardson (Председатель),
Vice Dean of the Faculty of Science, University of Copenhagen

Professor Will Steffen,
Executive Director of the ANU Climate Change Institute,
Australian National University

Professor Hans Joachim Schellnhuber,
Director of the Potsdam Institute for Climate Impact Research and
Visiting Professor at University of Oxford

Professor Joseph Alcamo,
Chief Scientist (Designate) of the United Nations Environment
Programme (UNEP)

Dr. Terry Barker,
Centre for Climate Change Mitigation Research, Department of Land
Economy, University of Cambridge

Professor Daniel M. Kammen,
Director, Renewable and Appropriate Energy Laboratory, Energy and
Resources Group & Goldman School of Public Policy
University of California – Berkeley

Professor Dr. Rik Leemans,
Department of Environmental Sciences, Wageningen University

Professor Diana Liverman,
Director of the Environmental Change Institute, University of Oxford

Professor Mohan Munasinghe,
Munasinghe Institute for Development (MIND), Sri Lanka

Dr. Balgis Osman-Elasha,
Higher Council for Environment & Natural Resources (HCENR), Sudan

Professor Lord Nicholas Stern,
IG Patel Professor of Economics and Government,
London School of Economics

Professor Ole Wæver,
Political Science Department, University of Copenhagen

University of Copenhagen

Сводный отчет о выполнении проекта от

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Глобальные риски, вызовы и решения

Г. КОПЕНГАГЕН, 10-12 марта 2009 года

www.climatecongress.ku.dk

Графический дизайн: Konform.com

ISBN 978-87-90655-71-6

Отпечатано в Дании в 2009 году

ВВЕДЕНИЕ

В декабре 2009 г. в Копенгагене состоится встреча стран-участниц Рамочной конвенции ООН по изменению климата (РКИК ООН) – 15-ая Конференция сторон (КС-15). Она станет важным этапом в разработке международных ответных мер на угрозы изменения климата в результате человеческой деятельности. Основным научным вкладом в данные переговоры является «Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК)», опубликованный в 2007 г.¹. Доклад МГЭИК уже сыграл важную роль в повышении общественной и политической осведомленности в отношении общественных рисков, связанных с неконтролируемыми выбросами парниковых газов.

После выхода доклада МГЭИК появились новые данные, которые углубляют наше понимание последствий влияния человека на климат и имеющихся вариантов ответных мер и подходов для решения этой сложной проблемы. С целью совместного обсуждения этих новых знаний Международная ассоциация научно-исследовательских университетовⁱ организовала международный научный конгресс по изменению климата, *Изменение климата: Глобальные риски, вызовы и решения*, который прошел в Копенгагене с 10 по 12 марта 2009 года. Конгресс проходил в открытом формате. Большая часть из приблизительно 2500 присутствующих на Конгрессе были исследователями, многие из которых принимали участие в подготовке докладов МГЭИК. Участники представляли почти 80 стран, было сделано более 1400 научных докладов. Рефераты всех представленных научных отчетов находятся на www.iop.org/EJ/volume/1755-1315/6, а выдержки из заключительного пленарного заседания находятся на environmentalresearchweb.org/cws/article/opinion/39126.

Данный сводный отчет о выполнении проекта представляет собой обзор

самых последних данных широкого спектра исследований, касающихся изменения климата, в том числе фундаментальных исследований климата, влияния меняющегося климата на общество и окружающую среду, и множества инструментов и подходов для эффективного решения проблем, связанных с изменением климата. Отчет был составлен группой авторов, состоящей из членов Научного руководящего комитета Конгресса IARU (Международной ассоциации научно-исследовательских университетов) и отдельных исследователей, приглашенных для того, чтобы сделать авторский коллектив более разнообразным с точки зрения представленных академических дисциплин и географического местоположения. Он основан на 16 выступлениях в рамках пленарных заседаний Конгресса, а также на вкладе 80 председателей и сопредседателей 58 параллельных заседаний Конгресса. Имена докладчиков на пленарных заседаниях, а также председателей и сопредседателей параллельных заседаний приведены на внутренней стороне обложки данного тома. Для создания данного сводного отчета авторский коллектив, помимо докладов на Конгрессе, использовал последние публикации в научной литературе.

Отчет был критически рассмотрен представителями Партнерства по научным системным исследованиям Земли (Earth System Science Partnership (ESSP)ⁱⁱ, председателями и сопредседателями параллельных заседаний, а также независимыми исследователями – в количестве до четырех человек от каждого университета, входящего в ассоциацию IARU. Такая обширная экспертная оценка была осуществлена для того, чтобы гарантировать, что сообщения, содержащиеся в отчете, точно и адекватно передают выводы новых исследований, полученные после выхода последнего доклада МГЭИК, и достоверно отражают самые последние работы международного научно-исследовательского сообщества по вопросам изменения климата.

ⁱ IARU (International Alliance of Research Universities): (<http://www.iaruni.org/>) Australian National University, University of California – Berkeley, University of Cambridge, University of Copenhagen, ETH Zürich, National University of Singapore, University of Oxford, Peking University, The University of Tokyo, Yale University.

ⁱⁱ ESSP (www.essp.org) – это партнерство международных научно-исследовательских программ: Всемирной программы исследования климата (WCPR – World Climate Research Programme), Международной программы по геосфере-биосфере (IGBP – International Geosphere Biosphere Programme), Международной программы по изучению человеческих факторов глобальных экологических изменений (IHDP – International Human Dimensions Programme for Global Change Research) и DIVERSITAS, международной программы развития научных исследований в области сохранения биоразнообразия.



ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В прошлом общества, когда они осознавали, что их деятельность приводит к пагубным изменениям окружающей среды, принимали соответствующие меры, контролируя или внося изменения в наносящие ущерб виды деятельности. В настоящее время уже имеется огромное количество научных сведений, указывающих на то, что человеческая деятельность, особенно сжигание ископаемого топлива, оказывает влияние на климат таким образом, что создается угроза благополучию и дальнейшему развитию человеческого общества. Если человечество намерено извлечь уроки из истории и ограничить эти угрозы, то пришло время для более жесткого контроля тех видов человеческой деятельности, которые изменяют фундаментальные условия для жизни на Земле.

Чтобы принять решения в отношении эффективных мер в сфере контроля, понимание того, как человеческая деятельность влияет на изменение

климата и какие последствия несет неконтролируемое изменение климата, должно быть донесено до мировых лидеров и лидеров стран, а также широкой общественности.

Целью данного отчета является доведение до сведения широкой общественности обзора самых последних данных, связанных с пониманием изменения климата в результате человеческой деятельности, влияния данного изменения на общество и окружающую среду, а также имеющихся в распоряжении общества вариантов реагирования на вызовы, которые бросает изменение климата.

Понимание этого представлено в виде шести пунктов важной информации:

КЛЮЧЕВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ 1:

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ

В ходе недавних наблюдений было выявлено, что выбросы парниковых газов и многие аспекты климата изменяются около верхней границы прогнозов МГЭИК. Многие ключевые индикаторы изменения климата уже выходят за рамки закономерностей естественной изменчивости, в условиях которой развивались и процветали современное общество и экономика. Среди данных индикаторов можно отметить среднюю мировую температуру поверхности планеты, повышение уровня моря, температуру мирового океана, распространение льда в арктических морях, подкисление океана и экстремальные климатические явления. В случае беспрепятственного роста выбросов многие климатические тенденции, вероятно, будут ускоряться, что приведет к увеличению риска возникновения резких или необратимых климатических сдвигов.

КЛЮЧЕВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ 2:

НАРУШЕНИЕ СОЦИАЛЬНОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

Научно-исследовательское сообщество предоставляет большой объем информации в поддержку обсуждений по «опасному изменению климата». Результаты последних наблюдений показывают, что общество и экосистемы являются в большой степени уязвимыми даже к незначительным уровням изменения климата, а наибольшему риску подвергаются бедные страны и сообщества, экосистемные услуги и биологическое разнообразие. Современному обществу будет сложно справиться с последствиями роста температуры более чем на 2°C, которые, вероятно, приведут к серьезному нарушению общественного и экологического равновесия в текущем столетии и далее.

КЛЮЧЕВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ 3:

ДОЛГОСРОЧНАЯ СТРАТЕГИЯ: ГЛОБАЛЬНЫЕ ЦЕЛИ И СРОКИ

С целью избежания «опасного изменения климата», вне зависимости от того, как оно определяется, необходимо быстрое, последовательное и эффективное снижение воздействия на окружающую среду, основанное на скоординированных действиях на международном и региональном уровнях. Недостаточно высокие цели к 2020 г. повышают риск опасных последствий, включая прохождение переломных точек, и делают задачу достижения целей на 2050 г. более сложной и дорогостоящей. Установление адекватных долгосрочных цен на углерод и принятие политики, которая стимулирует рациональное использование энергии и развитие низкоуглеродных технологий, являются центральным приоритетом в эффективном снижении воздействия на окружающую среду.

КЛЮЧЕВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ 4:

ВОПРОСЫ НЕСПРАВЕДЛИВОСТИ

Влияние изменения климата на человека сильно различается и будет различаться внутри стран и регионов и между ними; различно его влияние на нынешнее и будущее поколения, на сообщества людей и на мир природы. Необходима эффективная с достаточным финансированием программа по обеспечению адаптации для тех людей, которые в наименьшей степени способны справляться с последствиями изменения климата, а также необходимы справедливые стратегии по снижению влияния изменения климата для защиты бедных и наиболее уязвимых. Решение проблем изменения климата должно стать неотъемлемой частью более широких целей стимулирования социально-экономического развития и снижения несправедливости в мире.

КЛЮЧЕВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ 5:

БЕЗДЕЙСТВИЕ НЕПРОСТИТЕЛЬНО

У общества уже существует множество инструментов и подходов (экономических, технологических, поведенческих и управленческих) для эффективного противодействия вызову изменения климата. Если данные инструменты не будут активно и широко применяться, то адаптация к неизбежному изменению климата и преобразование общества, необходимое для декарбонизации экономики, будут невозможными. Совместные усилия, направленные на реализацию эффективной и быстрой адаптации и снижения воздействия на окружающую среду, принесут широкий спектр выгод. Среди них: рост рабочих мест в секторе экологически чистой энергетики; снижение расходов на здравоохранение, социальных, экономических и экологических расходов, связанных с изменением климата; а также восстановление экосистем и оживление экосистемных услуг.

КЛЮЧЕВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ 6:

ПЕРЕД ЛИЦОМ ВЫЗОВА

Если для принятия ответных мер на вызов изменения климата необходимо достигнуть общественного преобразования то следует преодолеть ряд некоторых существенных ограничений и воспользоваться критически важными возможностями. Среди них: снижение инертности социальных и экономических систем, опора на растущее требование общественности к правительствам по осуществлению действий в отношении изменения климата, сокращение видов деятельности, которые приводят к увеличению выбросов парниковых газов, и снижению устойчивости к внешним воздействиям (например, субсидии), а также сделать возможным переход от неэффективного управления и слабых организаций к инновационному лидерству в правительстве, частном секторе и гражданском обществе. Связь изменения климата с более общими вопросами устойчивого потребления и производства, вопросами прав человека и демократическими ценностями является критически важной для того, чтобы общества встали на путь более устойчивого развития.

ЖИЗНЬ С ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ

Возраст Земли составляет приблизительно пять миллиардов лет. Однако люди населяют ее в течение времени, равном всего лишь 0,004% от возраста самой планеты; современный вид *Homo sapiens* возник приблизительно 200 000 лет назад. Кардинальные изменения климата происходили в течение всей долгой истории Земли. Первые люди испытали на себе некоторые из таких трагических климатических явлений, и лишь часть из них смогла их пережить. Тем не менее, только в течение последних 12 000 лет, в период, когда климат Земли был сравнительно теплым и стабильным, человечество действительно процветало.

В стабильных климатических условиях данного периода человечество открыло способы культивирования растений и одомашнивания животных. Такие достижения, произошедшие приблизительно 10 000 лет назад и в конечном итоге приведшие к современному состоянию сельского хозяйства, серьезным образом изменили характер отношений между человеком и планетой. Они разрушили первоначальные естественные ограничения по количеству людей и предоставили намного большему количеству людей возможность одновременно процветать на Земле, чем это было возможно без контроля за наличием продовольствия.

Вероятно, первые фермеры могли вести свое хозяйство там, где им хотелось. Тем не менее, когда общество – много тысяч лет спустя – осознало, что неупорядоченная сельскохозяйственная деятельность и развитие могут быть вредными для общества в целом, были разработаны местные правила управления того, как и где должно осуществляться ведение сельского хозяйства. Таким же образом наши дальние предки, вероятно, не испытывали ограничений в том, где им оставлять отходы своей жизнедеятельности. Когда количество людей на планете увеличилось до определенного уровня, а накопление отходов было признано проблемой здравоохранения и загрязнения окружающей среды, были установлены правила и технологии управления утилизацией отходов. Современным

примером обязательных к исполнению правовых норм в мировом масштабе стал Монреальский протокол, в котором международное сообщество в 1987 г. согласилось действовать в соответствии с научными данными о том, что определенные промышленные газы могут приводить к опасному истощению озонового слоя Земли.

Во всех таких случаях, контроль был установлен только тогда, когда общество в целом приняло тот факт, что продолжительное отсутствие правовых норм приведет к неприемлемым затратам. Таким образом, история отношений человечества и окружающей среды указывает на то, что когда общество узнает о том, что какой-либо вид деятельности может существенно нарушить уровень благополучия его членов, устанавливаются правила, нормы и другие стратегии для контроля за наносящей ущерб деятельностью.

На сегодняшний день научные данные красноречиво указывают на то, что если в результате человеческой деятельности будет продолжаться бесконтрольный выброс парниковых газов, то это создаст значительную угрозу благополучию и дальнейшему развитию современного общества. Осознание влияния человеческой деятельности на климат делает современное общество ответственным за принятие необходимых действий. Появляется необходимость переосмысления взаимоотношений человека с планетой Земля и – ради благополучия общества – требуется управление теми сферами человеческой деятельности, которые оказывают влияние на климат. Тем не менее, с целью поддержки разработки эффективных ответных мер, данные знания должны быть широко распространены за пределы научного сообщества. Целью настоящего отчета является ознакомление широкого круга читателей с самыми последними данными, связанными с пониманием научно-исследовательским сообществом изменения климата, его значения и действий, необходимых для эффективной борьбы с ним.

КЛЮЧЕВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ 1

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ

В ходе недавних наблюдений было выявлено, что выбросы парниковых газов и многие аспекты климата изменяются около верхней границы прогнозов МГЭИК. Многие ключевые индикаторы изменения климата уже выходят за рамки закономерностей естественной изменчивости, в условиях которой развивались и процветали современное общество и экономика. Среди данных индикаторов можно отметить среднюю мировую температуру поверхности планеты, повышение уровня моря, температуру мирового океана, распространение льда в арктических морях, подкисление океана и экстремальные климатические явления. В случае беспрепятственного роста выбросов многие климатические тенденции, вероятно, будут ускоряться, что приведет к увеличению риска возникновения резких или необратимых климатических сдвигов.

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) пришла к выводу в 2007 г.², что климат, без сомнения, меняется и на Земле наблюдается потепление. Что более важно, МГЭИК пришла к выводу, что, с вероятностью более 90%, глобальное потепление вызвано прежде всего деятельностью человека: наиболее существенными факторами являются выбросы парниковых газов и уничтожение естественной растительности. С 2007 г. доклады, сравнивающие прогнозы МГЭИК от 1990 года с наблюдениями, демонстрируют, что некоторые климатические индикаторы изменяются вблизи верхней границы, указанной в прогнозах, или, как в случае с повышением уровня моря (Рисунок 1), еще большими темпами, чем было спрогнозировано МГЭИК. Чтобы понять важность таких наблюдений, необходимо рассматривать изменение климата как проблему, суть которой не сводится лишь к потеплению атмосферы.

В целом климат управляется потоками тепла, движущимися в сторону планеты и от нее, а также запасами тепла в различных частях системы планеты Земля – океан, суша, атмосфера, снег/лед. Источником данного тепла изначально является солнце. Только очень незначительная часть тепла накапливается в атмосфере (Рисунок 2); несомненно самый большой объем запаса тепла на поверхности Земли находится в океане. Движение потоков тепла в толщу океана происходит медленнее, чем в атмосферу.

Тем не менее, с учетом того, что океан накапливает такой большой объем тепла, изменение температуры океана, которое отражает изменение в объеме накопленного океаном тепла, является лучшим индикатором изменения климата, чем изменение температуры воздуха.

На Рисунке 3 представлена тенденция изменения температуры приземного слоя воздуха за последние десятилетия. 2008 год был сравнительно холоднее, чем предшествующие ему годы, в основном по причине того, что наблюдался минимальный уровень в цикле солнечной магнитной активности (цикл солнечных пятен) и циклона Ла Нинья в 2007/2008 гг. Несмотря на это, долгосрочная тенденция увеличения температуры видна четко, а траектория атмосферной температуры воздуха на поверхности Земли продолжает оставаться в пределах прогнозов МГЭИК.

С момента выхода в свет последнего доклада МГЭИК были опубликованы^{4,5} обновленные тенденции температуры поверхности и объема тепла в океане. Эти уточненные оценки показывают (Рисунок 4), что океан существенно нагрелся за последние годы. Согласно текущим оценкам, океан нагревается примерно на 50% больше, чем было указано ранее в докладе МГЭИК². Новые оценки помогают лучше обосновать тенденции в изменении уровня моря, которые наблюдались в последние десятилетия,

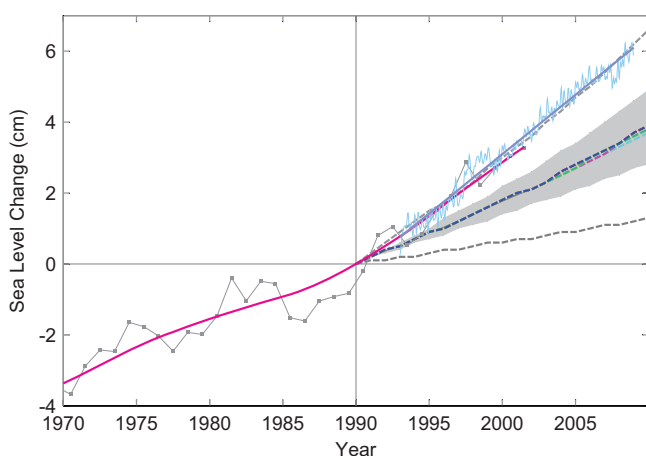


Рисунок 1
Изменение уровня моря в период с 1970 по 2008 гг. относительно уровня моря по состоянию на 1990 г. Жирные линии проведены на основании наблюдений, сглаженных для устранения влияния междугодичной изменчивости (светлые линии соединяют экспериментальные точки). Данные за последние несколько лет получены с помощью бортовых датчиков. Коридор прогнозов МГЭИК представлен для сравнения, сюда включены пунктирные линии для отдельных прогнозов и затенение для отображения неопределенности прогнозов³.

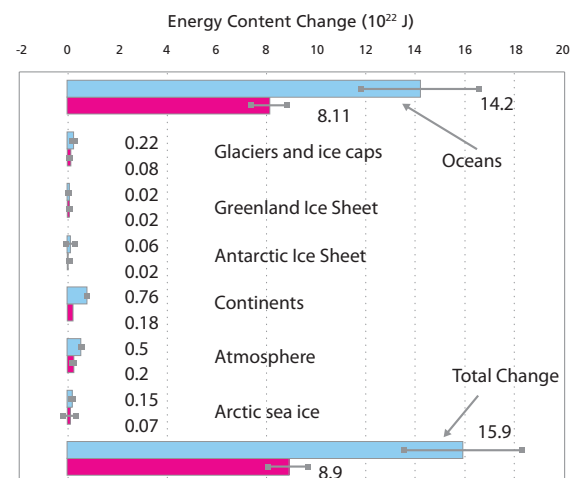


Рисунок 2
Изменение энергоемкости различных элементов в системе планеты Земля в течение двух периодов времени: 1961-2003 гг. (синие полосы) и 1993-2003 гг. (розовые полосы)² (рисунок 5.4).

Изменения ледникового покрова Гренландии

Prof. Dorthe Dahl Jensen, dj@gfy.ku.dk & Dr. Konrad Steffen, Konrad.Steffen@colorado.edu

Усиление таяния крупных полярных ледниковых покровов способствует наблюдаемому увеличению уровня моря. Наблюдения за зоной ледникового покрова Гренландии, в ходе которых температура в летний период держалась на уровне точки таяния в течение как минимум одного дня, соответствуют 50% росту по данному показателю с 1979 по 2008 гг.⁶ (см. рисунок). Крайне жаркое лето наблюдалось в гренландском регионе в 2007 г. Во всей южной области Гренландии наблюдалась температура таяния в течение летнего периода, а сезон таяния начался на 10-20 дней раньше и продолжался на 60 дней дольше в южной Гренландии⁷.

В дополнение к таянию, крупные полярные ледниковые покровы теряют массу в результате расхода льда, и данный процесс также чувствителен к изменению температуры в регионе.

Спутниковые измерения очень малых изменений гравитации намного увеличили возможность расчета утраты массы в результате данных процессов. На втором рисунке отображен процесс утраты массы ледниковым покровом Гренландии со скоростью 179 гига тонн в год, начиная с 2003 г. Такие темпы таяния соответствуют вкладу в повышение среднего глобального уровня моря на 0,5 мм/г; общее повышение среднего глобального уровня моря на настоящий момент составляют 3,1 мм/г⁸. Что касается зоны таяния, снижение массы в течение крайне теплого 2007 г. было очень большим. Новые наблюдения увеличения темпа снижения массы ледников, ледниковых шапок, а также гренландских и антарктических ледниковых покровов дают основание прогнозировать среднее глобальное повышение уровня моря до 1 м (± 0.5 м) в течение следующего века. Обновленные оценки будущего среднего глобального повышения уровня моря почти удваивают прогнозы МГЭИК от 2007 г.²⁸.

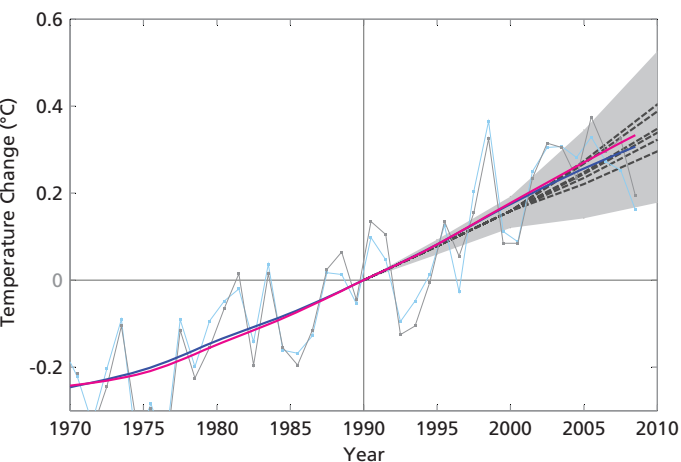
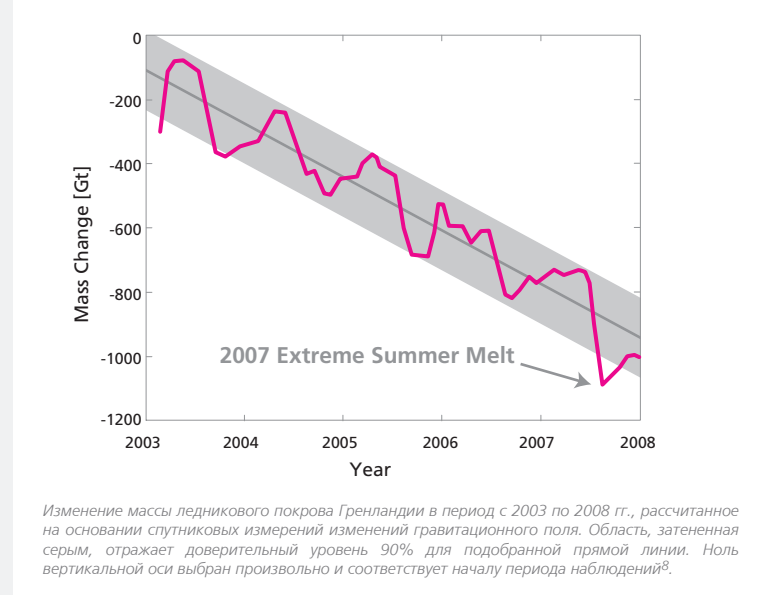
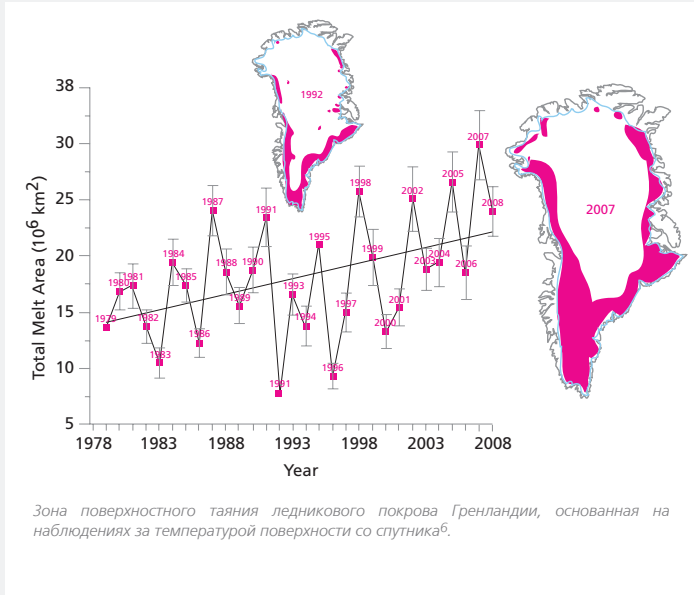


Рисунок 3
Изменение средней мировой температуры приземного слоя воздуха (сглаженной за 15 лет) по сравнению с 1990 г. Синяя линия отображает данные Hadley Center (Метеорологической службы Великобритании); Красная линия – данные GISS (NASA Goddard Institute for Space Studies, USA). Пунктирные линии – это прогнозы Третьего доклада об оценке МГЭИК, затененные области отражают неопределенности в данной части прогнозов³ (данные 2007 и 2008 годов, добавлены Rahmstorf, S.).

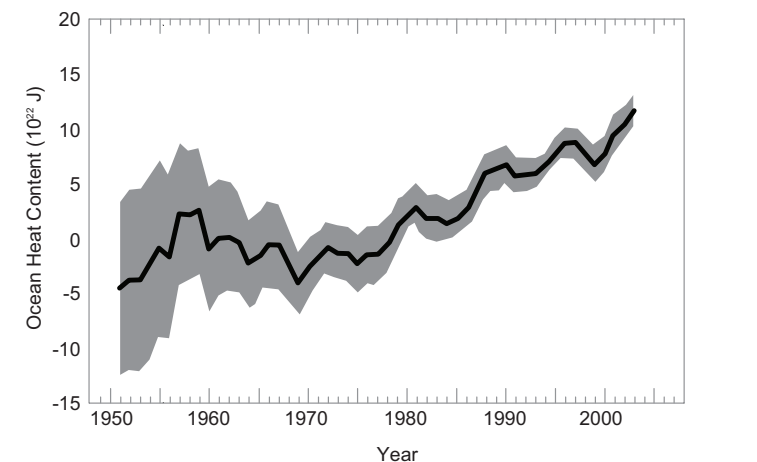


Рисунок 4
Изменение теплосодержания океана в период с 1951 г. (измерения – черная линия) с факторами неопределенности (затенены серым цветом) относительно теплосодержания океана в 1961 г.⁴.



поскольку большинство случаев повышения уровня моря, наблюдавшиеся до последнего времени, были результатом термического расширения морской воды.

Темпы повышения уровня моря выросли за период с 1993 г. по настоящее время (Рисунок 1), в основном из-за увеличивающейся потери льдов в Гренландии (Раздел 1) и Антарктике. Тем не менее, модели поведения полярных ледниковых покровов еще находятся на ранней стадии, таким образом, прогнозы повышения уровня моря к 2100 г., основанные на данных «моделях процессов» являются в высокой степени неточными. Альтернативным подходом является использование в качестве основы для прогнозов наблюдаемую взаимосвязь между ростом средней мировой температуры и повышением уровня моря за последние 120 лет, если предположить, что данная взаимосвязь останется и в будущем. Новые оценки, основанные на таком подходе, предполагают, что уровень моря повысится примерно на 1 метр или более к 2100 г.¹⁶ (Открытие Конгресса (С.Рамсторф – S. Rahmstorf) и заседание 1).

Повышение уровня моря не прекратится в 2100 г. Изменения в теплосодержании океана продолжат оказывать влияние на повышение уровня моря, по меньшей мере, на протяжении нескольких столетий. Таяние и активная потеря ледяного покрова в Антарктике и Гренландии также будут продолжаться на протяжении будущих столетий. Таким образом, изменения климата, вызываемые нынешними поколениями, будут на протяжении долгого времени непосредственно влиять на будущие поколения. Фактически, средняя мировая температура поверхности вряд ли понизится в течение первой тысячи лет после полного прекращения выбросов парниковых газов^{9,10}.

Одним из наиболее значительных событий с момента выхода последнего доклада МГЭИК¹ стало стремительное сокращение площади ледяного покрова в морях Северного Ледовитого океана в летний период. В 2007 г. минимальная площадь покрова снизилась приблизительно на 2 миллиона квадратных километров по сравнению с предыдущими годами. В 2008 г. сокращение было почти что таким же значительным¹¹. Данное сокращение площади ледяного покрова имеет существенное значение для климата в большем масштабе, поскольку снег и лед отражают большую часть солнечной радиации назад в атмосферу, в то время как морская вода поглощает большую часть солнечной радиации. Таким образом, океан безо льда поглощает больше тепла, чем океан, покрытый льдом, так что исчезновение льда в арктических морях создает «обратную связь» в климатической системе, которая повышает уровень глобального потепления.

Главной причиной повышения теплосодержания поверхности планеты является рост концентрации парниковых газов в атмосфере^{2,12} (Рисунок 5). Эти газы усиливают «парниковый эффект», который является достаточно хорошо описанным и понимаемым физическим процессом в системе планеты Земля – как гравитация или приливы – и известен с 19-го в. Естественный парниковый эффект в первую очередь делает возможной жизнь на Земле. Парниковые газы, такие как водяной пар, углекислый газ (CO₂), метан (CH₄), закись азота (N₂O), в атмосфере поглощают тепло, покидающее Землю, таким образом, удерживая больше тепла около поверхности Земли – в океане, почве и атмосфере. Без естественного парникового эффекта средняя температура на Земле была бы приблизительно -19°C, т.е. примерно на 34°C ниже, чем сегодня. Все планеты с присутствием в их атмосфере газов, поглощающих тепло, имеют парниковый эффект; экстремальная температура поверхности Венеры (440°C), например, может быть объяснена только высокой концентрацией CO₂.

Изменение количества парниковых газов в атмосфере изменяет величину парникового эффекта. Водяной пар является наиболее распространенным парниковым газом и вносит наибольший вклад в создание природного парникового эффекта на Земле. Поскольку способность атмосферы накапливать водяной пар в большой степени зависит от температуры, то объем содержания водяного пара в атмосфере регулируется самой температурой Земли, которая повышается при потеплении. Это означает, что содержание водяного пара следует за изменениями мировой температуры, которые вызываются другими причинами, и усиливает их. Деятельность человека не оказывает существенного прямого воздействия на непосредственно глобальные потоки водяного пара в/из атмосферы¹⁶ (заседание 3), хотя на местном уровне данные потоки менялись, например, вследствие вырубки лесов или ирригации.

Совершенно иная ситуация наблюдается с некоторыми другими парниковыми газами, когда выбросы в результате деятельности человека оказывают прямое воздействие. Концентрации в атмосфере CO₂, также как и метана и закиси азота, существенно выросли за последние десятилетия в результате деятельности человека. Исследования ледяного керна и отложений показывают, что сейчас концентрация всех этих газов в атмосфере выше, чем за весь период начиная со времени задолго до появления современного человека. Фактически концентрация CO₂ в атмосфере была не намного выше, чем сегодня, по меньшей мере, на протяжении последних 20 миллионов лет истории Земли¹⁷.

Первоначальное потепление, связанное с повышением концентрации парниковых газов, усиливается за счет усиления увеличивающейся обратной связи. Это те процессы, которые вызваны изменением климата и которые впоследствии приводят к дальнейшему потеплению. Помимо явленной обратной связи в отношении арктического льда и водяного пара, описанных выше, очень важным примером обратной связи являются природные «стоки углерода» – процессы, в ходе которых из атмосферы поглощается CO₂. Не весь CO₂, выбрасываемый в атмосферу в результате деятельности человека, остается в ней. Более половины всего объема CO₂, выбрасываемого в атмосферу в результате сжигания ископаемого топлива и изменения характера землепользования, удаляется посредством стоков CO₂ в океане и на суше. Часть произведенных человеком выбросов CO₂, удаляемых данными стоками, снизилась за последние 50 лет¹², при этом имеются доказательства, что эта часть будет и дальше сокращаться на протяжении будущих десятилетий в соответствии со сценариями с высоким уровнем выбросов¹² (Раздел 2). Если ослабление роли естественных стоков CO₂ продолжится, то большая часть выбросов будет оставаться в атмосфере, что потребует большего сокращения объемов выбросов для достижения определенных целевых показателей концентрации CO₂ в атмосфере.

В меньших масштабах одним из наиболее существенных изменений климата является наблюдаемое увеличение количества экстремальных явлений – аномальная жара, штормы и наводнения². Кроме того, региональный климат зачастую напрямую связан с проявлением определенных закономерностей изменчивости климата, как например, муссонные системы, а эти закономерности в свою очередь могут быть подвержены влиянию потепления климата¹⁶ (заседание 3),¹⁹. Изменения в экстремальных явлениях и закономерностях естественной вариативности могут иметь трагические последствия для человеческих обществ, которые привыкли к давно установившимся температурным режимам, характеристикам ветра и особенностям выпадения осадков в конкретных регионах или зависят от них. В следующем разделе будут обсуждаться некоторые последствия и риски для общества, которые связаны с фактом вмешательства в климат.

Глобальный углеродный цикл

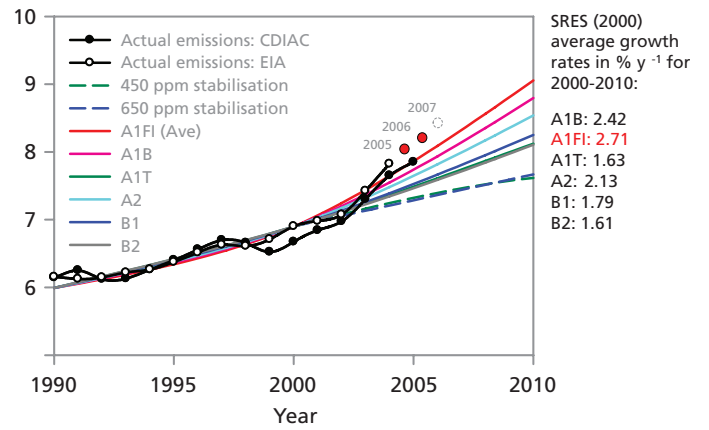
РАЗДЕЛ 2

Dr. Michael R. Raupach, Michael.Raupach@csiro.com, Prof. Nicolas Gruber, nicolas.gruber@env.ethz.ch
 Dr. Josep G. Canadell, Pep.Canadell@csiro.au

Глобальный углеродный цикл демонстрирует сильный дисбаланс вследствие выброса в атмосферу CO₂, обусловленного сжиганием ископаемого топлива и изменением характера землепользования. Выбросы в результате сжигания ископаемого топлива составляют приблизительно 85% от общего объема выбросов, а доля изменения характера землепользования – 15%. Общий объем выбросов экспоненциально вырос приблизительно на 2% в год с 1800 г. Тем не менее, выбросы, обусловленные применением ископаемого топлива, с 2000 г. стали расти приблизительно на 3,4% в год, наблюдаемый темп роста представлен на верхней границе диапазона темпов роста в сценариях МГЭИК. Общий объем выбросов CO₂ привел к росту радиационного воздействия всех парниковых газов на 2/3.

Без стоков CO₂, удаляющих CO₂ из атмосферы и сохраняющих его, общий объем выбросов CO₂, обусловленных деятельностью человека, с 1800 года стал бы причиной увеличения атмосферной концентрации CO₂ с доиндустриального значения в 280 част/млн до почти 500 част/млн. Тем не менее, нарушение баланса углеродного цикла приводит к тому, что огромное количество CO₂, полученного в результате деятельности человека, приводит к перераспределению накоплений углерода в атмосфере, океане и на суше. Следовательно, стоки CO₂ в океане и на суше последовательно поглощали более половины общего объема выбросов CO₂ с 1800 г., а фактическое накопление CO₂ в атмосфере подняло концентрацию CO₂ только до 385 част/млн (рост составляет приблизительно 2 част/млн ежегодно). Тем не менее, такие естественные стоки CO₂ уязвимы перед изменением климата и изменением характера землепользования: они, скорее всего, ослабнут в будущем вследствие некоторых типов воздействия, включая увеличивающееся подкисление океана, изменения океанической циркуляции, а также ограничений, связанных с водой, температурой и питательными веществами, на поглощение CO₂ сушей. Также, ранее инертные углеродные бассейны могут быть введены в действие и выпущены в атмосферу в виде CO₂ или метана, более активного парникового газа. Такие бассейны, подающие повод для беспокойства, включают в себя углерод из тропических торфяников, который уязвим к процессам расчистки и дренажа земель, а также большие запасы органического углерода из арктической вечной мерзлоты, которые уязвимы к потеплению.

В недавних работах ученые начали количественно оценивать усиливающееся воздействие таких уязвимых элементов на изменение климата. Ученые все больше приходят к выводу, что чистый результат деятельности этих элементов должен усилить рост атмосферной концентрации CO₂ и метана к 2100 г., таким образом усиливая изменение климата. Коэффициент усиления определен крайне неточно, и по наилучшим существующим оценкам составляет приблизительно от 0 до более 50%. В соответствии со сценарием выбросов A2 МГЭИК¹, который прогнозирует глобальное потепление приблизительно в 4°C без учета взаимосвязи «углерод-климат», прогнозируется дополнительное потепление с 0,1 до 1,5°C на основании данных об уязвимости стоков в океане и на суше. Дополнительное влияние увеличивающихся выбросов метана и CO₂ в результате таяния вечной мерзлоты, скорее всего, будет значительным, но количественно еще не определено.



Наблюдаемые в глобальном масштабе выбросы ископаемого топлива и промышленного CO₂¹⁸ в сравнении со средними показателями 6 групп сценариев из Специального отчета МГЭИК по сценариям выбросов (цветные линии) и диапазоном, который охватывается всеми отдельными сценариями (серый цвет). Существует два источника данных о выбросах: Центр информации и анализа диоксида углерода (CDIAC) и Международное агентство по энергетике (IEA). Показатель обновляется при помощи самых последних из имеющихся данных (www.globalcarbonproject.org), полученных после первой публикации настоящего отчета.

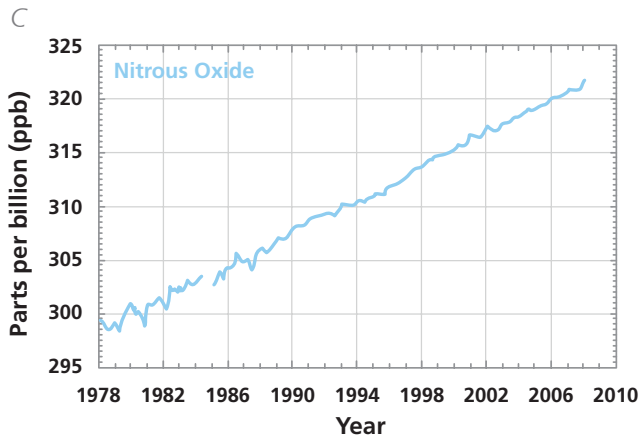
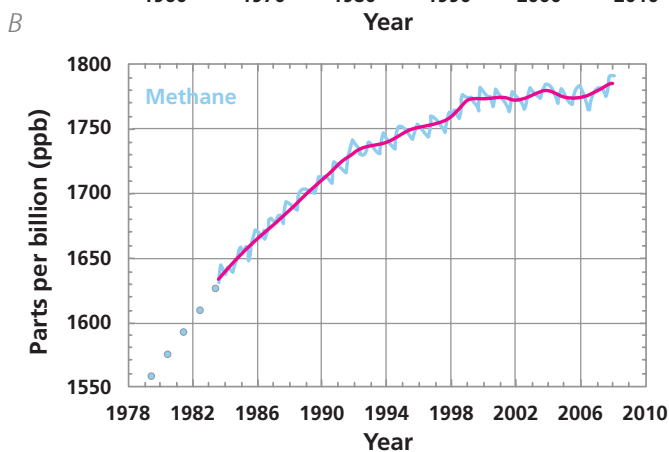
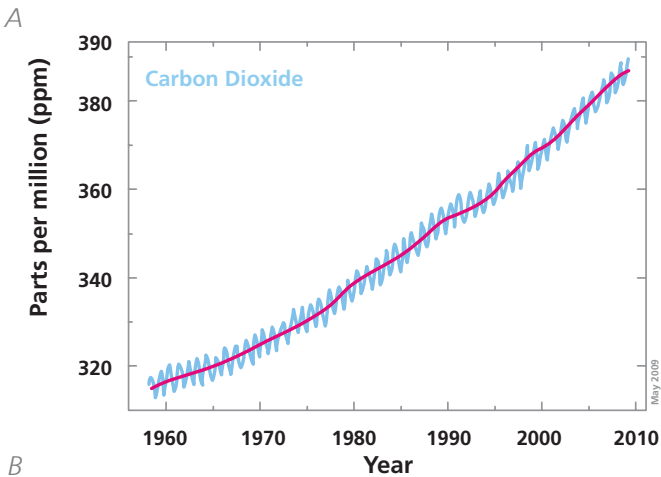


Рисунок 5
 Тенденции изменения атмосферных концентраций парниковых газов: (A) углекислого газа, CO₂, в част/млн (в частицах на миллион) с 1958 года по настоящий момент¹³; (B) метана, CH₄, в част/млрд (в частицах на миллиард) с 1979 года по настоящий момент¹⁴; и (C) закиси азота, N₂O, в част/млрд (в частицах на миллиард) с 1978 года по настоящий момент^{2,13,14,15}.

КЛЮЧЕВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ 2

НАРУШЕНИЕ СОЦИАЛЬНОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

Научно-исследовательское сообщество предоставляет большой объем информации в поддержку обсуждений по «опасному изменению климата». Результаты последних наблюдений показывают, что общество и экосистемы являются в большой степени уязвимыми даже к незначительным уровням изменения климата, а наибольшему риску подвергаются бедные страны и сообщества, экосистемные услуги и биологическое разнообразие. Современному обществу будет сложно справиться с последствиями роста температуры более чем на 2°C, которые, вероятно, приведут к серьезному нарушению общественного и экологического равновесия в текущем столетии и далее.

Определение «опасного изменения климата» – это, в конечном, счете оценочное суждение, которое необходимо сделать всем обществам сообща. Необходимо учесть, по крайней мере, три различных аспекта: (i) негативное воздействие на людей и экосистемы, которое проявляется на различных уровнях изменения климата; (ii) уровни негативных последствий, которые общества согласны претерпевать; и (iii) уровни изменения климата, на которых так называемые переломные точки могут смещаться, где изменение более не является линейным и обратимым, а становится мгновенным, серьезным и, возможно, необратимым с точки зрения времени, отведенного современному обществу. В настоящее время ощущается недостаток таких дискуссий и дебатов¹⁶ (заседание 39), несмотря на тот факт, что научные исследования предоставляют большой объем важных сведений, имеющих отношение к тематике подобных дискуссий.

Хотя человечество еще не пришло к глобальному консенсусу относительно того, какие уровни изменения климата можно определить как «опасные», значительная поддержка²⁰ сформировалась в пользу ограничения роста мировой температуры в максимальных пределах 2°C выше доиндустриального уровня. Такое ограничение часто называется «пороговое значение в 2°C». В докладах МГЭИК²¹, а также в некоторых недавних научных исследованиях³¹ говорится о том, что даже при подъеме температуры менее 2°C, последствия будут значительными, хотя некоторые общества, возможно, смогут справиться с некоторыми из таких последствий путем реализации упреждающих стратегий адаптации. Выше предела в 2°C, способность общества и экосистем к адаптации быстро снижается одновременно с увеличением риска нарушения социального равновесия в результате воздействия на здоровье человека, недостатка воды и острой ситуации с продовольствием.

Одним из самых лучших индикаторов воздействия изменения климата на общество является здоровье и благополучие человека (Раздел 3). Наблюдаемое увеличение температуры на сегодняшний день, приблизительно 0,7°C, уже оказывает воздействие на здоровье человека во многих обществах. Увеличение количества экстремальных метеорологических явлений, например, аномальная жара, наводнения и штормы, приводит к росту смертности и травмирования в результате природных катастроф, связанных с изменением климата¹. Помимо непосредственного воздействия на здоровье, изменение климата также влияет на базовые определяющие факторы здоровья – количество и качество продуктов питания, водных ресурсов и экологический контроль за переносчиками инфекционных заболеваний¹⁶ (заседание 14).

Причинная зависимость изменения климата, здоровья человека и водных систем крайне сильна. С точки зрения здоровья, воздействия изменения климата на водные системы уже явно прослеживается во многих регионах

мира, причем воздействие, вероятно, будет усиливаться в течение нескольких десятилетий, независимо от будущих договоренностей о снижении объема выбросов парниковых газов (Раздел 4). Например, засухи и пересыхание водоемов уже сейчас приводят в некоторых регионах к социальной нестабильности, острой ситуации с продовольствием и

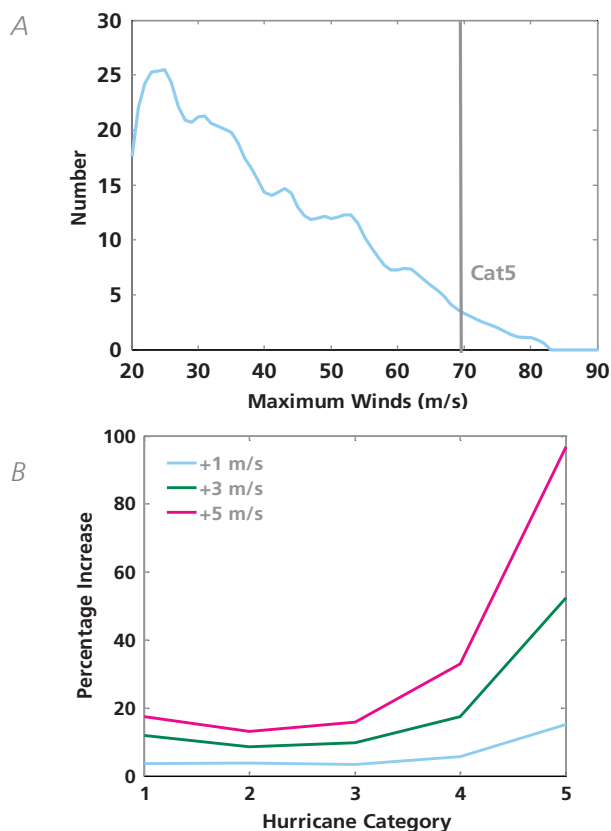


Рисунок 6
(А) Количество тропических североатлантических циклонов с указанием максимальной скорости ветра для каждого (по горизонтальной оси). Наиболее интенсивные тропические циклоны (категории 5) имеют максимальную скорость ветра в 70 м/с или более. (В) Пропорциональное увеличение категории циклона (урагана) (1 – самый слабый; 5 – самый интенсивный) в результате увеличения максимальной скорости ветра (1, 3 и 5 м/с). Обратите внимание на неравномерно сильное увеличение количества самых интенсивных тропических циклонов с умеренным увеличением максимальной скорости ветра по сравнению с увеличением количества менее интенсивных циклонов²³.

Влияние изменения климата на здоровье и благополучие человека

РАЗДЕЛ 3

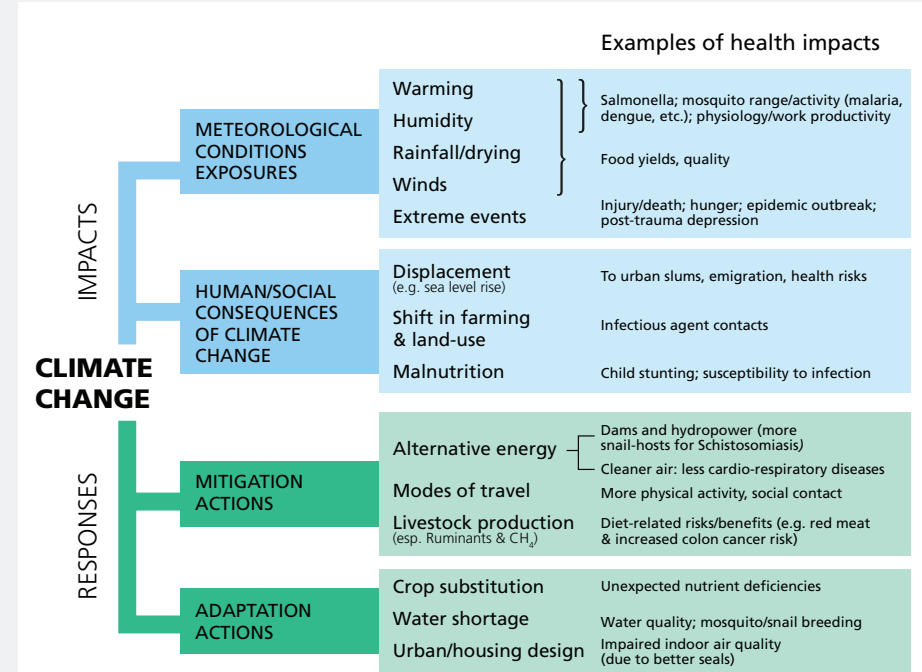
Prof. Anthony McMichael, Tony.McMichael@anu.edu.au & Dr. Roberto Bertolini, Bertolinir@who.int

Серьезные и все более явные риски для здоровья человека в результате изменения климата подчеркивают потенциально серьезное влияние на системы «жизнеобеспечения» Земли. Такой «жизненно важный сигнал» должен помочь сподвигнуть государства к принятию мер. Географически уязвимые группы населения и население с низким доходом находятся под самым большим риском. Они внесли небольшой вклад в возникновение проблемы, но подвергаются значительным рискам для здоровья.

Риски возникают в результате прямых стрессов (например, аномальной жары, стихийных бедствий, обезвоживания организма на рабочем месте), ухудшения экологической обстановки (например, изменения клинической картины инфекционных заболеваний) и нарушений в экосистемах, от которых зависит человечество (например, последствия для здоровья, возникающие в результате снижения производства продуктов питания), перемещения населения и конфликтов за истощенные ресурсы (воду, плодородные земли, рыбные угодья). Таяние ледникового покрова может привести к высвобождению химических загрязняющих веществ, содержащихся во льду, в морскую пищевую сеть.

Многие отдельные последствия можно спрогнозировать, или, в некоторых случаях, наблюдать в настоящий момент. Модельные исследования указывают на то, что рост температуры на 2°C может спровоцировать снижение производства продовольственного зерна на 5-20% в Южной Азии, Юго-Восточной Азии и в Африке на территориях к югу от Сахары, существенным образом усугубляя проблему недоедания и неблагоприятных последствий для здоровья человека (в особенности, для физического и интеллектуального развития ребенка). В отношении многих городских жителей, увеличение температуры на 2°C повысит, согласно подсчетам, годовой уровень смертности вследствие аномальной жары приблизительно вдвое или более. Повышение температуры на 2°C приведет к увеличению на 50-100% географической области потенциальной передачи шистосомоза (переносимого водными улитками) в Китае, подвергая опасности многие десятки миллионов людей. Опыт недавних наблюдений на побережье Аляски показывает что увеличение температуры воды на 1°C после прохождения порогового значения привело к размножению бактерий в раковых моллюсках и ракообразных на протяжении всего летнего периода, и последствием этого стала заболеваемость гастроэнтеритом у потребителей.

Здравоохранительные адаптивные стратегии необходимы уже сейчас для устранения как существующих, так и прогнозируемых рисков. Всемирная организация здравоохранения оказывает поддержку странам-членам в их деятельности, что ведет к оценке официального стандартизированного



риска для здоровья на уровне страны и планированию стратегий адаптации в связи с изменением климата. Тем временем, преимущества для здоровья могут появляться в процессе применения многих мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду путем улучшения качества воздуха, изменения привычек физической активности и сбалансированности принимаемой пищи¹⁶ (заседание 14).

Водные ресурсы и изменение климата: создание устойчивости к внешним воздействиям для обеспечения устойчивого развития в будущем

РАЗДЕЛ 4

Prof. Maria Carmen Lemos, lemos@umich.edu и Prof. Torkil Jørch Clausen, tjc@dhigroup.com

Влияние изменения климата на общество часто прямо или косвенно обнаруживается в гидрологической системе, в виде изменения уровня доступности водоснабжения, увеличения количества наводнений и засух, а также штормов и повышения уровня моря. Эти последствия изменения климата уже ощущаются в настоящий момент, воздействуя в наибольшей степени на беднейшие и уязвимые слои населения и страны. Многие из этих последствий будут усиливаться, независимо от будущих соглашений и действий, предпринимаемых для снижения объема выбросов. Мы обладаем достаточными знаниями, чтобы начать наращивать потенциал в сфере адаптации применительно к наиболее уязвимым сообществам и экосистемам. Тем не менее, для принятия устойчивых решений в интересах будущего необходимо углубить наши знания и улучшить возможности моделирования физических, социальных и экологических процессов, которые оказывают воздействие на устойчивость водных систем к внешним воздействиям. Хорошее управление – это ключ к успешной адаптации, основанной на комплексных и адаптивных подходах, от уровня сообществ до уровня трансграничных бассейнов рек. Остро проявляется необходимость в открытом и прозрачном обмене данными, сведениями и знаниями между всеми заинтересованными сторонами¹⁶ (заседание 29).



Фотографии: John McConico

долгосрочным проблемам со здоровьем вследствие повреждения или разрушения систем жизнеобеспечения¹⁶ (заседание 14). Такие воздействия часто становятся движущей силой стратегий краткосрочного выживания за счет долгосрочной адаптации. Однако, меры по адаптации, необходимые для уменьшения воздействия изменения климата, крайне необходимы уже сейчас. С учетом значительной неопределенности в прогнозах в отношении воздействия изменения климата на водные ресурсы на местном и региональном уровнях, создание устойчивости к внешним факторам, управление рисками и применение адаптивного управления, скорее всего, станут самыми эффективными стратегиями адаптации¹⁶ (заседание 29). Даже в случае эффективной адаптации воздействие на водные ресурсы во многих регионах мира будут серьезными при изменении климата, связанных с увеличением температуры только на 1.0–1.5°C²³.

Сохранение водных ресурсов также является обостряющейся проблемой для городских территорий. Недостаток чистой воды во многих новых мегаполисах, в которых проживает десять миллионов или более, часто малоимущих жителей – уже очень актуальный вопрос. Во многих случаях острота вопроса о снабжении воды обостряется изменениями в характере выпадения осадков и доступности воды вследствие изменения климата. Продолжающийся приток людей в такие новые мегаполисы, куда некоторые бегут из засушливых областей близлежащих регионов, является дополнительнымотягающим фактором проблемы обеспечения водой.

Многие из наиболее разрушительных воздействий изменения климата связаны с экстремальными явлениями – высокоинтенсивными, сравнительно редкими явлениями (например, циклоны и штормы), –

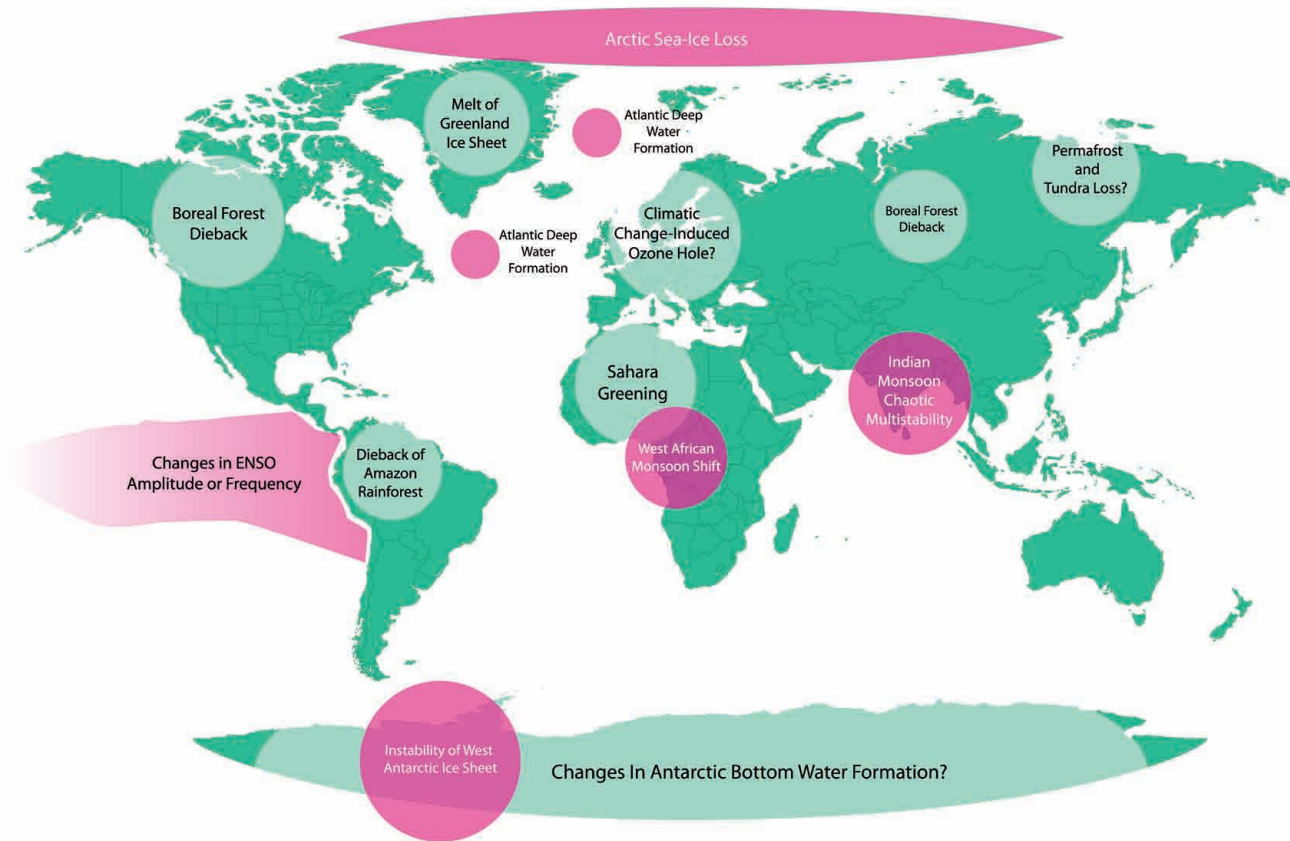


Рисунок 7

Карта потенциальных климатических «переломных элементов». Переломные элементы – это региональные особенности климата, которые могут демонстрировать поведение на грани порогового уровня в ответ на климатические изменения, спровоцированные человеком: например, небольшой объем изменения климата в критической точке может запустить резкий и/

или необратимый процесс сдвига переломного элемента. Последствия таких сдвигов критических элементов, скорее всего, будут тяжелыми для общества и экосистем. Знаками вопроса отмечены системы, чей статус переломных элементов на данный момент особенно не определен^{27,30}.

а не с медленным увеличением средних значений климатических параметров. Более того, экстремальные явления могут реагировать на изменение климата, становясь еще «более экстремальными». Например, даже при умеренном увеличении скорости приповерхностного ветра на 5 метров в секунду в тропических циклонах, возможных при повышении температуры океана всего лишь на 1°C, количество самых интенсивных и разрушительных циклонов (категории 5) может удвоиться, в то время как число случаев менее интенсивных циклонов повысится менее значительно (Рисунок 6). Наблюдения, проводимые в течение последних десяти лет в Северной Атлантике, где количество циклонов категории 5 увеличилось на 300-400%, подкрепляют этот анализ²⁴. Последствия таких явлений для прибрежных сообществ по всему миру, от маленьких рыболовецких деревень на тихоокеанских атоллах до мегаполисов в дельтах китайских рек, возможно, будут крайне серьезными, особенно в сочетании с повышением уровня моря и рядом местных факторов, усиливающих степень уязвимости.

Увеличение уровня накопления CO₂ в атмосфере важно для морских экосистем, так как данный процесс усиливает степень подкисления океана (Раздел 5). Хотя последствия подкисления океана еще точно неизвестны, ожидается, что организмы которые вырабатывают карбонат кальция, будут особенно уязвимыми. Животные, такие как кораллы, могут подвергаться особой опасности – возможно даже вплоть до их полного исчезновения – в течение следующего века, если атмосферные концентрации CO₂ будут беспрепятственно расти. Геологические данные свидетельствуют о том, что восстановление экосистемы после такого изменения кислотности океана, скорее всего, займет сотни тысяч, если не много миллионов, лет, хотя полное восстановление вследствие необратимости исчезновения видов невозможно¹⁰.

Изменение климата воздействует на биологическое разнообразие, в более общем смысле, а также на многие услуги, которое человечество получает

от разнообразных и хорошо функционирующих экосистем. Мы окажемся перед лицом угрожающей катастрофы биологического разнообразия, если средняя мировая температура поднимется выше порогового значения в 2°C, если подкисление океана станет более масштабным, а уровень моря продолжит подниматься²⁶. Такие стрессовые факторы, связанные с изменением климата, будут взаимодействовать с различными существующими стрессовыми факторами в отношении биологического разнообразия. Катастрофа проявится в виде исчезновения существенной доли биологических видов в течение ближайших 100 лет, значительного сокращения ареала обитания и более высокого риска вероятного исчезновения других видов, а также в виде деградации экосистемных услуг (Раздел 6). Ограничение увеличения температуры в пределах 2°C или менее, а также быстрая реализация упреждающих и решительных мер по адаптации в сфере природоохранной политики и управления могут ограничить масштаб кризиса, но не устранить его полностью¹⁶ (заседание 31).

Оценка воздействия изменения климата на важные секторы, такие как водные ресурсы и биологическое разнообразие, и на более общие показатели благополучия, такие как здоровье, является обычным подходом к определению опасного изменения климата. Новейшие данные исследований переломных элементов в системе планеты Земля предлагают другой метод измерения потенциально опасных последствий беспрепятственного изменения климата для человечества²⁷. Переломные элементы возникают, когда малое изменение важной переменной, такой как температура, является причиной быстрого и неожиданно сильного изменения какой-либо характеристики климата, в процессе чего изменяются его состояние или характеристики поведения.

На рисунке 7 изображено местоположение некоторых из таких переломных элементов, любой из которых, приведенный в действие, приведет к нарушению общественного равновесия для очень большого

Увеличение кислотности планеты Земля

Dr. Carol Turley, CT@pml.ac.uk & Prof. Mary Scholes, Mary.Scholes@wits.ac.za

РАЗДЕЛ 5

В настоящий момент происходит подкисление континентальной и океанической биосфер планеты Земля, и причиной этому являются два совершенно разных антропогенных источника.

Подкисление земель инициируется азотной и серной кислотами, и, хотя серьезность проблемы была выявлена еще в 70-е гг. XX века, данный вопрос до сих пор является актуальным для развитого мира и становится все более серьезной проблемой для развивающихся стран. Подкисление земель приводит к изменениям разнообразия видов, чистой первичной продуктивности, дисбалансу неорганических ионов азота в почве и эвтрофикации пресноводных водоемов. Взаимосвязи между земельной и водной системами до сих пор в полной мере не поняты и не исследованы.

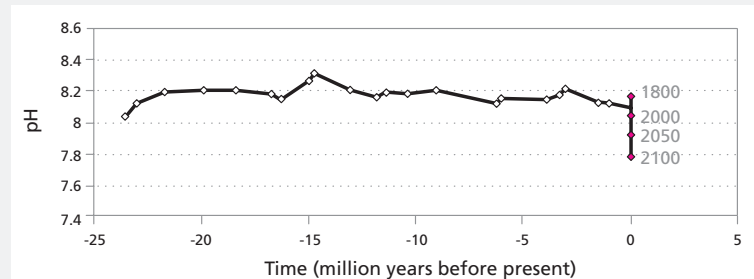
Подкисление океана – это прямое и бесспорное последствие выбросов CO₂ в атмосферу, его последствия для мирового океана выявляются только сейчас. Океаны уже абсорбировали приблизительно 27-34% CO₂, произведенного человечеством с начала промышленной революции. Хотя это и приводит к ограничению содержания CO₂ в атмосфере, при этом происходит значительное изменение химического состава океана. В частности (и это представляет собой серьезную проблему), происходят наблюдаемые изменения pH океана, а также концентраций ионов карбоната и бикарбоната.

Научные данные свидетельствуют о том, что подкисление океана – это серьезная угроза для многих организмов, и его воздействие может проявиться в пищевых сетях и экосистемах, а также в оказываемых ими услугах, стоимостью в миллиарды долларов США. Например, эрозия, вероятно, обгонит процесс роста тропических коралловых рифов при концентрации CO₂ 450-480 част./млн.; уже представлены данные о том, что рост кораллов Большого барьерного рифа снизился на 19%.

Когда концентрация CO₂ в атмосфере достигнет уровня в 450 част./млн., большие области полярных океанов, вероятно, станут факторами коррозии для раковин важнейших морских организмов, содержащих кальций, причем такое влияние будет самым сильным в Арктике. Уже наблюдается снижение веса раковин антарктических планктонических кальцификатов.

Снижение pH также может сделать океаны более шумными в слышимом диапазоне, что, возможно, повлияет на морскую флору и фауну, а также на научные приложения, коммерческие разработки и навигационные приборы, использующие акустические свойства океана.

Темп изменения химического состава океана очень высок (см. рисунок), он изменяется быстрее, чем обусловленный подкислением процесс вымирания, наблюдаемый ранее в истории Земли, после которого восстановление морских экосистем заняло сотни тысяч лет. Подкисление океана будет продолжаться вслед за увеличением выбросов CO₂ в атмосферу, и поэтому экстренное и существенное снижение выбросов – это единственный путь к снижению воздействия подкисления океана.



Кислотность океана (pH) в течение последних 25 миллионов лет и прогноз до 2100 г.р. Чем ниже pH, тем выше подкисление океана.

Биологическое разнообразие и изменение климата: результаты «Оценки экосистем на пороге тысячелетия»

Prof. Harold Mooney, hmooney@stanford.edu & Dr. Anne Larigauderie, anne@diversitasinternational.org

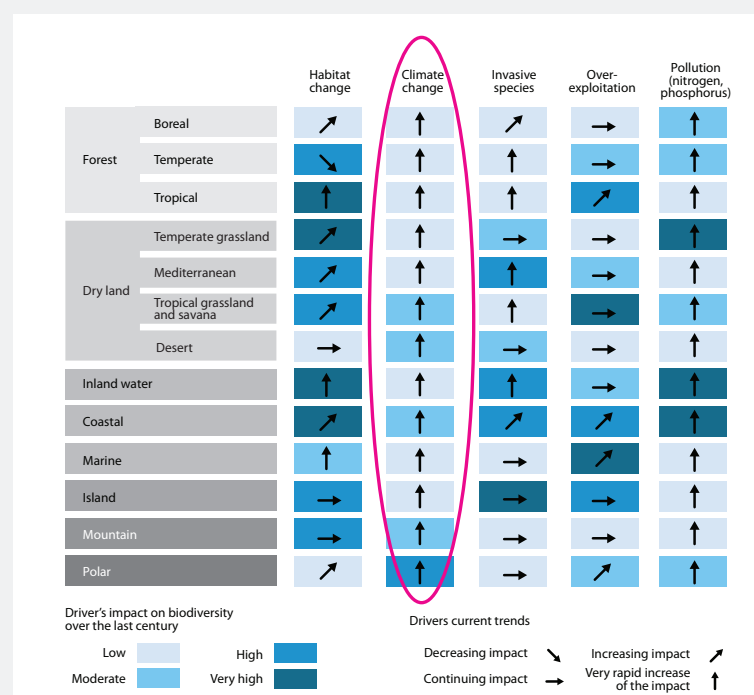
РАЗДЕЛ 6

В течение последних 50 лет человечество изменяло экосистемы более стремительными темпами и в большем масштабе по сравнению с любым сопоставимым периодом времени в истории человечества. Это привело к существенной и преимущественно необратимой потере разнообразия живых организмов на Земле. Распределение видов на Земле становится более однородным как в результате преобладания нарушенных экосистем, так и из-за быстрого размножения чужеродных инвазивных видов. В то же время человечество ускорило темпы исчезновения видов, по крайней мере, в 1 000 раз по сравнению с «фоновыми» темпами, существовавшими на протяжении всей истории планеты. Причинами этого являются хозяйственная эксплуатация земли и косвенные последствия землепользования, такие как потеря среды обитания и фрагментация ландшафта. Например, в настоящее время от 10 до 30% видов млекопитающих, птиц и земноводных находятся под угрозой исчезновения. В целом, изменения, вносимые в экосистемы, увеличивают вероятность нелинейных изменений с серьезными последствиями для благополучия человека. Помимо введения и исчезновения видов к таким последствиям относятся гибель икhtiофауны, эвтрофикация и недостаток кислорода в пресноводных экосистемах, возникновение болезней и изменение климата в регионах.

Изменения, внесенные в экосистемы, привели к существенному чистому росту благосостояния человека и экономического развития, но такой уровень роста был достигнут большой ценой – деградацией экосистемных услуг. В частности, рост ряда производственных услуг (в особенности, в области сельскохозяйственных культур, животноводства и рыбоводства) был достигнут большой ценой по отношению к прочей продукции, такой как древесное топливо и пресная вода, и для важных контролируемых служб, включая службы регионального и местного контроля за изменением климата, контроля качества воздуха, контроля за стихийными бедствиями, а также по отношению ко многим духовным, культурным и эстетическим ценностям. Деградация экосистемных услуг обычно причиняет существенный вред благополучию человека и состоит в утрате природного актива и ухудшении благосостояния страны. Если мы не будем реагировать на эти вызовы, то в результате такого воздействия также существенно снизится количество выгод, которые будущие поколения смогли бы получить от использования экосистем.

Деградация экосистемных услуг может набрать еще большие темпы в течение первой половины этого века. Помимо других причин, непосредственный вклад изменения климата состоит в следующем:

- Возможное будущее воздействие на биологическое разнообразие: к концу века изменение климата и его последствия могут стать основными и непосредственными факторами исчезновения биологического разнообразия и изменений в экосистемных услугах на глобальном уровне.
- Чистое вредное воздействие на экосистемные услуги: имеющиеся научные данные свидетельствуют о том, что если средняя мировая температура поверхности Земли увеличится более чем на 2°C по сравнению с доиндустриальным уровнем температуры, то в будущем мы столкнемся с серьезным чистым вредным воздействием на уровень экосистемных услуг по всему миру.



Существующее воздействие и тенденции различных факторов, оказывающих влияние на основные глобальные биомы. Последствия изменения климата на настоящий момент определяются в пределах от низкого до умеренного с прогнозируемым увеличением степени воздействия в течение ближайших 50 лет. Такая степень воздействия тесно связана со способностью удерживать рост температур в пределах менее 2°C²⁶.

TAR (2001) Reasons for Concern²¹

Updated (2009) Reasons for Concern³¹

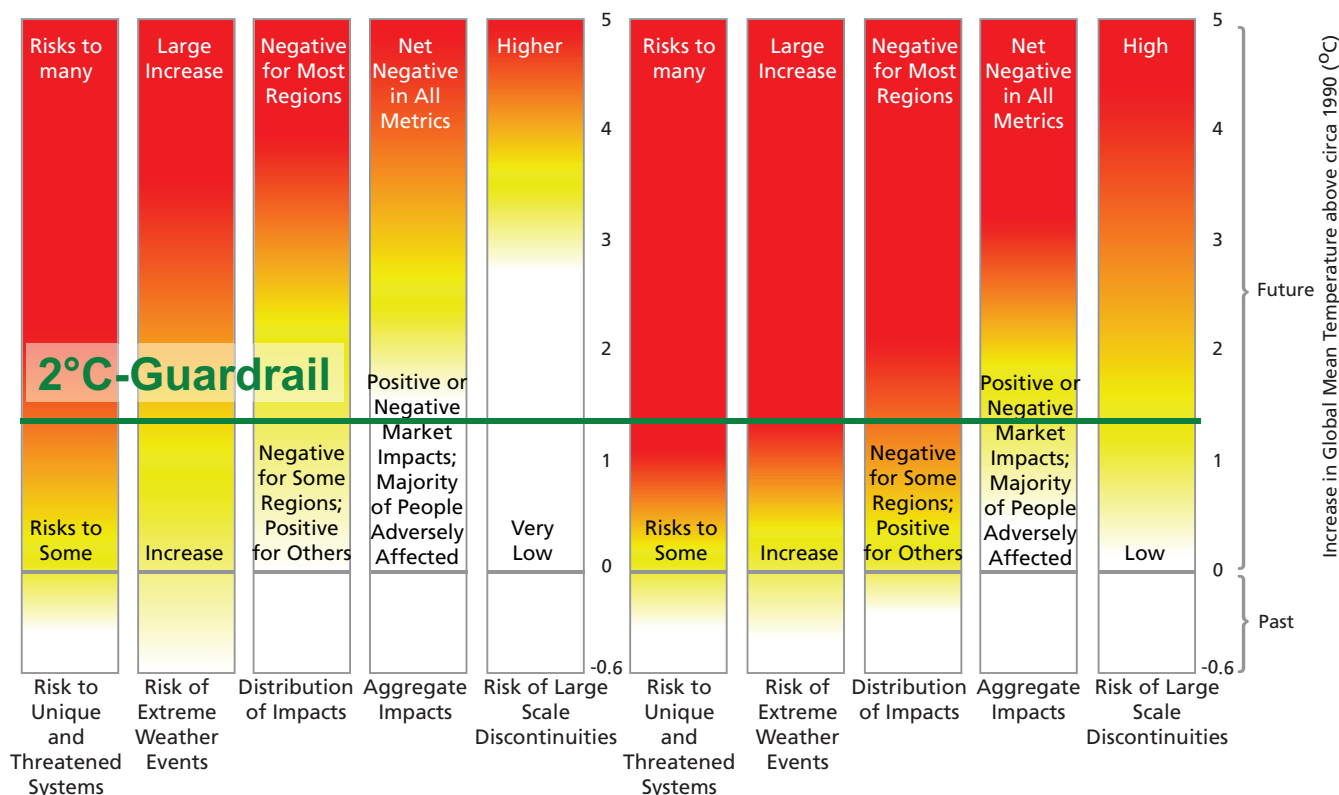


Рисунок 8
 Диаграмма, показывающая связь между потенциальными последствиями изменения климата и повышением средней мировой температуры. Ноль на температурной шкале соответствует приблизительной средней температуре, наблюдаемой в 1990 г., а низ температурной шкалы отображает доиндустриальную среднюю температуру. Уровень риска или значимость потенциальных последствий увеличивается по мере увеличения яркости красного цвета. Пороговое значение в 2°C представлено для сравнения.

количества людей. Изображенные переломные элементы могут быть «запущены» в нынешнем столетии вследствие изменения климата, обусловленного деятельностью человека, и существенно изменятся в течение периодов времени, колеблющихся от десятилетия или менее (как в случае с арктическим морским льдом летом и азиатскими муссонами) до нескольких веков или тысячелетия (как в случае с ледниковым покровом Гренландии). В отношении двух переломных элементов – арктического морского льда в летний период и ледникового покрова Гренландии – увеличение средней мировой температуры в 1-2°C, возможно, станет достаточным для «запуска» их изменений²⁷, хотя в другом исследовании²⁸ указывается, что предельным для ледникового покрова Гренландии станет среднее глобальное потепление в 3,1°C. Однако, масштаб потепления, необходимый для запуска изменений большинства других переломных элементов, до сих пор не установлен, но даже небольшой риск их запуска считается опасным²⁴. Не только увеличение температуры может запустить изменения переломных элементов. В некоторых недавних исследованиях высказывается предположение о том, что подкисление океана (Раздел 5) может привести к созданию в океане зон со сниженным уровнем кислорода – «морских кислородных дыр» – с катастрофическими последствиями для морской флоры и фауны²⁹.

Одной из самых распространенных ответных мер человечества на серьезные экологические проблемы, такие как истощение водных ресурсов и ухудшение продовольственного снабжения, является перемещение в места с лучшими условиями. Внезапное изменение переломного элемента, такое как переход от азиатских муссонов к значительно более засушливому состоянию или окончательная утрата водоаккумулирующей способности в гималайских ледниках, приведет к экологическому стрессу громадного масштаба в виде снижения доступности воды в Индо-Гангской равнине. Вероятность появления большого количества вынужденных мигрантов в результате серьезного воздействия изменения климата привела к поднятию острых вопросов о том, что изменение климата вскоре может стать большой проблемой (Раздел 7).

На основе наилучших имеющихся на настоящий момент научных данных МГЭИК в 2001 г.²¹ разработала типы анализа, о которых говорилось выше, с точки зрения «причин для волнения». Полученное в результате наглядное представление такого синтеза, так называемая «диаграмма тлеющих углей», отображает увеличивающийся риск, сопряженный с различными типами последствий изменения климата в процессе увеличения средней мировой температуры. Используя ту же методологию, перечень причин для волнения был дополнен на основании самых последних исследований³¹.

Некоторые точки зрения на определение опасного изменения климата явно просматриваются при сравнении диаграмм за 2001 и 2009 годы (Рисунок 8). Во-первых, по данным последних аналитических исследований, риски разрушительных последствий изменения климата в настоящий момент проявляются на существенно более низком уровне повышения средней мировой температуры. Во-вторых, пороговое значение в 2°C, которое рассматривалось в 2001 г. как предел возникновения серьезных рисков всех пяти причин для волнения, в настоящее время явно не может рассматриваться как таковое в отношении предотвращения рисков для многих уникальных и находящихся под угрозой экосистем, а также явно недостаточно для предотвращения значительного увеличения количества рисков, связанных с экстремальными метеорологическими явлениями. В-третьих, риски широкомасштабных изменений, как в случае с переломными элементами, указанными выше, считались весьма низкими в 2001 г. при увеличении температуры на 2°C, но в настоящее время считаются умеренными при таком увеличении.

В целом, хотя увеличение температуры на 2°C по сравнению с доиндустриальным уровнем остается наиболее часто упоминаемым пороговым значением для предупреждения опасного изменения климата, тем не менее, такой предел предполагает существенные риски разрушительных последствий для общества и окружающей среды.

Последствия изменения климата с точки зрения безопасности

Prof. Ole Wæver, ow@ifs.ku.dk

РАЗДЕЛ 7

Изменение климата может привести к усилению напряженности, вследствие которой между обществами увеличится частота возникновения конфликтов с применением силы, которые возникают преимущественно на основании этнической или политической напряженности. Бремя проблем, связанных с изменением климата, ослабляет способность обществ надлежащим образом устранять очаги такой напряженности. Изменение условий заселения, сельского хозяйства, разработки недр, транспорта, заболеваемость и стихийные бедствия приводят к возникновению локальных конфликтов в результате конкуренции, а также к возникновению международных конфликтов вследствие миграции или изменения соотношения сил.

С исторической точки зрения, основным ответом человечества на изменение климата, помимо способности к адаптации на местном уровне, была миграция. Когда в прошлом человеческие сообщества временами справлялись таким образом со сравнительно серьезными изменениями, мир еще не был поделен на государства с четко закрепленными границами, а климат менялся гораздо медленнее, чем в настоящий момент. Сегодня же высокий уровень миграции обычно не поощряется государствами и становится острым вопросом в их отношениях^{39,40}.

Некоторые исследователи подчеркивают, что взаимосвязь между изменением климата и конфликтами не представлена документально в количественных показателях⁴¹; другие указывают на то, что такую взаимосвязь невозможно установить вследствие характера таких наборов данных и сравнительно недавней материализации воздействия на общество набирающего темп изменения климата^{42,43}. Большое количество исследований в настоящее время нацелено на получение данных, в большей степени сфокусированных на измерении этих отношений, таким образом, подготавливая международное сообщество для управления возникающими вследствие этого конфликтами. Тем временем проводится большое количество закрытых аналитических исследований. Разведывательные службы и военные ведомства еще более определенно помещают изменение климата в центр внимания при подготовке к будущим конфликтам^{44,45}. Если ведущие державы окажутся втянутыми в конфликты, политическое сотрудничество в области климата еще больше осложнится.

Если международная политика в области климата будет очевидно неудачной, односторонние попытки справиться с экстренной ситуацией могут привести к конфликтам, например, в сфере геоинженерии. Политика в области изменения климата, равно как и ее отсутствие, также сами по себе могут стать предметом международных конфликтов или послужить в качестве оправдания применения жестких мер. Так, президент Уганды Йовери Мусевени заявил в своем известном высказывании о том, что изменение климата – это «акт агрессии со стороны богатых против бедных».

В целом, если проблемы переводятся в сферу безопасности, то государственные лидеры получают большую свободу действий в выборе жестких мер. Крайне важно, чтобы такое «расширение полномочий во благо безопасности» в случае с изменением климата «выливалось» в процесс усиления позиций международных институтов, а не в односторонние действия в чрезвычайных ситуациях^{42,43,46}.

Учет фактора безопасности при анализе изменения климата сопряжен с риском умножения порочных кругов. В тех регионах мира, где здоровье и благополучие населения наиболее



Фотографии John McCormico

подвержены воздействию изменения климата, вероятность возникновения конфликтов возрастет больше всего, и следствием таких конфликтов будет дальнейшее снижение уровня жизни населения. Более благополучные в мире регионы скорее всего первыми ощутят на себе «эффект распространения нестабильности» в случае возникновения очагов особой напряженности (например, беженцы и болезни), а при дальнейшем увеличении температуры они столкнутся с необходимостью пересмотра своих приоритетов безопасности с учетом изменения климата.



КЛЮЧЕВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ 3

ДОЛГОСРОЧНАЯ СТРАТЕГИЯ: ГЛОБАЛЬНЫЕ ЦЕЛИ И СРОКИ

С целью избежания «опасного изменения климата», вне зависимости от того, как оно определяется, необходимо быстрое, последовательное и эффективное снижение воздействия на окружающую среду, основанное на скоординированных действиях на международном и региональном уровнях. Недостаточно высокие цели к 2020 г. повышают риск опасных последствий, включая прохождение переломных точек, и делают задачу достижения целей на 2050 г. более сложной и дорогостоящей. Установление адекватных долгосрочных цен на углерод и принятие политики, которая стимулирует рациональное использование энергии и развитие низкоуглеродных технологий, являются центральным приоритетом в эффективном снижении воздействия на окружающую среду.

Цель ограничения процесса потепления в пределах увеличения средней мировой температуры не более, чем на 2°C выше доиндустриального уровня играет основную роль в существующих дискуссиях о приемлемой политике в области климата. Как уже отмечалось в предыдущем разделе, потепление на 2°C само по себе является серьезным риском для человеческого общества и природных экосистем. Несмотря на это, тот факт, что средняя мировая температура уже выросла приблизительно на 0.7°C и что выбросы парниковых газов в результате деятельности человека все увеличиваются (Раздел 2), говорит о том, что достижение более амбициозных целей чрезвычайно сложно. Вследствие инерции самой климатической системы, в отчете МГЭИК от 2007 г.² утверждается, что увеличение мировой температуры приблизительно на 1.4°C выше доиндустриального уровня неизбежно. Инерция также присуща и человеческим системам, но ее сложнее оценить количественно и до сих пор неизвестно, как быстро и насколько радикально общество может или будет снижать объем выбросов парниковых газов.

Какого уровня снижения объема выбросов необходимо достичь для удержания процесса изменения климата на правильной стороне порогового значения в 2°C? МГЭИК¹ подсчитала уровень атмосферных концентраций парниковых газов, при котором процесс увеличения средней мировой температуры можно было бы удержать в пределах различных диапазонов (Таблица 1). Концентрации даны как для CO₂, так и для эквивалентов CO₂. Эквиваленты CO₂ включают комплексное тепловое воздействие CO₂ и парниковых газов, не относящихся к CO₂ (за исключением водяного пара), а также чистое охлаждающее воздействие аэрозолей в атмосфере. Эквиваленты CO₂ представлены в виде эквивалентного объема CO₂, который требуется для получения аналогичного чистого потепления, вызванного такими другими газами и аэрозолями. Аэрозоли – это мельчайшие частицы, распыленные в атмосфере, которые отражают поступающее излучение солнца и тем самым оказывают охлаждающее воздействие. Так как нормы загрязнения воздуха становятся более жесткими, и количество частиц, выбрасываемых в атмосферу в результате деятельности человека, снижается, охлаждающее воздействие аэрозолей в атмосфере также будет снижаться.

В соответствии с данными аналитического исследования МГЭИК, атмосферная концентрация CO₂ не должна превышать 400 част/млн CO₂, если необходимо удержать повышение мировой температуры в пределах 2,0 – 2,4°C. На сегодняшний день концентрация CO₂ составляет приблизительно 385 част/млн³³, и повышается на 2 част/млн в год. Концентрация всех парниковых газов в 2007 г., включая CO₂ и газы, не относящиеся к CO₂, составляла приблизительно 463 част/млн эквивалентов

CO₂. Если скорректировать данную концентрацию с учетом охлаждающего воздействия поступающих аэрозолей, концентрация эквивалентов CO₂ составит 396 част/млн³⁴. В недавнем исследовании³⁵ было установлено, что концентрация в 450 част/млн эквивалентов CO₂ (с учетом охлаждающего воздействия аэрозолей) дает нам 50-процентный шанс ограничения роста температуры в пределах 2°C или менее.

Таким образом, атмосферные концентрации CO₂ уже находятся на таких уровнях, которые, в соответствии с прогнозами, приведут к глобальному потеплению в диапазоне между 2.0 и 2.4°C (Таблица 1). Если общество намеревается стабилизировать концентрации парниковых газов на данном уровне, то, теоретически, необходимо снизить уровень глобальных выбросов на 60-80% прямо сейчас, а фактический объем зависит от объема, абсорбируемого океанами и сушей. С учетом того, что такое немедленное и резкое снижение объемов выбросов невозможно, концентрации парниковых газов будут увеличиваться в течение следующих нескольких десятилетий. Превышение атмосферных концентраций парниковых газов, необходимых для ограничения глобального потепления в пределах 2°C, таким образом, неизбежно. Для ограничения диапазона превышения концентрации объем выбросов должен достичь своего пика в ближайшем будущем. В недавних исследованиях^{22,36,37} высказано предположение о том, что если верхний предел выбросов парниковых газов будет достигнут только после 2020 г., скорость снижения объемов выбросов, необходимую впоследствии для сохранения определенного шанса ограничения потепления в пределах 2°C, необходимо будет повышать на 5% в год. Это пугающий вызов по сравнению с рассчитанным на длительный срок среднегодовым увеличением выбросов в 2% (Раздел 2). Вывод из аналитических исследований МГЭИК и более поздних исследований³⁸ прост – необходимо немедленное и значительное снижение объемов выбросов всех парниковых газов, если пороговое значение в 2°C должно быть соблюдено.

Краткосрочные финансовые проблемы, политические и институциональные ограничения, а также недостаточная степень осведомленности и обеспокоенности общественности – это наиболее значительные препятствия на пути немедленного начала амбициозного снижения объемов выбросов. До сих пор экономическое сообщество не пришло к единому мнению о том, является ли изменение климата просто экзогенным фактором, похожим на любые другие, или он существенно отличается от всего, с чем когда-либо сталкивалось человечество^{38,39}. Также не существует единого мнения о том, каким образом следует определять объем затрат на снижение влияния на окружающую среду в сравнении со стоимостью будущих затрат, которые появятся из-за сегодняшнего бездействия, а также каким

Цена промедления

Prof. Lord Nicholas Stern, n.stern@lse.ac.uk

РАЗДЕЛ 8

Отсрочка снижения уровня выбросов, возможно, приведет к большим затратам. Это подразумевает:

- увеличение объема выбросов в настоящий момент приводит к более существенному и быстрому росту температур, и, таким образом, к более серьезным последствиям и затратам на адаптацию.
- Замыкание в инфраструктуре с высоким содержанием углерода и торможение «экологически чистого» технологического развития.
- В дальнейшем требуется более существенное сокращение выбросов.

Увеличение объема выбросов в ближайшее время поставит нас перед фактом возникновения более серьезного изменения климата, что приведет к увеличению затрат на борьбу с его последствиями и потребует большего объема инвестиций в сфере адаптации. Более того, все вышеуказанное приведет к увеличению темпов изменения климата, что повлечет за собой еще большие вызовы с точки зрения принятия мер по адаптации. Существует большой риск прохождения переломных точек и, при условии появления все большего числа примеров, проблем, связанных с переходом на более амбициозные цели.

Различные траектории выбросов будут оказывать различное воздействие и иметь различное значение для адаптации, а также подразумевать различный объем затрат на снижение воздействия на окружающую среду. Радикальное снижение объемов выбросов подразумевает

досрочное выбытие основного производительного капитала (физических инвестиций, таких как автомобили и электростанции) и потенциально очень затратно. Это увеличивает стоимость новых инвестиций как в результате применения развивающихся технологий на ранних этапах, так и вследствие досрочного вывода оборудования, основанного на применении более старых технологий, в частности, в капиталоемких секторах с большим объемом инвестирования, таких как сектор производства электроэнергии, где срок службы электростанций составляет приблизительно 40-50 лет.

Хотя применение неотработанных технологий влечет более серьезные затраты, такие технологии не будут совершенствоваться без должного инвестирования и без четких политических посылов. Развитие новых технологий снижает затраты на снижение объемов выбросов в будущем. Динамика сокращения объемов выбросов в будущем зависит от применения инноваций, обеспечивающих развитие экономичных низкоуглеродных подходов в секторах, которые в настоящий момент было бы слишком дорого декарбонизировать, например, авиационная промышленность и сельское хозяйство. Если говорить о существующем уровне выбросов, то чем дольше мы откладываем принятие решений в отношении сравнительно малозатратных способов сокращения выбросов (например, в отношении рационального использования энергии и обезлесения), тем больший объем сокращения выбросов потребует установить в данных высокочрезвычайно затратных секторах. Несмотря на то, что риски существуют с обеих сторон, на основании имеющихся данных можно предположить, что именно расплата за последствия недостаточных действий доминирует в большинстве существующих предложений³⁹.



Фотографии: John McConico

Temperature rise	CO ₂	CO ₂ -eq.	Year of peak emissions	% change in global emissions
Global average temperature increase above pre-industrial at equilibrium, using "best estimate" climate sensitivity	CO ₂ concentration at stabilisation (2005 = 379 ppm)	CO ₂ -eq. concentration at stabilisation including GHGs and aerosols (2005 = 375 ppm)	Peaking year for CO ₂ emissions	Change in CO ₂ emissions in 2050 (percent of 2000 emissions)
°C	ppm	ppm	year	percent
2.0 - 2.4	350 - 400	445 - 490	2000 - 2015	-85 to -50
2.4 - 2.8	400 - 440	490 - 535	2000 - 2020	-60 to -30
2.8 - 3.2	440 - 485	535 - 590	2010 - 2030	-30 to +5
3.2 - 4.0	485 - 570	590 - 710	2020 - 2060	+10 to +60
4.0 - 4.9	570 - 660	710 - 855	2050 - 2080	+25 to +85
4.9 - 6.1	660 - 790	855 - 1130	2060 - 2090	+90 to +140

Таблица 1
Основные характеристики различных траекторий выбросов, необходимых для стабилизации атмосферных концентраций парниковых газов, для CO₂ и эквивалентов CO₂. Повышение равновесной мировой средней температуры по сравнению с доиндустриальным уровнем дано для каждого уровня стабилизации. Только первый сценарий, показанный в первой строке, предусматривает возможность невыхода за пределы порогового значения в 2°C. Следует отметить, что существующая атмосферная концентрация парниковых газов составляет приблизительно 385 частей/млн CO₂ и 396 частей/млн эквивалентов CO (включая охлаждающее воздействие аэрозолей). Изменено с 1 (таблица 5.1, стр. 67).



образом следует оценивать риски изменения климата. Как бы то ни было, все большее количество аналитических исследований указывает на то, что затраты как на адаптацию к изменению климата, так и на снижение его влияния, увеличатся, если мы отложим принятие мер¹⁶ (заседания 32 и 52), (Раздел 8). В целом, экономические аналитики соглашаются с тем, что неопределенность масштабов изменения климата в будущем не является рациональной причиной отсрочки программ сокращения выбросов. Существующие экономические структуры и интересы, тем не менее, могут часто препятствовать эффективным действиям в рамках политики в области изменения климата.

Несмотря на то что это может быть трудно с политической точки зрения, важным шагом на пути сокращения выбросов может быть установление надлежащей стоимости выбросов парниковых газов для предпринимателей и потребителей^{38,39}. Установление цен на выбросы можно осуществить как путем установления количественных обязательств по выбросам и торговли квотами (с помощью гармонизированных налогов и цен на выбросы), так и путем комбинирования данных подходов. В любом случае, вероятно, потребуется применение другой политики и иных программ для устранения дополнительных экзогенных факторов и неэффективности рыночных механизмов (Раздел 9). Если необходимо достигнуть, амбициозные цели снижения влияния на окружающую среду, то программы по снижению объема выбросов и установление цен на углерод следует реализовать в кратчайшие сроки и в стабильных рамках проводимой политики. В результате появятся сигналы для инвесторов, потребителей и новаторов о будущей среде рынка, тем самым стимулируя процесс инвестирования и в конечном итоге снижения затрат на достижение существующей цели по снижению влияния на окружающую среду. Наряду с установлением цен на углерод, принятие политики и норм, способствующих рациональному использованию энергии – например, установление стандартов потребления энергии для жилых помещений, бытовых приборов и транспортных средств^{32,48,49}, – и широкое применение низкоуглеродных технологий также важны для быстрого и эффективного снижения влияния на окружающую среду⁵⁰.

Без глобального сотрудничества широкомасштабную деятельность по защите климата будет практически невозможно осуществить. Для достижения амбициозных целей снижения влияния на окружающую среду чрезвычайно важно действовать максимально быстрыми темпами в целях широкого включения всех крупных держав во всеобъемлющий процесс принятия мер по снижению влияния на окружающую среду^{16,51,52,53} (заседания 32 и 52). Тем не менее, существующий мировой экономический кризис свидетельствует о том, что неприемлемо создавать замысловатую, крайне взаимосвязанную глобальную систему, в которой кризисные явления в одном элементе системы приводят к кризису системы в целом¹⁶ (заседание 23). Несмотря на это, глобальный план действий, глобальные обязательства и глобальные рамки являются необходимыми условиями создания надлежащего уровня координации мер на всех уровнях, включая местный, национальный и региональный¹⁶ (заседание 58).

Технические препятствия также играют важную роль в дополнение к экономическим и политическим ограничениям снижения концентраций парниковых газов. Стабилизирование атмосферных концентраций на любом уровне потребует снижения объемов выбросов до уровня, близкого к нулю, в долгосрочной перспективе⁵⁴. Некоторые из прогнозируемых путей, предоставляющих определенный шанс удержания потепления в пределах порогового значения 2°C (Рисунок 9) предполагают, что мировое общество может столкнуться с необходимостью разработки возможностей удаления

углерода из атмосферы⁵⁵. Хотя некоторые многообещающие технологии – например, «улавливание и хранение углерода» – уже разрабатываются⁵⁶, они до сих пор еще на пути к коммерческому и широкомасштабному применению¹⁶ (заседание 17).

С учетом грандиозного масштаба вызова снижения влияния на окружающую среду, все больше внимания уделяется радикальным программам снижения влияния на окружающую среду и их практическому применению. Аналитические исследования варьируются от анализа возможных энергоэффективных мер¹⁶ (заседание 20) и технического новаторства в системах возобновляемых источников энергии⁵⁷ до интегрированных оценок технической осуществимости и экономической доступности путей сокращения выбросов для стабилизации концентраций парниковых газов на уровне 400, 450 и 550 част/млн эквивалентов CO₂ соответственно (Рисунок 9). Цель стабилизации концентрации эквивалентов CO₂ на уровне 400 част/млн (приблизительно на уровне, существующем сегодня) по некоторым оценкам дает нам 75% шанс удержания глобального потепления на уровне менее 2°C^{22,35}. Модель «энергия-окружающая среда-экономика» предполагает, что такой низкоуглеродный путь развития достижим с умеренными затратами, если будет разработан и применен полный набор технологий, включая широкомасштабное использование биомассы и вариантов улавливания и хранения CO₂¹⁶ (заседание 27),⁶⁰.

Другие утверждают, что вызов, связанный со снижением влияния на окружающую среду, может быть гораздо значительнее, чем предполагается сегодня, и что необходимые инновационные стратегии, возможно, натолкнутся на технические, социальные и экологические барьеры. Такая цепочка доказательств указывает на инженерную геологию, в рамках которой человечество умышленно манипулирует климатическими процессами глобального масштаба в целях достижения охлаждения планеты – возможного варианта в дополнение к стратегиям снижения влияния на окружающую среду⁶¹. Принятие обществом геоинженерных подходов, тем не менее, еще требует подтверждения⁶².

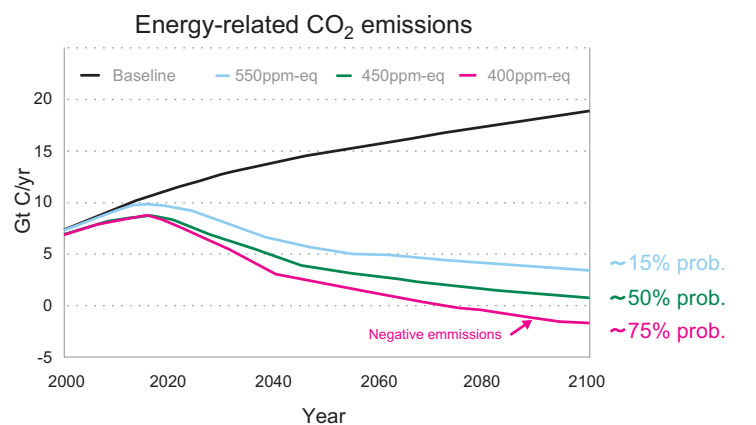


Рисунок 9 Траектории связанных с энергией выбросов с 2000 по 2100 гг., необходимые для стабилизации парниковых газов в атмосфере по трем разным направлениям. Черная линия представляет относительную траекторию без привязки к какой-либо политике в области климата. Оценочные (медиана) вероятности ограничения глобального потепления в пределах максимум 2°C указаны для трех уровней стабилизации^{35,58,63}.

Экономические рычаги для снижения влияния на окружающую среду

РАЗДЕЛ 9

Dr. Frank Jotzo, frank.jotzo@anu.edu.au

Политика цен в отношении выбросов – это основной экономический инструмент контроля выбросов парниковых газов. Два основных инструмента ценообразования являются налог на выбросы углерода (в котором устанавливается цена на выбросы) и торговля квотами на выбросы парниковых газов (в которых устанавливается количество, «ограничение и торговля квотами»). Существует также возможность применения комбинированных схем. Большинство планируемых и действующих схем используют торговлю квотами на выбросы парниковых газов, иногда с применением элементов регулирования цен. Налоги и торговля квотами действуют по-разному в ситуации неопределенности, и среди экономистов продолжаются дискуссии о том, какой из подходов является наилучшим, но основополагающий принцип остается прежним: штрафные санкции предусматриваются за выбросы парниковых газов и их действие распространяется посредством рыночных механизмов, тем самым создавая стимулы для снижения объемов выбросов. Коммерческие предприятия и потребители переходят на технологические процессы или продукцию с более низким уровнем выбросов, так как это является более экономичным. Конечный результат получается рентабельным, так как изначально используются наименее затратные варианты.

Субсидии на низкоуглеродные технологии являются еще одним важным инструментом в решении проблем, связанных с экзогенными факторами и неэффективностью рыночных механизмов, которые могут продолжаться в условиях ценообразования в области выбросов.

В качестве примеров можно привести эффект распространения знаний в области исследований и разработок (ИиР), кредитные ограничения для инвестиций и неверное мотивирование конечных потребителей. Во многих странах пакеты фискальных стимулов, используемые в качестве ответных мер на рецессионные последствия мирового финансового кризиса, включают государственное инвестирование в низкоуглеродные технологии и инфраструктуру. Регулятивные подходы, применимые к отдельным секторам, также являются частью комплекса экономических инструментов по управлению климатом, например, подходы, в рамках которых коммунальные предприятия обязаны приобретать минимальную долю электроэнергии, производимой с помощью возобновляемых источников энергии. Нормативные акты могут также включать рыночные механизмы, такие как торговля квотами возобновляемых источников энергии между коммунальными предприятиями.

Основное внимание при выборе и разработке экономической политики для снижения воздействия парниковых газов на окружающую среду уделяется рентабельности и политической жизнеспособности такой политики. Приоритетным является создание стабильных ценовых сигналов и долгосрочных прогнозов роста цен на углерод в целях поддержания долгосрочного инвестирования мер по снижению влияния на окружающую среду; не менее важным является применение такой политики во всех секторах и странах для создания более максимальных стимулов, чтобы снизить объемы выбросов и уменьшить совокупные экономические затраты.



КЛЮЧЕВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ 4

ВОПРОСЫ НЕСПРАВЕДЛИВОСТИ

Влияние изменения климата на человека сильно различается и будет различаться внутри стран и регионов и между ними; различно его влияние на нынешнее и будущие поколения, на сообщества людей и на мир природы. Необходима эффективная с достаточным финансированием программа по обеспечению адаптации для тех людей, которые в наименьшей степени способны справляться с последствиями изменения климата, а также необходимы справедливые стратегии по снижению влияния изменения климата для защиты бедных и наиболее уязвимых. Решение проблем изменения климата должно стать неотъемлемой частью более широких целей стимулирования социально-экономического развития и снижения несправедливости в мире.

Вопросы справедливости явным образом связаны с причинами и последствиями изменения климата, они имеют особую важность в процессе разработки решений относительно изменения климата. Изменение климата происходит неоднородно в разных странах мира. Температура быстрее растет вблизи полюсов, чем вблизи экватора, выпадение атмосферных осадков изменяется сложными путями: некоторые регионы становятся более влажными, в то время как другие страдают от засухи, а экстремальные явления возникают более часто в одних местностях по сравнению с другими. Неравенство также явно выражено в человеческом аспекте изменения климата. В целом, развитые страны в большей степени ответственны за изменение климата вплоть до настоящего времени, в то время как развивающиеся страны страдают от большинства последствий. Например, влияние изменения климата на здоровье населения чрезвычайно неравномерно. Бедные, деклассированные элементы, необразованное население и географически уязвимое население находятся под наибольшим влиянием риска травмирования и смерти¹⁶ (заседание 14). В целом, бедные слои населения обладают наименьшими возможностями адаптации к изменению климата. Любое долгосрочное и широко распространенное решение в связи с проблемой изменения климата должно признавать и учитывать такие вопросы справедливости в процессе переговоров и заключения соглашений.

Степень уязвимости к последствиям изменения климата сильно различается по всему миру, при этом вопросы этики и справедливости становятся основными факторами в процессе разработки подходов к адаптации. Обсуждение неравенства, связанного с адаптацией, как правило, включает в себя дискуссию о взаимосвязи адаптации с национальным уровнем бедности, региональными дисбалансами адаптивных возможностей, обсуждением адаптации с точки зрения колониализма в прошлом, ответственностью за финансирование адаптации и этическими вопросами распределения бремени адаптации в уже неравном мире¹⁶ (заседания 10 и 11). Для решения этих вопросов справедливости был предложен ряд моделей, часто разработанных на основании концепции хорошо финансируемой системы социального обеспечения в целях адаптации для самых уязвимых слоев населения (Раздел 10).

Глобальный анализ «горячих точек» в свете дефицита воды и уязвимости сельскохозяйственных и продовольственных систем может выявить группы людей и местности, наиболее уязвимые к дефициту продуктов питания (Рисунок 10), тем самым помогая направить ресурсы и опыт для снижения степени уязвимости данных категорий. На сегодняшний день проводилось удивительно малое количество исследований, в особенности в отношении поддержания или увеличения продуктивности продовольственных систем в условиях изменяющегося климата или исследований в отношении уязвимости к изменению климата иных аспектов пищевых систем, таких как сети распределения продукции и качество продуктов питания. Такой недостаток исследовательского внимания – обычная проблема многих развивающихся регионов мира, в рамках которых вопрос выживания в

ближайшем будущем превалирует над вопросами долгосрочной адаптации к изменению климата. Тем не менее, поскольку важность воздействия изменения климата все увеличивается, потребуются дополнительные ресурсы как для исследований, так и для принятия мер по снижению степени уязвимости тех регионов мира, в которых дефицит продуктов питания ощущается наиболее остро^{64,65}.

Вопросы справедливости рассматриваются как с точки зрения времени, так и с точки зрения пространства. В недавнее время много обсуждались обязательства существующего поколения перед будущими поколениями, и, несмотря на горячие дебаты по многим аспектам справедливости между поколениями, в некоторых сферах договоренности удалось достичь. Во-первых, стандартные экономические подходы с использованием анализа рентабельности и стандартное дисконтирование не отражают разнообразие перспектив по обязательствам перед будущими поколениями. Во-вторых, результаты множества различных философских прогнозов аналогичны – следование подходу «привычная модель бизнеса» в отношении изменения климата является несправедливым к будущим поколениям, которые обладают основополагающим правом на окружающую среду, пригодную для существования в ней. В целом, нынешнее поколение управляет природным капиталом Земли таким образом, что существенную часть экологического долга придется выплачивать следующим поколениям¹⁶ (заседание 12).

Развивающаяся катастрофа в области биологического разнообразия поднимает не только острые вопросы оказания экосистемных услуг людям²⁶, но и выявляет этические проблемы, связанные с отношениями человечества и остальной природой. Хотя современное общество часто воспринимает мир природы как громадное множество ресурсов для использования, рекреационные и духовные ценности природы остаются важными для многих людей. Таким образом, возможное исчезновение харизматичных видов, как, например, императорские пингвины, или традиционных экосистем, таких как коралловые рифы или тропические леса, вследствие изменения климата является неприемлемым для большого количества людей. Биоцентрические и эоцентрические этические взгляды на мир придают моральный статус растениям, животным и экосистемам, и поэтому исчезновение видов в результате изменения климата считается несправедливостью по отношению к ним, когда рассматривается вопрос справедливости в отношениях между человечеством и остальной природой¹⁶ (заседание 13).

Вопросы справедливости также важны в связи с процессом снижения влияния изменения климата на окружающую среду, и такие вопросы постоянно включаются в обсуждение дифференциации ответственности за снижение объемов выбросов в разных странах. Научная база дилеммы справедливости в отношении снижения влияния на окружающую среду представляет собой, так называемую, проблему «запасов и потоков»¹⁸. Климат реагирует на содержание парниковых газов в атмосфере – запасы.

Финансирование адаптации

Prof. J. Timmons Roberts, jtrobe@wm.edu и Prof. Coleen Vogel, Coleen.Vogel@wits.ac.za

Беднейшие страны планеты обычно являются наиболее уязвимыми к последствиям изменения климата, но они в меньшей степени виновны за их возникновение. Как в РКИК ООН, так и в Киотском протоколе указано, что необходимо вливание крупных денежных средств теми странами, которые имеют «возможность» справиться с изменением климата и управлять им, в экономики стран, лишенных такой возможности. Выразить свое согласие с данным принципом было несложно; тем не менее, в глобальном соглашении необходимо осветить ряд ключевых вопросов. Какие суммы требуются для адаптации, и каким образом мы можем определить и оценить такие затраты как в ближайшей, так и в долгосрочной перспективе? Кто должен финансировать адаптацию и какими должны быть затраты каждой страны? Какие существуют возможности надежного и справедливого привлечения надлежащих денежных средств? Каким образом следует справедливо распределять международные денежные средства, выделенные на адаптацию, и каким образом их следует эффективно использовать?

Приблизительная сумма денежных средств, необходимая развивающимся странам для адаптации к вероятным последствиям изменения климата, в настоящее время составляет от восьми до более ста миллиардов долларов США в год, но совершенно ясно, что в дальнейшем, начиная с сегодняшнего дня, возможно, необходимо будет привлекать десятки миллиардов долларов США ежегодно. Средства в существующих фондах добровольных взносов крайне недостаточны. Как и в большинстве случаев со стихийными бедствиями, многие такие последствия и убытки, понесенные в результате стихийных бедствий, никогда не устраняются и не возмещаются, несмотря на приложенные значительные усилия. Тем не менее, в соответствии с принципом «загрязнитель платит», тот, кто создает необходимость адаптации, должен оплатить ее процесс. Крайне важно, чтобы такие платежи считались обязательным возмещением за причиненный ущерб и не считались необязательными или благотворительными взносами.

Положения РКИК ООН предусматривают, что действия в отношении изменения климата должны основываться на ответственности и наличии возможностей. В самых перспективных подходах для оказания помощи более бедным странам в процессе адаптации предусматривается использование прибыли, полученной более богатыми странами в процессе снижения уровня выбросов (посредством введения налога на выбросы углерода или за счет доходов от аукционной



Фотографии: John McConico

торговли разрешениями). Международные налоги на торговлю или транспортировку углерода имеют некоторые преимущества перед денежными средствами, привлеченными с помощью взимания внутригосударственных налогов, которые могут быть перехвачены государственными политиками, вынужденными в случае необходимости решать другие приоритетные проблемы на местном уровне. И наконец, следует уделить пристальное внимание справедливому и эффективному распределению денежных средств, выделенных на адаптацию: процессы участия, прозрачность получения и независимая оценка использования этих денежных средств – все это необходимо для поддержания широкого доверия.

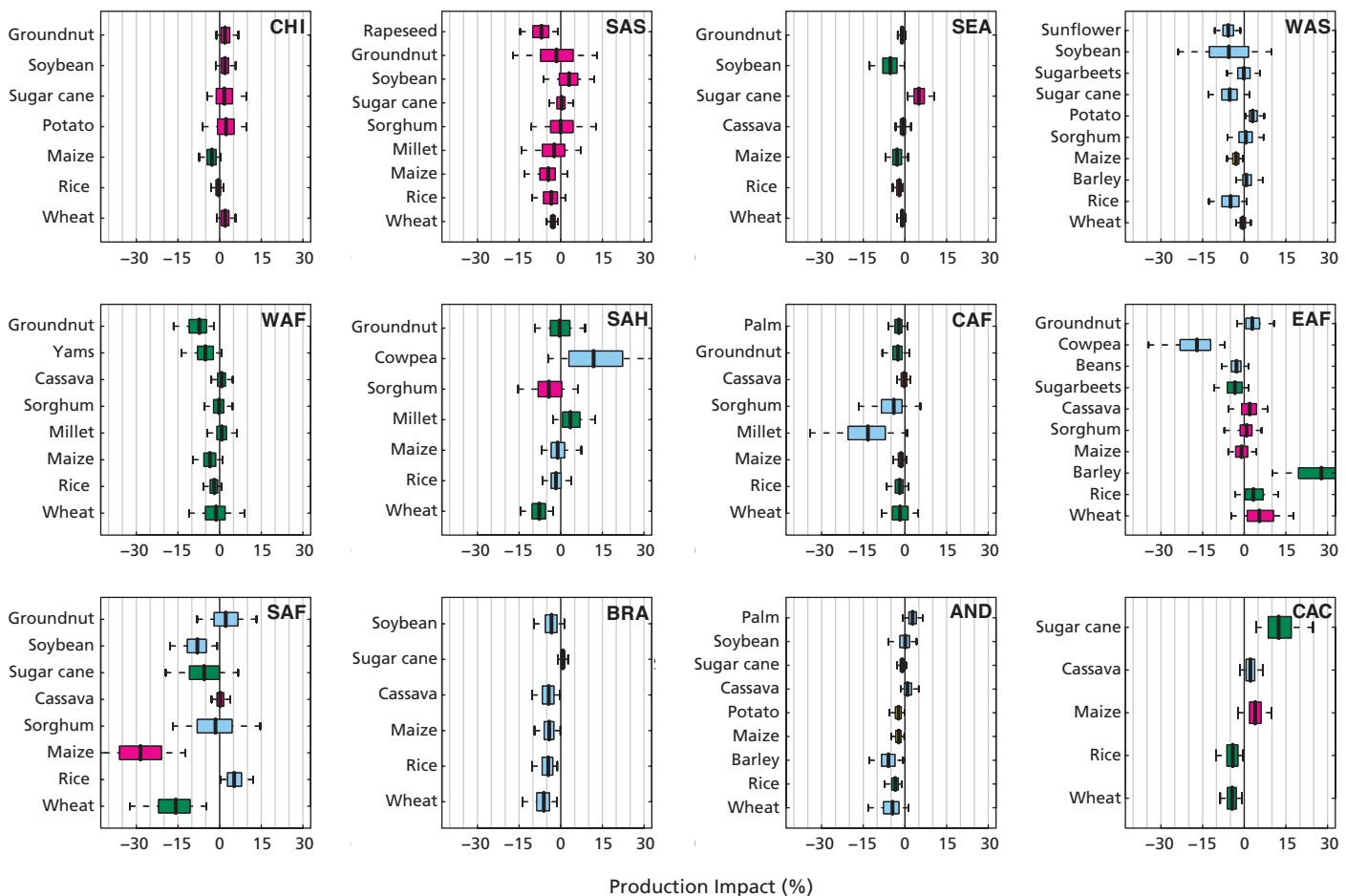


Рисунок 10
Прогнозируемые последствия изменения климата на сельскохозяйственное производство в 2030 г., выраженные в процентном изменении в отношении средней урожайности в период 1998-2002 гг. Розовый, зеленый и синий цвета отображают ранжирование по степени важности с точки зрения голода от 1 до 30 (более важные), от 31 до 60 и от 61 до 94 (наименее важные) соответственно. Пунктирные линии начинаются на 5 и заканчиваются на 95 процентиле

прогнозирования, ячейки показывают значения процентилей от 25 до 75, а вертикальная линия посередине каждой ячейки указывает на медиану. Коды регионов CHI – Китай; SAS – Южная Азия; SEA – Юго-Восточная Азия; WAS – Западная Азия; WAF – Западная Африка; SAH Сахель; CAF – Центральная Африка; EAF – Восточная Африка; BRA – Бразилия; AND – Андский регион; CAC – Центральная Америка и страны Карибского бассейна⁶⁴.



Вследствие продолжительного времени жизни CO₂ и некоторых других парниковых газов в атмосфере запасы по большей части состоят из выбросов развитых стран в прошлом. Таким образом, уровень изменения климата, наблюдаемый в 2009 г., в большей степени обусловлен выбросами богатых стран в прошлом (Рисунок 11). Тем не менее, первоисточники выбросов парниковых газов в атмосферу человеком быстро меняются. Коэффициент увеличения объема выбросов на настоящий момент в наибольшей степени приходится на долю развивающихся стран, в особенности крупные азиатские экономики стали основными источниками выбросов CO₂ в атмосферу с точки зрения ежегодных потоков углерода. Тем не менее, с точки зрения выбросов на душу населения, развитые страны по-прежнему производят наибольшее количество выбросов, и такая тенденция сохранится в обозримом будущем.

В 2050 г. мир из 9 миллиардов человек должен производить около 2 тонн двуокси углерода или менее на душу населения в год, чтобы достичь цели по снижению объема выбросов для предотвращения опасного изменения климата (Ключевое положение 2). Как уже было отмечено, выбросы на душу населения в настоящее время сильно различаются в разных странах: например, в США они составляют 20 тонн, в странах Северной Европы – приблизительно 11 тонн, а в Китае – почти 4 тонны⁶⁶. Преобразование требуемого среднего показателя на душу населения в некую величину, устанавливающую предел выбросов на человека в разных частях мира, – вопрос сложный, включающий в себя проблемы исторической ответственности (Рисунок 11), а также вопрос времени, необходимого для устранения существующих различий между странами.

Разработка подходов к снижению влияния на окружающую среду с точки зрения государства также осложняется проблемами, связанными со справедливостью. Они неизменно сложным образом пересекаются со структурным неравенством, часто не в пользу экономически и политически более слабых групп населения. Энергетическая политика с целью ограничения объемов выбросов должна учитывать особенности потребления энергии, которые варьируются от семьи к семье и между отдельными лицами с точки зрения дохода, городской или сельской местности, пола и возраста. Принятие мер в отношении таких вызовов требует повышенного внимания к интересам всех социальных групп и их привлечению к процессу разработки и реализации политики¹⁶ (заседание 10).

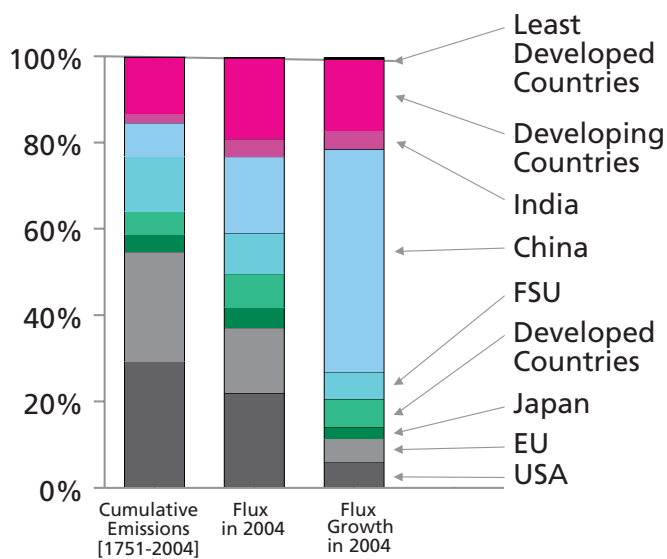


Рисунок 11
Различные аспекты выбросов углерода в результате деятельности человека по странам/регионам, отражающие так называемую проблему запасов и потоков. В первой колонке представлены совокупные данные о выбросах с начала промышленной революции и до 2004 г. Именно эти запасы углерода в атмосфере в большой степени способствуют развитию наблюдаемого изменения климата. Во второй колонке представлены данные о потоках выбросов углерода, обусловленных деятельностью человека, в атмосферу в 2004 г. В третьей колонке размещены данные о ежегодном темпе роста потоков выбросов углерода в атмосферу в 2004 г.¹⁸ БСССР – это бывший Советский Союз.

Развитие, активное применение и распространение низко- или безуглеродных технологий являются важными аспектами мер по снижению влияния на окружающую среду, которые также сильно переплетаются с вопросами справедливости, особенно в процессе взаимодействия развитых и развивающихся стран. Иногда утверждается, что введение самых различных неископаемых источников энергии для снижения объема выбросов снижает темпы борьбы с нищетой в развивающемся мире вследствие высокой степени потребности в инвестировании¹⁶ (заседание 21), хотя такой процесс может иметь обратное влияние, если он будет надлежащим образом разработан и реализован. Некоторые основные принципы введения неископаемых источников энергии: (i) тщательное планирование распространения и внедрения в развивающиеся страны в процессе наблюдения за реализацией демонстрационных проектов в развитой стране; (ii) проектирование дополнительных преимуществ для других аспектов социально-экономического развития и включение тщательно разработанных поощрительных мер в процесс поддержки низкоуглеродных энергетических систем; и (iii) технологии не должны быть самыми лучшими и затратными для того, чтобы стать эффективными в развивающемся мире¹⁶ (заседания 21 и 27). Примером последнего



Рисунок 12
Малогобаритные фотоэлектрические батареи (средняя мощность системы – 18 Ватт), применяемые в Кении. Коэффициент внедрения данной технологии в Кении более высок по сравнению с любыми иными странами мира⁵⁷.

принципа является быстрое распространение малозатратных, требующих небольшого объема технического обслуживания технологий получения энергии с помощью солнечных батарей в Кении⁵⁷ (Рисунок 12).

Использование биологических систем для хранения углерода и снижения объема выбросов – это возможный подход снижения влияния на окружающую среду, в отношении которого вопросы, связанные со справедливостью, сложные и спорные. Изменение лесного покрова является причиной приблизительно 15% от общего объема глобальных выбросов парниковых газов, спровоцированных деятельностью человека¹. Подходы к снижению объема выбросов, получаемых в

результате обезлесения и вырождения лесов получают поддержку, будучи потенциально эффективными и рациональными стратегиями снижения влияния на окружающую среду (Ключевое положение 5), но вызовы все равно остаются в отношении принятия необходимых мер, чтобы такие стратегии были справедливы, в особенности с точки зрения необходимости защиты прав и источников средств к существованию групп населения, зависящих от лесов. Для широкого принятия таких проектов необходимо избегать ошибок и учесть успешный опыт предыдущих попыток управления обезлесением, что подразумевает необходимость применения политических инструментов по отношению к истинным причинам обезлесения. Такие причины часто носят межсекторальный характер и выходят за рамки традиционного сектора лесного хозяйства. Более того, подходы к защите лесов должны учитывать различные местные условия как с точки зрения политической экономии, так и с точки зрения экологии¹⁶ (заседание 25).

Другие биологические подходы к снижению влияния на окружающую среду включают в себя разработку и применение биотоплива. Тем не

менее, разработка и применение биотоплива также включают вопросы справедливости. Резкий скачок цен на продукты питания в 2008 г., который был, по меньшей мере, частично связан с конкуренцией с биотопливом за землю, отразил возможный конфликт, возникающий на основе спроса богатых стран на жидкое топливо и потребности малоимущих в развивающихся странах в надежности снабжения продуктами питания. Системы биотоплива второго поколения разработаны для устранения такого возможного конфликта путем использования непищевых сырьевых материалов и земли, непригодной для производства продуктов питания¹⁶ (заседание 18).

Вопросы справедливости фактически пронизывают все аспекты вызова изменения климата. Попытки отделения или изолирования деятельности по адаптации и снижению выбросов от более широких целей социально-экономического развития во многих регионах мира обречены на неудачу. Вызовы-близнецы 21^{го} века – необходимость избежать опасное изменение климата и борьба с нищетой – должны и могут быть решаемы вместе^{67,68}.

КЛЮЧЕВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ 5

БЕЗДЕЙСТВИЕ НЕПРОСТИТЕЛЬНО

У общества уже существует множество инструментов и подходов (экономических, технологических, поведенческих и управленческих) для эффективного противодействия вызову изменения климата. Если данные инструменты не будут активно и широко применяться, то адаптация к неизбежному изменению климата и преобразование общества, необходимое для декарбонизации экономики, будут невозможными. Совместные усилия, направленные на реализацию эффективной и быстрой адаптации и снижения воздействия на окружающую среду, принесут широкий спектр выгод. Среди них: рост рабочих мест в секторе экологически чистой энергетики, снижение расходов на здравоохранение, социальных, экономических и экологических расходов, связанных с изменением климата, а также восстановление экосистем и оживление экосистемных услуг.

Любые ответные меры со стороны общества на изменение климата, вызванного деятельностью человека, должны представлять собой комплекс мер по **снижению воздействия на окружающую среду**, в соответствии с которым предпринимаются активные действия по уменьшению количества или изменению видов деятельности человека, которые являются движущей силой изменения климата, а также мер по **адаптации к изменению климата**, которые предусматривают увеличение способности общества справляться с последствиями изменения климата в максимально возможных пределах. Снижение воздействия на окружающую среду и адаптация тесно связаны в качестве стратегий ответных мер. Адаптация жизненно важна, так как даже массовые попытки снижения влияния на окружающую среду, инициируемые в настоящее время, не могут привести к устранению последствий изменения климата, которые мы наблюдаем уже сейчас, а также последствий, которые общество будет несомненно испытывать в будущем вследствие инерции, присущей климату. Другая крайность: если мы не начнем процесс снижения влияния на окружающую среду, а изменение климата, обусловленное деятельностью человека, продолжит беспрепятственно развиваться, высок риск возникновения самых опасных или катастрофических последствий, связанных с глобальным потеплением в несколько градусов (Ключевое положение 2). Даже самые богатые общества, предпринимающие серьезные и наиболее обеспеченные ресурсами меры адаптации, возможно, не будут способны полностью адаптироваться к такой степени изменения климата. Этот простой факт убедительно показывает, что эффективная политика в области климата должна включать в себя как меры по адаптации, так и деятельность по снижению влияния на окружающую среду.

Снижение объемов выбросов парниковых газов, обусловленных деятельностью человека, до уровня, необходимого, чтобы не превысить пороговое значение в 2°C, не может произойти, если гораздо больший процент потребности общества в энергии не будет удовлетворяться с помощью источников неископаемого топлива. Развитие экономики, менее зависимой от ископаемого топлива, определяется как процесс «декарбонизации экономики». Многие технологии возобновляемых источников энергии, которые могут способствовать декарбонизации мировой экономики, разрабатываются в последние годы (Раздел 11). Хотя мы не обладаем «серебряной пулей» – ни одна из возобновляемых технологий не может полностью заменить ископаемое топливо – комплекс технологий может предоставить различным странам и регионам возможность разработать свои собственные комплексы технологий возобновляемых источников энергии для удовлетворения своих нужд. В настоящее время уже существуют технологии, которые, в комплексе с изменениями спроса на энергию (снижение потребления энергии и повышение энергоэффективности), предоставляют возможность снижения выбросов парниковых газов на 50% к 2050 г., а в некоторых регионах – практически до нуля к тому же сроку¹⁶ (заседание 19). Тем не менее, достижение таких целей требует быстрого и основательного наращивания

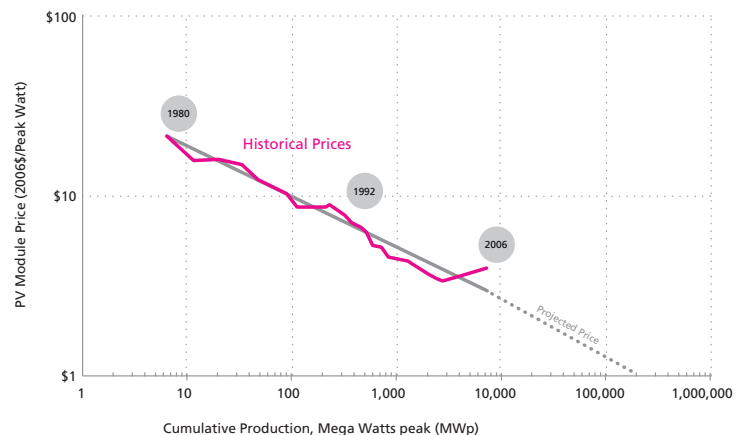


Рисунок 13

Резкое снижение стоимости модуля тонкопленочных фотоэлектрических (ФЭ) солнечных батарей при увеличении темпов общего производства, усиливающаяся цепочка обратной связи, которая указывает на то, что инвестирование крупных денежных средств в технологии возобновляемых источников энергии увеличит степень их использования, со снижением их удельной себестоимости в дальнейшем⁶⁹. Сплошной линией обозначены исторические данные, а пунктирная линия отображает планируемую траекторию, рассчитанную на основании продолжения развития исторических тенденций.

производственной мощности путем совместных инвестиций, стабильной политической инфраструктуры, исследований, разработок и наглядных свидетельств для упрощения ознакомления с технологиями и снижения затрат на производство (Рисунок 13).

«Умные» электросети, в которых различные элементы энергетической системы, включая производство, гибкий спрос, хранение и преобразование энергии, взаимодействуют и формируют стабильную и эффективную энергетическую систему, будут жизненно важны для включения крупных элементов возобновляемых источников энергии. Разработка «суперэлектросетей» – региональных систем поставки энергии, обеспечивающих энергией крупные географические области – также может понадобиться для содействия объединению технологий производства энергии ветра, солнца и энергии из иных возобновляемых источников и крупномасштабных объектов для хранения энергии, таких как гидроэлектростанции. Такие сети могут помочь сбалансировать нагрузку и умерить колебания производства энергии¹⁶ (заседание 19).

В некоторых случаях технологии возобновляемых источников энергии фактически могут быстрее быть приспособлены к потребностям развивающихся стран, чем более традиционные энергетические системы, работающие на ископаемом топливе. Причиной этого является то, что

такие технологии могут работать в удаленных областях, занимают меньше пространства и требуют меньших затрат на техническое обслуживание и менее высокого уровня технического развития на местах (Ключевое положение 4). Некоторые технологии, такие как разработанные ранее технологии извлечения солнечной энергии, которые, возможно, не подходят для производства электроэнергии в странах с уже имеющимися современными и надежными системами распределения энергии, тем не менее, могут быть вполне пригодными для производства электроэнергии в развивающихся сообществах, не обладающих доступом к надежным электрическим системам. Другими словами, если в процессе развития учитывать вопросы климата, цели снижения воздействия изменения климата на окружающую среду и цели развития могут быть тесно связаны и взаимно дополнять друг друга.

В дополнение к разработке технологий возобновляемых источников энергии представляется возможным успешно использовать процесс управления биологическими системами в качестве инструмента снижения влияния изменения климата. Леса, например, могут поглощать значительные объемы CO₂ из атмосферы, так как деревья (как и все растения) усваивают CO₂ в процессе фотосинтеза и преобразуют его в биомассу. Вследствие того, что фитоценозы, состоящие из многих видов растений, в целом, поглощают больше углерода из атмосферы, чем фитоценозы, состоящие только из одного или нескольких видов растений⁷⁰, сохранение биологического разнообразия природных лесов

стало объектом пристального внимания из-за возможности использования их в качестве инструмента снижения воздействия изменения климата в проекте СВРОД (Программы ООН по сокращению выбросов в результате обезлесения и деградации лесов)¹⁶ (заседание 25), (Рисунок 14). Целью данного проекта является значительное снижение объема выбросов парниковых газов, связанных с преобразованием природных лесов в другие виды землепользования.

Хотя проект СВРОД смотрится весьма привлекательным, он также представляет значительные трудности: каким образом можно установить исходные уровни, с которых следует начинать измерение увеличения или снижения объемов обезлесения? Какие условия и механизмы (финансовые и иные) наилучшим образом поддерживают программу СВРОД? Каким образом обеспечить местному населению справедливую компенсацию за то, что они посвящают «свою» землю и ее значимость с точки зрения углерода глобальной цели (Ключевое положение 4)? К тому же, если температура увеличится на 2°C или более, существует риск того, что наземные экосистемы, включая леса, станут чистым источником углерода, выбрасываемого в атмосферу, в результате увеличения объемов респирации и воздействия внешних факторов, таких как пожары. Утрата лесами способности регулировать объемы углерода может значительно ускорить темп изменения климата¹⁶ (заседание 38), (Раздел 2).

Сельское хозяйство является наиболее распространенным и чрезвычайно важным из всех видов землепользования человеком, но оно также является крупным источником выбросов парниковых газов в атмосферу. С другой стороны, очень существенное и рентабельное снижение объемов выбросов парникового газа можно осуществить в современном сельском хозяйстве, в основном, путем изменения принципов управления. Усовершенствованные

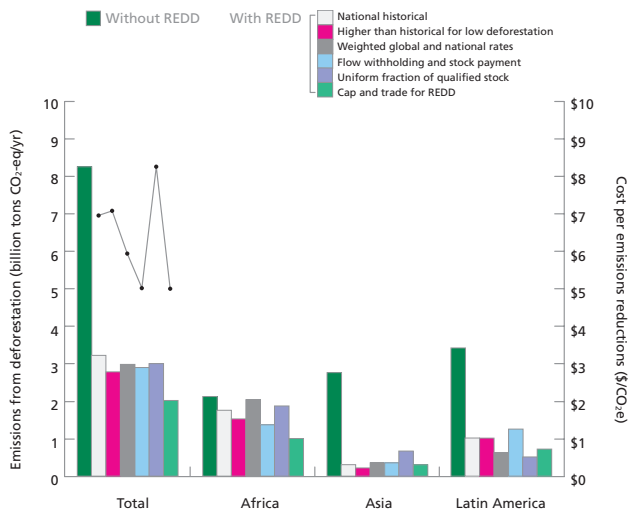


Рисунок 14
Смоделированные выбросы в результате обезлесения, представленные по регионам на основании семи вариантов, разработанных СВРОД. Различные варианты были разработаны на основании различных подходов к определению базового уровня, начиная с которого можно было бы рассчитывать дополнительный уровень обезлесения, характер финансовых механизмов, мер контроля за степенью внутреннего «просачивания» процесса обезлесения в страны с исторически низкими уровнями обезлесения, а также иные факторы¹⁶ (заседание 25). Результаты аналитического исследования указывают на то, что независимо от деталей каждого варианта, применение подхода СВРОД может привести к снижению объемов выбросов, связанных с обезлесением, более чем наполовину. Результаты по регионам сильно отличаются: в Азии и Латинской Америке наблюдается серьезное снижение объемов выбросов с помощью программы СВРОД, а в Африке результаты плачевны. Таким образом, результаты исследования намного более чувствительны к региональным различиям по сравнению с чувствительностью к характеру варианта СВРОД⁷¹.

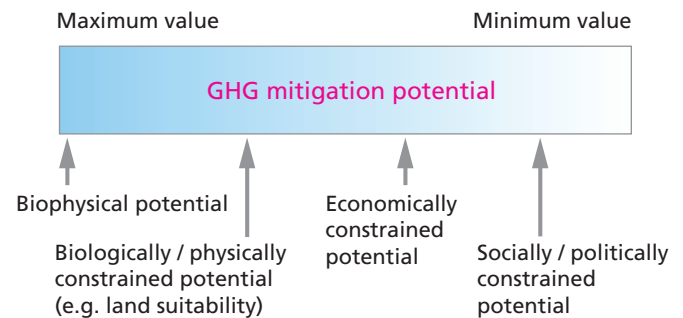


Рисунок 15
Воздействие различных ограничений на возможное снижение влияния парниковых газов на окружающую среду с теоретически максимального биофизического значения до минимально возможного на практике⁷². Экологические ограничения, такие как ограничения по питанию и воде, могут существенно снизить теоретический биологический потенциал усвоения углерода в производственных системах. Экономические, социальные и политические соображения могут стать основой для дополнительных ограничений, приводящих к реализованному уровню усвоения углерода, значение которого существенно ниже теоретического максимума.



Technology	Feedstocks	Process technology	Potential competition with food production	Conversion efficiency	Level of feed by-products
1 st generation bioethanol	Cereals, sugar cane, tubers	Fermentation	Low to high	30-65%	High
2 nd generation bioethanol	Residues, waste, bioenergy crops	Fermentation	Low	30-75%	Low to high
Biogas (methane)	Manure, energy crops, organic waste	Mesophilic fermentation	Low to high	60-80%	None
Biodiesel	Oil crops, food & animal waste	Extraction & transesterification	Low to high	85%	Low to high
Biomass to Liquid (diesel)	Any biomass, preferably wood	Thermochemical	Low	50-60%	None
Biomass for heat and power	Any biomass, preferably waste and residues	Thermochemical	Low	50-65%	None
3 rd generation biofuels	Algae, halophytes, waste and residues	Thermochemical, biological, extraction	None	< 65%	Unknown

Таблица 2
Сравнение биомассы и технологий преобразования энергии. Обратите внимание на высокую степень вариативности коэффициента преобразования. В данной таблице отражаются различия между технологиями, существовавшими ранее, и достижениями на данный момент. Коэффициент преобразования биомассы в тепло и электроэнергию рассчитывается на основании среднегодового коэффициента⁷³⁻⁸⁴.

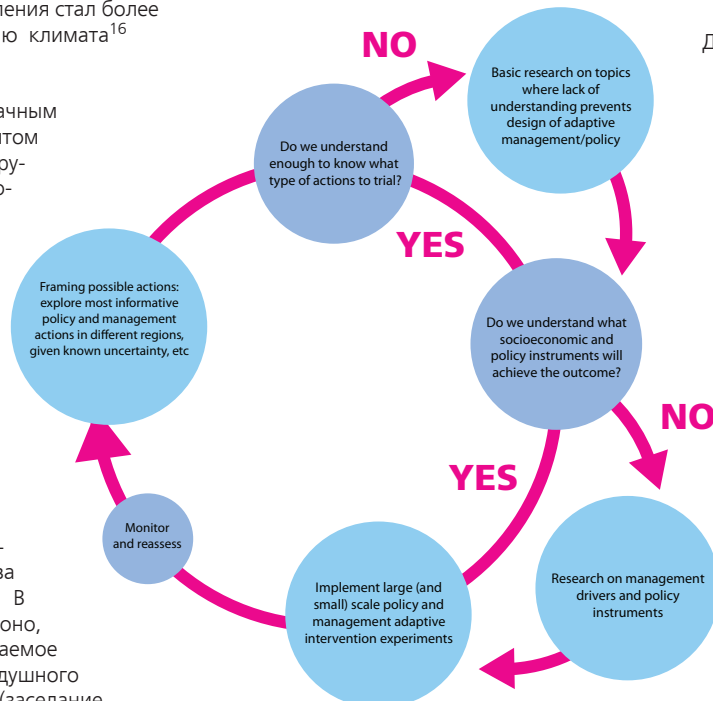
методы хранения углерода в почве имеют, в частности, большую вероятность в кратчайшие сроки стать фактором снижения объемов выбросов, в то же самое время способствуя долгосрочному повышению устойчивости систем земледелия. Такая вероятность снижения влияния на окружающую среду, однако, вряд ли будет достигнута, если мы не установим реальную цену на выбросы парниковых газов. Существуют также и другие препятствия – структурные, институциональные, финансовые и образовательные – для изменения практики управления сельским хозяйством таким образом, чтобы процесс управления стал более приспособленным к изменению климата¹⁶ (заседание 24), (Рисунок 15).

Пожалуй, наиболее неоднозначным биологическим инструментом снижения воздействия на окружающую среду является биотопливо, которое производится из растительной биомассы и может сжигаться для получения тепла и электроэнергии в целях замены ископаемого топлива (Таблица 2). В конце концов, необходимо развитие транспортного сектора, который меньше зависел бы от ископаемого жидкого топлива. В ближайшей перспективе биотопливо является существенным фактором снижения объема использования ископаемого топлива для легковых автомобилей. В долгосрочной же перспективе оно, скорее всего, заменит ископаемое топливо, необходимое для воздушного и водного транспорта¹⁶ (заседание 18). Ограничительным фактором является площадь земель, которые можно выделить для производства биотоплива. Поэтому в настоящее

время большие усилия прикладываются к разработке биотопливных систем 2-го поколения, которые в большей степени основываются на использовании «отходов» растительных материалов, чем на использовании растений, выращиваемых исключительно с целью производства энергии. На основании данного факта, а также сравнительного анализа общего количества энергии, необходимой для производства, и общего количества вырабатываемой энергии, использование масличных культур – масличной пальмы, рапса, подсолнуха и сои – не устойчиво и, таким образом, его следует избегать¹⁶ (заседание 18).

Если говорить об адаптации, то секторы, которые уже в настоящее время управляются человеком – продовольственные системы, лесное хозяйство и водные системы – можно быстрее всего адаптировать к последствиям изменения климата¹⁶ (заседание 38). Сельское и лесное хозяйство, могут, например, перейти на возделывание альтернативных сельскохозяйственных культур или древесных пород, которые потребляют меньшее количество воды или устойчивы к повышенной влажности, или которые сохраняют свою продуктивность при более высоких температурах. Тем не менее, существуют пределы такой адаптации, если процесс изменения климата будет слишком активным или слишком быстрым. В сфере сельского хозяйства снижение влияния на окружающую среду и адаптация часто включают применение одинаковых стратегий управления, и таким образом могут осуществляться одновременно и давать синергетический эффект⁸⁵.

Гораздо более сложно разработать стратегии адаптации для естественных экосистем, которые предоставляют косвенные экосистемные услуги, в конечном итоге поддерживающие благополучие человека. Новая парадигма сохранения природы была бы более приемлема в условиях изменения климата¹⁶ (заседания 31 и 38). Такая парадигма должна, в первую очередь, уделять внимание улучшению устойчивости хорошо функционирующих экосистем. Соответствующие стратегии адаптации включают расширение и соединение сетей охраняемых территорий, контроль за чужеродными видами и использование активного адаптивного управления (Рисунок 16). Некоторые из используемых в настоящее время инструментов сохранения (например, Красные книги со статистическими данными, небольшие не связанные между собой охраняемые территории и государственные границы, функционирующие в качестве разграничительных линий для признания видов, находящихся под угрозой исчезновения) не являются эффективными инструментами с точки зрения изменения климата¹⁶ (заседание 31).

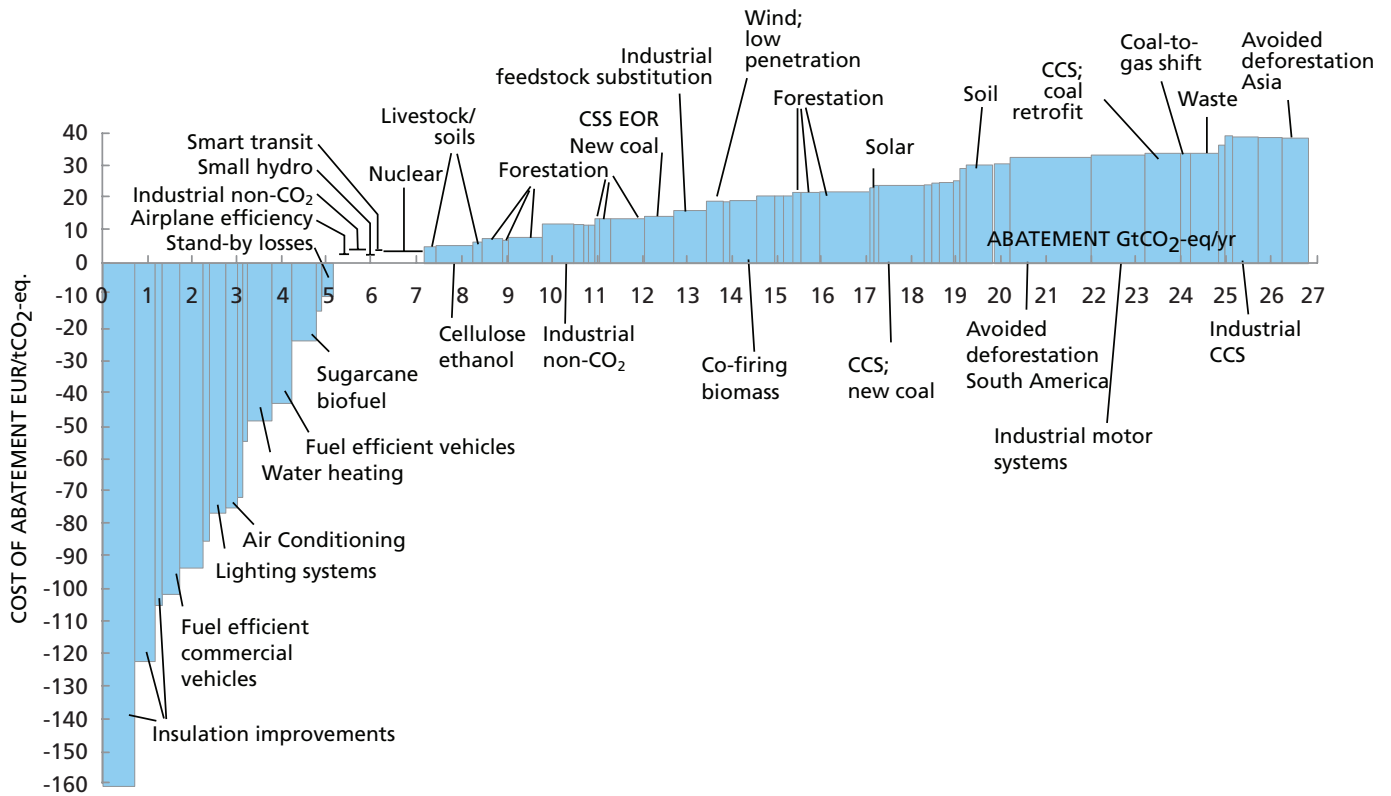


Даже если мы будем применять самые эффективные подходы к адаптации, большое количество видов исчезнут в процессе беспрепятственного изменения климата (Ключевое положение 2). Чтобы избежать прогрессирующего кризиса вымирания видов, альтернативы быстрому и эффективному снижению воздействия на окружающую среду нет. В дополнение, инвестирование в сохранение видов *вне ареала*, а именно: сохранение организмов в неволе или создание семенного фонда исчезающих растений, – можно было бы осуществить в надежде на то, что данные организмы, в один прекрасный день, можно будет выпустить в дикую природу, если будут восстановлены подходящие для них климатические условия⁸⁶. Однако в лучшем случае *внеареальные* меры можно принять только для нескольких видов.

Для развивающегося мира, в частности, самым важным посылом современных попыток адаптации, возможно, является то, что проблемы, связанные с изменением климата, необходимо включить в национальную политику и в сферу иностранной

Рисунок 16
Наглядное представление активного адаптивного управления, итеративный подход, сформулированный на основании четко обозначенного, экспериментально обоснованного развития вероятных вариантов процесса управления^{72,86}.

Преимущества декарбонизации экономики
 Prof. Daniel Kammen, kammen@berkeley.edu



Одним из наиболее значительных уроков, извлеченных из применения быстроразвивающейся комбинации низкоуглеродных технологий (таких как рациональное использование энергии, использование энергии солнца, ветра и биотоплива, а также иные низкоуглеродные технологии), стало то, что затраты на их широкое использование ниже, чем многие из прогнозируемых, и, в то же время, преимуществ больше, чем ожидалось. Такое по-видимому экономически и экологически выигрышное утверждение требует изучения данного вопроса и, несомненно, продолжающейся проверки.

В течение последних десяти лет рынки солнечной и ветряной энергетики росли свыше 30% в год, а в течение последних нескольких лет темпы роста в секторе солнечной энергетики превысили 50% в год⁹¹. Такой быстрый и устойчивый рост означает, что затраты стабильно падали и что был сформирован набор весьма разнообразных инновационных технологий и компаний. Политика органов власти все большего количества городов, регионов и государств открывает творческие и экономически эффективные пути дальнейшего развития данных рынков.

В то же самое время, когда разнообразные низкоуглеродные технологии пробиваются на рынок, энергоэффективные технологии (например, «умные» окна, энергосберегающие источники света и системы обогрева/вентиляции, энергоэффективная продукция для строений, а также сберегающие приборы) и практические меры все более широко входят в наш обиход. Многие из таких энергоэффективных инноваций демонстрируют отрицательные затраты в динамике во времени. Это означает, что при сведении всех преимуществ (включая улучшение качества энергетических услуг, улучшение здоровья и производительности труда рабочих) в

единую таблицу, окажется, что некоторые инвестиции в энергоэффективность являются в итоге инструментами для создания социальных преимуществ с течением времени.

Кривые затрат на снижение выбросов углерода стали популярными с тех пор, как шведская электроэнергетическая компания Vattenfall при содействии McKinsey Company разработала систему оценки затрат на внедрение и использование разных энергоэффективных технологий, технологий землепользования и производства энергии. Такие кривые затрат на снижение выбросов углерода отражают затраты (или сбережения, в случае наличия позиций с «отрицательной суммой затрат», таких как увеличение энергоэффективности зданий), а также величину (в гигатоннах) потенциала снижения объема выбросов на прогнозируемый период в будущем. Обычно такие прогнозы составляются на 2030 г.

На рисунке изображены знаменитые «кривые Vattenfall» или «кривые McKinsey», представляющие собой один набор таких оценок затрат/выгод, которые включает в себя как энергоэффективные технологии, так и технологии производства чистой энергии, в данном случае измерения представлены для 2030 г.

Гораздо большее количество инноваций, возможно, начнут применяться в ближайшее время, включая те, что используют инновационный подход к муниципальному финансированию для того, чтобы полностью исключить начальные затраты на инвестиции в энергоэффективность и возобновляемые источники энергии путем предоставления займов, выплачиваемых в течение периода предоставления таких услуг, оказываемых с использованием экологически чистых и экономичных энергопродуктов⁹².



поддержки. Адаптация к изменению климата не может быть успешно осуществлена, если этот процесс будет рассматриваться как «приложение» и реализовываться отдельно от других инициатив, целью которых является развитие экономики и социальное развитие, а также повышение устойчивости общества к внешним воздействиям. Несмотря на то, что вся полнота последствий будущего изменения климата до сих пор не ясна, явно просматриваются некоторые существующие тенденции – изменение доступа к пресной воде, увеличение частоты возникновения штормов и наводнений, а также засушливых сельскохозяйственных областей. Многие меры по адаптации, основанные на принципе «без сожаления», – например, те, которые поддерживают водоснабжение или делают жилые помещения более надежными, – можно реализовать в настоящее время, тем самым обеспечив устойчивость общества перед лицом дальнейшего изменения климата⁶⁶.

В процессе создания эффективных стратегий адаптации крайне необходимы исследования последствий реализации существующих и возможных будущих направлений политики в отношении адаптации: Поддерживают ли они процесс адаптации или тормозят его? Каким образом следует их изменить? Инвестирование в инфраструктуру также следует рассматривать в свете адаптации к изменению климата: какие проекты наиболее рентабельны, и в какой момент следует принимать решение об инвестировании? К тому же, вследствие того, что изменение климата протекает вблизи верхнего предела прогнозов, обществу необходимы политика в сфере адаптации, соответствующие практические меры и инфраструктура, которые могут справиться с экстремальными явлениями в случае наихудшего распределения вероятностей. Таким образом, стратегии адаптации должны включать сильный компонент подготовленности к катастрофам, делая, еще более сильный акцент на службах по управлению экстренными ситуациями¹⁶ (заседание 32).

В той же мере, в какой такие подходы к адаптации и снижению влияния на окружающую среду являются эффективными и необходимыми в отдельности, интеграция деятельности по снижению влияния на окружающую среду и адаптации в рамках системы в настоящий момент становится чрезвычайно важной для достижения синергетического эффекта, улучшающего эффективность обоих видов деятельности и предупреждающего вероятность негативных исходов, при которых деятельность по снижению влияния на окружающую среду может оказывать разрушительное влияние на результаты деятельности по адаптации и наоборот. Необходимость в интегративных подходах на системном уровне нигде так сильно не ощущается, как в случае с землепользованием. Одним из самых серьезных вызовов, стоящих перед человеческим обществом в условиях роста населения, является определение приоритетов в сфере землепользования в целях сбалансирования местных потребностей, таких

как производство продуктов питания и выделение пространства для жилых и коммерческих сооружений, и глобальных потребностей, таких как удаление CO₂ из атмосферы, производство биомассы для получения энергии и биотоплива, а также для защиты биологического разнообразия.

Сегодня приблизительно 12% земельного массива Земли занято под интенсивное производство сельскохозяйственных культур^{88,89}, и гораздо большее пространство отведено под пастбища и пастбищные угодья, используемые для животноводческого производства. Приблизительно 70% пресной воды, реквизируемой для потребления человеком, приходится на сельское хозяйство⁹⁰. С учетом того, что потребность в продуктах питания продолжает возрастать по мере увеличения населения, а также с учетом увеличивающейся потребности в действиях по снижению влияния на окружающую среду с точки зрения землепользования, и если прибавить к этому растущую необходимость в «земле для природы», то можно сказать, что общество находится под давлением необходимости справедливого управления небывалой конкуренцией за землю и воду на всех уровнях – от местного до мирового.

Большой объем изменений земной поверхности Земли обусловлен оказанием экосистемных услуг для всё более увеличивающегося городского населения. Чуть более половины населения Земли живет сейчас в городах, однако городские населенные пункты составляют долю в 75% от всех выбросов парниковых газов, производимых человеком как прямо, так и косвенно¹⁶ (заседание 33). Многие города также крайне уязвимы перед влиянием изменения климата, таких как экстремальные метеорологические явления и повышение уровня моря. Это побудило ООН заявить, что битва против изменения климата будет либо выиграна, либо проиграна в городах¹⁶ (заседание 33), и крайне важно создать интегрированный подход к адаптации и снижению влияния на окружающую среду в пределах городских территорий (Раздел 12).

В целом, общество обладает многими инструментами для содействия как снижению влияния на окружающую среду, так и адаптации к последствиям, которые нельзя избежать, но способы дальнейшего развития и применения таких инструментов до сих пор широко обсуждаются¹⁶ (заседания 40, 41 и 43). У общества также имеется ряд экономических подходов к продвижению применения таких инструментов и поощрению перехода к надежному энергоснабжению, необходимому для ограничения глобального потепления (Раздел 8). Важными недостающими элементами в процессе трансформации общества, необходимого перед лицом изменения климата, являются политическая воля и принятие обществом факта необходимости изменений.

Изменение климата и городские территории

Prof. Roberto Sanchez Rodriguez, roberto@ucr.edu

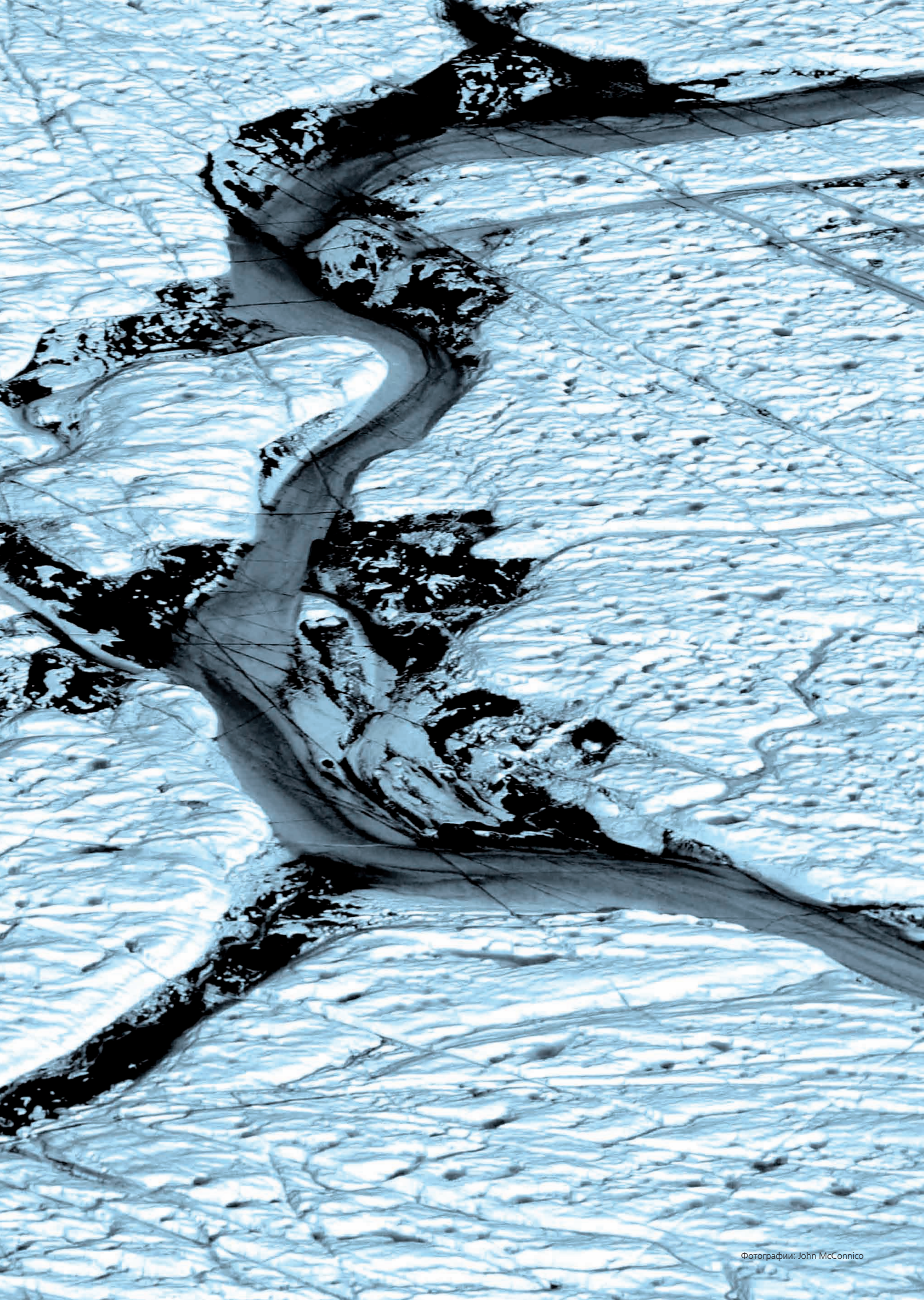
РАЗДЕЛ 12

Изменение климата – это не только проблема, связанная с охраной окружающей среды; это еще и большой вызов развитию городских территорий. Городские территории чрезвычайно уязвимы в критических ситуациях и под влиянием стихийных бедствий, связанных с изменением и изменчивостью климата. Совокупное воздействие таких ситуаций приводит к серьезным экономическим и людским потерям; быстро приводит к возникновению острых проблем или чрезвычайных ситуаций в области поставок основных ресурсов, таких как вода, энергия и продукты питания, а также влияет на условия жизни большого количества людей. По оценке ООН, в период с 1995 по 2004 гг. 2,5 миллиарда человек пострадали в результате стихийных бедствий, 75% которых были вызваны экстремальными погодными явлениями.

Снижение социальной и урбанистической уязвимости, улучшение адаптации к последствиям изменения климата предоставляют местным и национальным органам государственной власти широкий спектр социальных и экономических преимуществ, а также преимуществ в сфере здравоохранения и охраны окружающей среды. Важные компоненты стратегий адаптации включают снижение уровня бедности, улучшение стратегий обеспечения средствами к существованию, формирование человеческого капитала, защиту экологических активов, улучшение здравоохранения и создание возможностей для устойчивого развития. Существует также острая необходимость включения критериев адаптации в проектирование и планирование антропогенной среды

– городской инфраструктуры, зданий и транспортных средств. Срок службы инфраструктуры часто составляет более 75 лет, и здания, которые возводятся в настоящий момент, в ближайшие десятилетия будут эксплуатироваться в других климатических условиях. Существующий процесс инвестирования редко учитывает возможные последствия изменения климата, которые могут привести к серьезным нарушениям в их эксплуатации.

Внедрение многоаспектных стратегий адаптации в существующие стратегии городского развития позволят эффективно использовать скудные финансовые, технические, человеческие и природные ресурсы, в особенности, в бедных странах и странах с развивающейся рыночной экономикой. Важным шагом в данном направлении является оказание содействия лицам, определяющим политику, градостроителям и заинтересованным группам во внедрении стратегий адаптации и определении альтернативных и устойчивых путей роста городов. Существуют огромные возможности интегрирования стратегий развития, снижения воздействия на окружающую среду и адаптации для создания более устойчивых к внешним факторам городских территорий. Дальнейшее промедление с разработкой и реализацией стратегий адаптации приведет к серьезным последствиям для многомиллионного населения городов и, в конечном итоге, скажется на состоянии местных и национальных экономик.



КЛЮЧЕВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ 6

ПЕРЕД ЛИЦОМ ВЫЗОВА

Если для принятия ответных мер на вызов изменения климата необходимо достигнуть общественного преобразования, то следует преодолеть ряд некоторых существенных ограничений и воспользоваться критически важными возможностями. Среди них: снижение инертности социальных и экономических систем, опора на растущее требование общественности к правительствам по осуществлению действий в отношении изменения климата, снижение количества видов деятельности, которые приводят к увеличению выбросов парниковых газов и снижению устойчивости к внешним воздействиям, а также сделать возможным переход от неэффективного управления и слабых организаций к инновационному лидерству в правительстве, частном секторе и гражданском обществе. Связь изменения климата с более общими вопросами устойчивого потребления и производства, вопросами прав человека и демократическими ценностями является критически важной для того, чтобы общества встали на путь более устойчивого развития.

Представленные ранее данные о характере опасного изменения климата (Ключевое положение 1 и 2), пути снижения объема выбросов, необходимые для предотвращения опасного изменения климата (Ключевое положение 3), и необходимость справедливых ответных мер на данный вызов (Ключевое положение 4) – вместе представляют собой четкое и серьезное предупреждение: «Привычная модель бизнеса не имеет перспектив»³⁹. Незначительные изменения существующей социально-экономической и технологической траектории развития современного общества будут недостаточны для содействия трансформации общества, необходимой для поддержания изменения климата в пределах 2°C. В настоящий момент существует большое количество технологических и управленческих инструментов, а также подходов в рамках политики для воплощения в жизнь необходимого преобразования (Ключевое положение 5). Критические вызовы запускают, способствуют продвижению и поддерживают процесс изменения общества – устраняя ограничения и используя многие возможности, предоставляемые таким процессом общественного преобразования.

Исследования, необходимые для обеспечения информацией и поддержки обширного процесса общественного преобразования, должны проводиться, главным образом, в области гуманитарных и социальных наук. До настоящего момента такие науки в гораздо меньшей степени участвовали в дискуссии относительно изменения климата по сравнению с естественными науками и экономикой. Тем не менее, точки зрения гуманитарных и социальных наук на культуру, модели поведения и организацию человеческого общества важны в процессе принятия ответных мер на вызов изменения климата.

Изменение современного общества для обеспечения более устойчивого будущего должно происходить на многих уровнях – от уровня личности до институционального и государственного уровней, а также многими путями – от изменения повседневного поведения до переоценки ключевых ценностей, убеждений и мировоззрения (Раздел 13). Несомненно, язык, используемый для обсуждения причин изменения климата, обусловленного деятельностью человека, часто отражает стоящие за ним мировоззрения. Например, акцент, делаемый в политическом процессе на «снижении» выбросов парниковых газов и «разделении бремени», усиливает точку зрения, согласно которой снижение воздействия изменения климата на окружающую среду – это зло, которое следует избегать, насколько это возможно. С другой стороны, акцент, делаемый на преимуществах, получаемых в результате процесса недопущения серьезных последствий продолжающегося изменения климата, или на экономических возможностях и возможностях в плане трудоустройства, появляющихся в результате декарбонизации экономики (Раздел 11), является

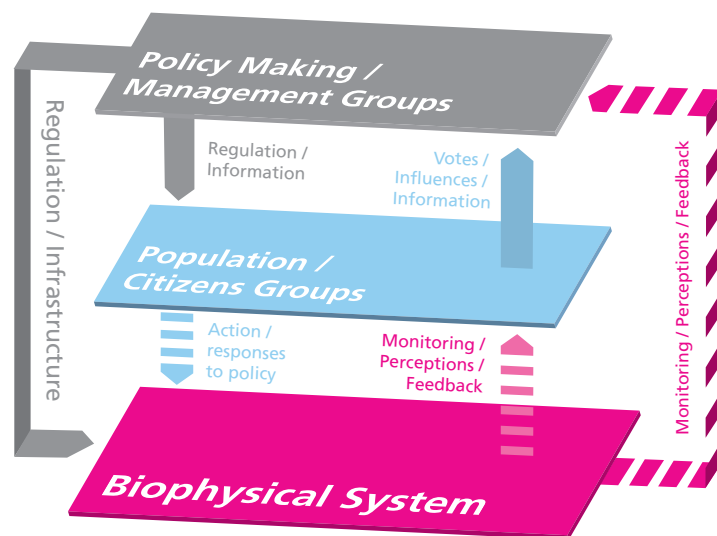


Рисунок 17

Стандартные взаимоотношения в многоуровневых системах управления, в рамках которых группы граждан могут сыграть основную роль посредников между определением политики на региональном или национальном уровне и существующими принципами управления биофизическими системами, применимыми преимущественно на местном уровне. Такие профессионально организованные многоуровневые процессы могут помочь в снижении количества расхождений на разных уровнях и несогласованности политики, а также станут одним из поддерживающих факторов комплексных социальных и регулятивных изменений³³.

основополагающим фактором возникновения нового мировоззрения, гораздо более позитивного и оптимистичного.

Во многих мировоззрениях упор делается на важность правительственных действий в отношении изменения климата, хотя многого можно достичь с помощью выявления и поддержки большого количества негосударственных структур, которые используют методы «социальной практики», чтобы опираться на добровольную деятельность отдельных людей и малых групп¹⁶ (заседание 48). Изменение поведения – это центральный фактор любого преобразования, а опыт и социальное учение дают нам надежду на будущее (Раздел 14).

Отдельные личности самостоятельно не могут решить проблему изменения климата, но ее также самостоятельно не могут решить и правительства отдельных государств. Большое количество других

Культуры, ценности и глобальные перспективы как факторы, влияющие на разработку ответных мер на изменение климата

РАЗДЕЛ 13

Prof. Karen O'Brien, karen.obrien@sosgeo.uio.no и Prof. Thomas Heydt, heydt@uvic.ca

Ни одна политика в области изменения климата не получит должной поддержки, как официально, на политической арене, так и практически – на повседневном уровне, если мы с самого начала не примем во внимание различные культуры, ценности и глобальные перспективы. Причины просты. Во-первых, даже не самая сложная научная информация и оценки рисков необязательно воспринимаются в том же смысле, который в них вкладывали разработчики. Во-вторых, для того, чтобы разработать эффективную политику, необходимо учесть социо-культурный контекст, формирование которого предшествовало попыткам применения такой политики. Аргументы, представленные ниже, подчеркивают важность этого основного вывода:

- сведения об изменении климата и локальные истолкования оценок риска культурно опосредованы определенными эмоциональными способами мышления, характерными процессами суждения, конкретными представлениями о ландшафте, изменчивости и изменения климата, а также уникальными понятиями о снижении рисков.
- Местные религиозные и духовные верования, системы знаний, понимание отношений «человек-природа», ценности и этические принципы влияют на то, как отдельные люди и сообщества воспринимают и реагируют на изменение климата. Наука об изменении климата должна учитывать эти особенности местной и коренной культуры и опыта, а также должна пытаться их учитывать при стимулировании действий по адаптации и снижению воздействия на социум.

- Применение стратегий адаптации может привести к возникновению вопросов, которые вступают в противоречие с соотношением сил в существующей ситуации неравенства, что, возможно, будет иметь непредвиденные долгосрочные последствия для людей и сообществ. Это требует подходов, побуждающих к дискуссии с обсуждением решений, принимаемых открытым демократическим способом. Другими словами, следует оценить ответные меры на социальные и культурные последствия изменения климата и при этом решить вопрос: «Чи ценности необходимо учесть?»

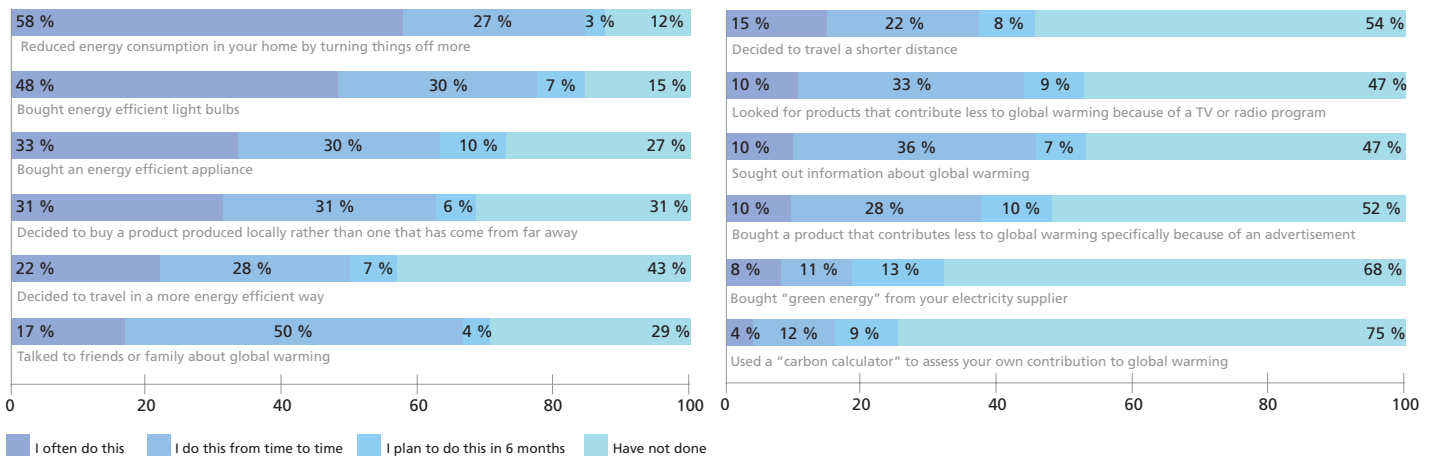
Исследование роли культуры, ценностей и мировоззрения с точки зрения как возникновения изменения климата, так и принятия ответных мер следует поставить во главу угла. Культурные и эмпирические аспекты изменения климата необходимо интегрировать в рамках более стандартизированного, системно-ориентированного исследования изменения климата, а также такие аспекты следует включить как в исследование снижения влияния на окружающую среду и исследование процесса адаптации, так и в программы реализации. В данном выводе приводятся доводы в пользу необходимости новой, более важной роли социальных и гуманитарных наук в процессе разработки ответных мер на вызовы, сопряженные с изменением климата, и подразумевает необходимость в формировании четкой междисциплинарной и комплексной программы научных исследований, которые рассматривают проблему изменения климата в более обширном и глубоком социальном контексте.

Важность изменения поведения

РАЗДЕЛ 14

Prof. Diana Liverman, liverman@u.arizona.edu

What Have You Done to Reduce Your Impact on Climate Change? (US & UK combined)



Действия, предпринимаемые человеком для уменьшения вклада в изменение климата. Данные основаны на опросе «Какие факторы убеждают потребителей в существовании изменения климата?», проведенном организацией Accountability в июне 2007 г. (в опросе приняли участие 2 734 гражданина Соединенных Штатов Америки и Великобритании)⁹⁴.

Отдельные граждане могут сыграть важную роль в принятии ответных мер на изменение климата, в особенности, если они принимают решение о снижении объемов своих выбросов парниковых газов или об адаптации к изменению климата. Общественная поддержка также важна для обеспечения успеха деятельности государства на национальном и региональном уровнях, но общественное восприятие может также затруднить принятие технологий снижения воздействия на окружающую среду. Существуют значительные доказательства того, что изменение поведения отдельных лиц может способствовать снижению объемов выбросов, в особенности, бытовых и транспортных выбросов, а также при поддержке правительственной политики, наличии стимулов и при участии частного сектора (см. рисунок). Многие из наиболее низкочастотных снижений выбросов парниковых газов наблюдаются в секторе жилищного хозяйства, в котором использование изоляции, экономичных приборов и источников света, а также информация, передаваемая «умными» измерительными приборами и поступаемая вместе со счетами за коммунальные услуги, могут способствовать быстрому снижению потребления энергии, при этом наблюдается чистая экономия финансовых средств с учетом затрат. (см. Раздел 11).

Изменение поведения и отношения также важны с точки зрения лидерских позиций на политической и корпоративной арене, где, например, главы компаний и мэры городов принимают на себя серьезные обязательства по снижению объемов выбросов, которые значительно превышают политические обязательства, принятые на уровне стран, или результаты оценки экономической эффективности. С точки зрения адаптации, миллионы фермеров и скотоводов внесли изменения в методы ведения хозяйства с учетом недавних климатических сдвигов и уже в настоящий момент принимают решения об ответных мерах перед лицом потепления и иных сдвигов, связанных с изменением климата. Международная политика должна поддерживать способность отдельных лиц в принятии ответных мер на изменение климата и ни в коем случае не препятствовать этому, а также учитывать важность предоставления соответствующих сведений гражданам для того, чтобы они смогли принять обоснованные решения о поддержке политики и изменения своего собственного поведения¹⁶ (заседание 20)^{92,95}.



организаций – многонациональные корпорации и иные бизнес-сообщества, неправительственные экологические организации, научно-исследовательские организации и административно-территориальные органы государственной власти – являются ключевыми в разработке общественных ответных мер. Бизнес-сообщество, в частности, все больше настаивает на необходимости выработки основ политики, при которых создавались бы благоприятные условия для инвестиций и перемен. Некоторыми особенностями такой среды являются: (i) партнерства для осуществления действий на практике, которые разрабатывают общую стратегию, даже если лежащие в основе мотивации не совпадают; (ii) создание доверительных отношений между бизнес-кругами и гражданским обществом; и (iii) наличие лидеров, которые вдохновляют людей и повышают их возможности к действию, поддерживают обучение и адаптацию в управлении¹⁶ (заседания 48 и 54).

Гражданское общество – сообщества и заинтересованные лица – включается в политику в области климата многими способами (Рисунок 17). Основным фактором во многих подходах являются консультации с заинтересованными лицами или привлечение их. Участие должно быть двусторонним – не только получение сведений от экспертов, но и получение сведений от сообщества¹⁶ (заседание 39). Обмен сведениями с помощью средств массовой информации, тем не менее, представляет собой существенные трудности, так как проблема изменения климата часто преподносится как одна «большая дискуссия о глобальном потеплении», а не как отображение совместных договоренностей в науке и сложных и тонких моментов диалога между наукой и политикой¹⁶ (заседания 53 и 54).

Ответные меры на изменение климата на уровне сообщества могут часто быть более эффективными, если они принимаются с учетом местных знаний, опыта и с участием экспертов. Создание условий для полноправного участия – это ключевая идея, и создание таких условий наилучшим образом достигается путем тщательного определения цели диалога с заинтересованными лицами и структурирования процессов для полного включения в такой диалог членов сообщества. Переход от диалога с сообществами к действию сообщества – обычный результат эффективного диалога – предусматривает упреждающую оценку институтов, ресурсов и объема технической поддержки, необходимых для поддержки действий сообщества¹⁶ (заседание 54).

На национальном и глобальном уровнях экономические инструменты, такие как определение цен на выбросы и рыночные подходы в более общем смысле, крайне важны. Тем не менее, может возникнуть необходимость в дополнительных подходах. Например, инвестиционная стратегия, приводимая в действие на национальном уровне, но координируемая на глобальном уровне, быть может, основанная на возможностях, предоставляемых мировым финансовым кризисом будет, возможно, активно содействовать вступлению на путь безопасного по отношению к климату развития, а также приведет к постепенному распространению технологий и снижению объемов выбросов быстрее, чем с применением только рыночных инструментов. С учетом крайней серьезности вызова изменения климата (Ключевое положение 1), «массированные инвестиции на первом этапе» – например, сильный, немедленный толчок для инвестирования в системы энергосбережения и системы с возобновляемыми источниками энергии, – возможно, будет более эффективным средством, нежели разработка менее радикального подхода¹⁶ (заседание 55). Возможно, потребуется разработка иных дальновидных подходов на обширном региональном или глобальном уровне, чтобы изменить управление наших взаимоотношений с планетарной средой. Одним из таких подходов может стать рассмотрение нового глобального разделения видов деятельности в сфере землепользования, которая существенно улучшила бы географическую структуру производства продуктов питания и клетчатки, защиту биологического разнообразия, инфраструктуру и производство энергии (Раздел 15).

Вызов является в равной степени серьезным и для изменения существующей международной практики управления: от набора отдельных режимов или систем управления до инновационной, комплексной институциональной архитектуры управления системой планеты Земля. Успешная стратегия построения такой архитектуры должна предусматривать несколько измерений, быть четко скоординированной и опираться на некоторые существующие институциональные соглашения и структуры: (i) другие формы экологического регулирования, такие как Конвенция о биологическом разнообразии (КБР); (ii) международные торговые и финансовые механизмы, такие как Всемирная торговая организация (ВТО) и Всемирный банк; и (iii) организации, нацеленные на развитие и борьбу с бедностью, такие как Глобальный экологический фонд (ГЭФ) и региональные банки развития. И наконец, принятие ответных мер на вызов изменения климата потребует комбинирования подходов для создания интегрированной системы управления¹⁶ (заседание 48).

В демократических политических системах отдельные избиратели могут продвигать такие преобразования – от прагматических изменений в практической деятельности на местном уровне до создания новых многонациональных энергетических и транспортных систем и построения новых институциональных систем управления – только если их ценности достаточно глубоки и сильны для принятия жестких долгосрочных решений (Раздел 13). Таким образом, ни одна политика в области изменения климата не достигнет успеха в полном объеме, если культуры, мировоззрения и ключевые ценности не изменятся таким образом, чтобы поддерживать разработку и реализацию эффективной политики¹⁶ (заседания 54 и 57).

Научные данные, технологии и экономические инструменты являются неотъемлемой частью решения, но их истолкование и применение опосредованы различными культурами и мировоззрениями отдельных личностей и сообществ (Рисунок 18). Религиозные и духовные верования, системы знаний коренных народов, понимание отношений «природа-общество», ценности и этические нормы влияют на то, как отдельные личности и сообщества воспринимают изменение климата и принимают ответные меры¹⁶ (заседание 57). В конечном итоге, такие человеческие аспекты изменения климата определяют, достигнет ли когда-нибудь человечество такого большого преобразования, которое видится на пороге 21 века, или же оно к концу века будет «влачить жалкое существование в мире, в котором температура повысится на 5°C»¹⁰¹.

POLITICIANS / LOCAL GOVERNMENTS

- Seek voters' support, dependent on media, next election is the reference point
- Have more interest in structural adaptation options because they are easier to "sell" to the electorate.

PUBLIC OPINION / MEDIA

- Allocates responsibility to the government
- Seen as not aware of climate change impacts, not aware of their choices.

ADVOCACY / INTEREST GROUPS

- Normative points of view (e.g. "space to rivers", "plant trees in each unused space")
- Supported by facts or beliefs ("water is from God")

ADMINISTRATION / BUREAUCRACY

- Focuses on implementation, engineering approaches
- Hierarchical, often follows outdated procedures
- Does not directly respond to pressure from other groups;
- Often involved in power and competencies conflicts

RESEARCHERS

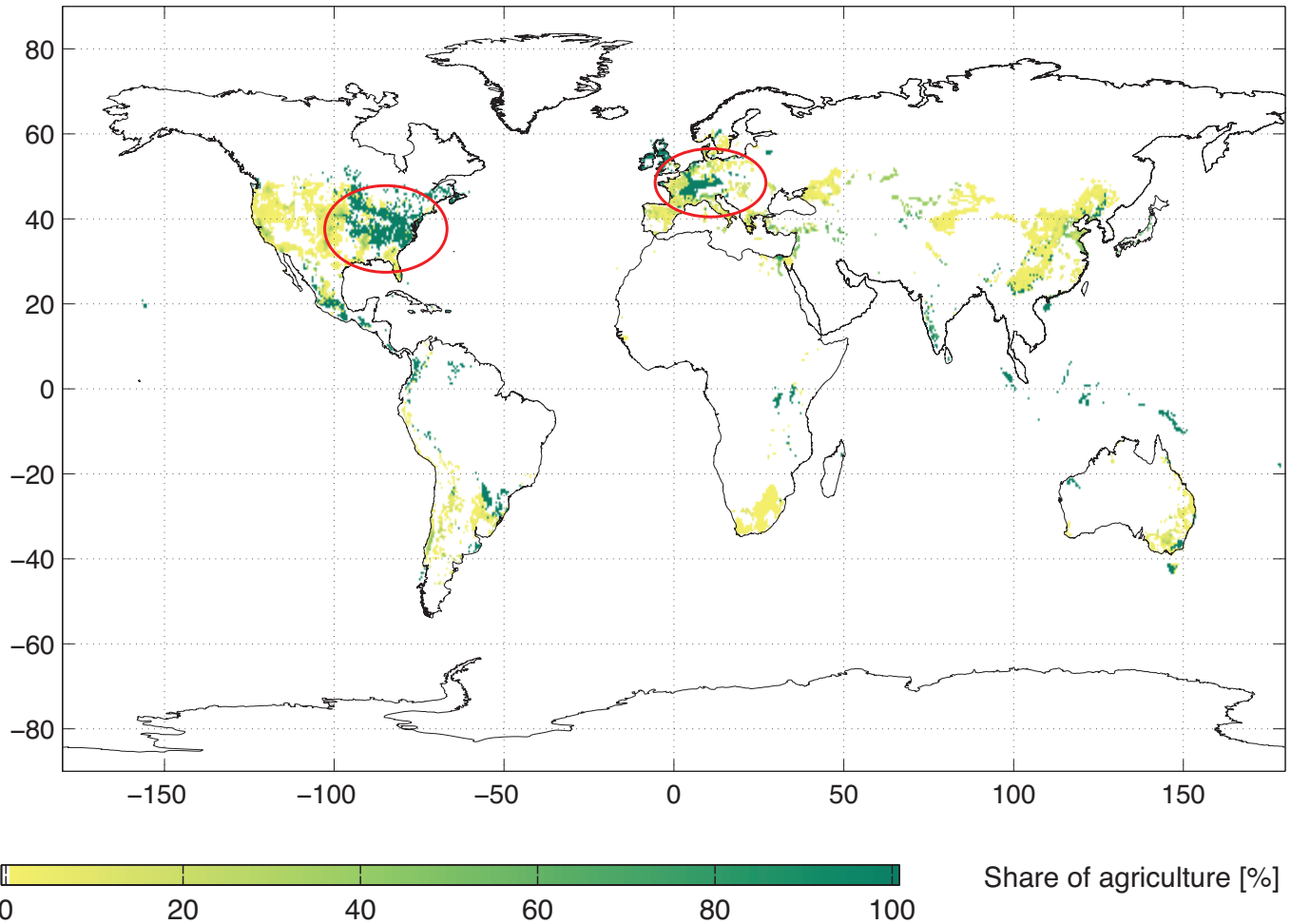
- Theoretically oriented, not practical, not aware of local condition or social dynamics
- Often function only within one discipline, pursue only their discipline's point of view ("free trade and putting price on scarce resources can solve all problems")

Рисунок 18

Группы коллективных ментальных моделей. Ментальные модели различаются у разных общественных групп и влияют на восприятие людьми проблемы изменения климата; такие модели трудно поддаются изменению и могут создать препятствия для обмена информацией и действий⁹⁹. Таким образом, чрезвычайно важным вызовом в эффективной борьбе с изменением климата является достижение консенсуса всем обществом в отношении характера угрозы изменения климата и общей стратегии ответных мер на данную проблему. В сущности, необходимо достичь отдельной, высокоуровневой ментальной модели или концепции. В ее отсутствие, принятие эффективных действий в области климата и политики маловероятно.

На пути к масштабному преобразованию системы землепользования?

Prof. Hans Joachim Schellnhuber, John@pik-potsdam.de & Veronika Huber huber@pik-potsdam.de



Распределение всех регионов планеты с точки зрения пригодности для производства продуктов питания в соответствии с существующей практикой управления (взято из⁹⁸). Эллипсами красного цвета отмечены основные регионы, которые считаются «общемировым сельскохозяйственным достоянием».

Удержание глобального потепления ниже 2°C потребует от нас всей нашей изобретательности для развития существующих структур сообразно с климатом, тем не менее широкомасштабные меры по преобразованию также будут необходимы. В частности, существующую на планете систему землепользования, возможно, потребуется кардинально изменить, так как она является субоптимальным результатом беспорядочных исторических процессов, не учитывающих соображения глобальной устойчивости. Землепользование на Земле в будущем следует осуществлять с учетом многочисленных противоречивых потребностей приблизительно 9 миллиардов человек в пище и клетчатке, энергии, услугах, инфраструктуре и рациональном природопользовании на нерастяжимой поверхности планеты. В целях избежания опасного изменения климата, возможно, необходимо решать новые задачи, такие как создание искусственных стоков углерода путем биосеквестрации⁹⁶.

Необходимо, чтобы наука показала (i) как может выглядеть «оптимальная» система землепользования; (ii) что данная система обеспечит создание достаточных объемов необходимых функций и ресурсов; и (iii) какие социо-политические стратегии можно использовать для предусмотренного преобразования в должные сроки. Международное научно-исследовательское сообщество только начинает поиск ответов на данные вопросы, хотя в настоящее время уже существуют отдельные точки зрения по первым двум аспектам.

Например, Консультативный Совет ФРГ по вопросам глобальных изменений (WBGU) недавно опубликовал ряд отчетов, в которых указываются регионы Земли, которые необходимо выделить для поддержки биологического разнообразия, производства биомассы и получения возобновляемых источников энергии соответственно⁹⁷. Важным выводом является то, что лесовозобновление на деградированных землях может дать устойчивый биоэнергетический потенциал приблизительно в 100 экзаджоулей. Аналитические исследования, проведенные Потсдамским институтом⁹⁸ также указывают на то, что 12 миллиардов людей с 1995 пищевыми привычками можно обеспечить продуктами питания, используя менее одной трети существующей площади сельскохозяйственных угодий – если использовать наиболее подходящие области для культивирования наиболее пригодных для таких областей сельскохозяйственных культур и если мировая торговля продуктами питания не «тормозилась» бы протекционизмом. Тем не менее, этот смелый подход мог бы быть осуществимым только, если бы наиболее выгодные области (как показано на рисунке) были рекультивированы/зарезервированы в сельскохозяйственных целях в качестве части долгосрочной глобальной сделки – таким же образом, как и тропические леса, смеем надеяться, будут сохранены в качестве охраняемой зоны как часть всеобщего достояния.



ПУТЬ ВПЕРЕД

Многие из существовавших ранее проблем охраны окружающей среды были решены, когда человечество пришло к пониманию того, что его собственная деятельность приводила к последствиям, разрушительным для здоровья и благополучия людей. Ответными мерами стали изменение поведения и разработка новых технологий. Будет ли наше современное общество принимать аналогичные ответные меры в ответ на вызовы изменения климата, с которыми мы сталкиваемся в настоящий момент? Изменение климата существенно отличается от проблем охраны окружающей среды, с которыми сталкивалось человечество до настоящего времени. Риски, масштабы и неопределенность, связанные с изменением климата, огромны, и существует серьезная вероятность разрушительного исхода на мировом уровне.

Характер вызовов, сопряженных с изменением климата, требует дальновидного и инновационного мышления. Концепция «планетарных границ»¹⁰⁰, нацеленная на определение «безопасного жизненного пространства» для человечества, обращается к прошлому опыту обществ, которые контролировали свое собственное поведение после появления сведений о нежелательных последствиях. «Планетарные границы» определяются с точки зрения биофизических пороговых характеристик Земли, пересечение которых приведет к катастрофическим последствиям для обществ (см. переломные элементы, Ключевое положение 2). Научные данные явно указывают на то, что существует верхняя граница концентрации парниковых газов в атмосфере, или «граница изменения климата», в пределах которой человечеству следует предпринимать действия для снижения риска катастрофических последствий. Несмотря на то, что точное значение такой границы до сих пор не известно, существующие сведения указывают на то, что человечество быстрыми темпами приближается к такой границе или даже, возможно, уже перешло ее¹⁶. Таким образом, есть острая необходимость в быстром и значительном снижении объемов выбросов парниковых газов, если ставится задача предотвращения серьезных последствий изменения климата.

Жизнь в пределах опасной границы изменения климата может часто казаться чрезвычайно тяжелой. Не существует каких-либо отдельных соглашений или технологических прорывов («серебряных пуль»), которые быстро и безболезненно изменят современное общество. Изменение образа жизни общества с учетом границ изменения климата займет некоторое время и потребует принятия на себя обязательств на

всех уровнях и всеми членами общества. В качестве начального этапа жизненно важно определить долгосрочные цели по сокращению объемов выбросов, если общество желает снизить риск опасного изменения климата до приемлемых уровней. Траектории являются ориентирами на пути достижения целей, но существует множество других возможных путей, по которым может пойти человечество и которые позволят ему не пересечь общую границу изменения климата.

Таким образом, в 2009 г. общество не может точно определить «правильный» или «наилучший» путь на период до 2050 г. и далее. В будущем мы столкнемся с технологическими и общественными изменениями, а также с изменением ценностей, которые изменят траекторию. Это не должно быть наказуемо, если путь не был определен абсолютно правильно с первого раза. Самой важной задачей в настоящий момент является сделать первые шаги в сторону изменений. На первых этапах необходимо инициировать широкий диалог на всех уровнях общества и прийти к консенсусу о необходимости принятия мер. Вполне возможно, что в отношении ответных мер на изменение климата, спровоцированное деятельностью человека, «единственным непростительным действием является полное бездействие»¹⁰¹.

Настоящий сводный отчет, основанный на материалах дискуссий и выводов Международного научного конгресса IARU (Международной ассоциации научно-исследовательских университетов), *Изменение климата: глобальные риски, вызовы и решения* содержит краткое изложение самых современных знаний об изменении климата, полученных научно-исследовательским сообществом, – учеными-естествоиспытателями, социологами, экономистами, инженерами и гуманитариями. Существует огромное количество научных сведений о том, что деятельность человека изменяет основополагающие условия жизни на Земле, и вызовы, сопряженные с такими изменениями, устрашают. Отсрочка в принятии мер приведет только к увеличению рисков для будущих поколений. Несмотря на то, что никакое заседание не может изменить наше общество в обществе, живущее в пределах границ изменения климата, Конференция ООН по изменению климата, КС-15 (COP-15), которая будет проведена в декабре 2009 г., предлагает уникальную и своевременную возможность встать на путь изменений. Многие надеются на то, что если общество успешно справится с вызовами, поставленными изменением климата, будущие поколения прочтут в учебниках истории о том, что КС-15 была первой вехой на пути изменений.



Перечень таблиц

Таблица 1: Характеристики моделей стабилизации, стр. 19

Таблица 2: Сравнение биомассы и технологий преобразования энергии, стр. 28

Перечень рисунков

Рисунок 1: Изменение уровня моря в период с 1970 до 2008 гг., относительно уровня моря по состоянию на 1990 г. стр. 8

Рисунок 2: Изменение энергоёмкости различных элементов в системе планеты Земля в течение двух периодов времени: 1961-2003 гг. и 1993-2003 гг., стр. 8

Рисунок 3: Изменение средней мировой температуры приземного слоя воздуха (сглаженной за 15 лет) по сравнению с 1990 г., стр. 9

Рисунок 4: Изменение теплосодержания океана с 1951 г., стр. 9

Рисунок 5: Тенденции изменения атмосферных концентраций парниковых газов: (А) углекислого газа, CO₂, в част/млн (в частицах на миллион) с 1958 г. по настоящий момент; (В) метана, CH₄, в част/млрд (в частицах на миллиард) с 1979 г. по настоящий момент и (С) закиси азота, N₂O, в част/млрд (в частицах на миллиард) с 1978 г. по настоящий момент, стр. 11

Рисунок 6: (А) Количество тропических североатлантических циклонов с указанием максимальной скорости ветра для каждого (по горизонтальной оси). (В) Пропорциональное увеличение категории циклона (урагана) в результате увеличения максимальной скорости ветра (1, 3 и 5 м/сек-1), стр. 12

Рисунок 7: Карта потенциальных климатических «переломных элементов», стр. 14

Рисунок 8: Диаграмма, показывающая связь между потенциальными последствиями изменения климата и повышением средней мировой температуры, стр. 16

Рисунок 9: Траектории связанных с энергией выбросов с 2000 по 2100 гг., необходимые для стабилизации парниковых газов в атмосфере по трем разным направлениям, стр. 20

Рисунок 10: Прогнозируемые последствия изменения климата на сельскохозяйственное производство в 2030 г., выраженные в процентном изменении в отношении средней урожайности в период 1998-2002 гг., стр. 23

Рисунок 11: Различные аспекты выбросов углерода в результате деятельности человека по странам/регионам, отражающие так называемую «проблему запасов и потоков», стр. 24

Рисунок 12: Малогабаритные фотоэлектрические батареи (средняя мощность системы – 18 Ватт), применяемые в Кении, стр. 24

Рисунок 13: Снижение стоимости модуля тонкопленочных фотоэлектрических солнечных батарей по мере увеличения совокупных объемов производства, стр. 26

Рисунок 14: Смоделированные выбросы в результате обезлесения, представленные по регионам на основании семи вариантов, разработанных СВРОД, стр. 27

Рисунок 15: Воздействие различных ограничений на возможное снижение влияния парниковых газов на окружающую среду с теоретически максимального биофизического значения до минимально возможного на практике, стр. 27

Рисунок 16: Наглядное представление активного адаптивного управления, итеративный подход, сформулированный на основании четко обозначенного, экспериментально обоснованного развития вероятных вариантов процесса управления, стр. 28

Рисунок 17: Стандартные взаимоотношения в многоуровневых системах управления, стр. 32

Рисунок 18: Группы коллективных ментальных моделей, стр. 34

Перечень разделов

Раздел 1: Изменения ледникового покрова Гренландии, стр. 9

Раздел 2: Глобальный углеродный цикл, стр. 11

Раздел 3: Влияние изменения климата на здоровье и благополучие человека, стр. 13

Раздел 4: Водные ресурсы и изменение климата: создание устойчивости к внешним воздействиям для обеспечения устойчивого развития в будущем, стр. 13

Раздел 5: Увеличение кислотности планеты Земля, стр. 15

Раздел 6: Биологическое разнообразие и изменение климата: результаты «Оценки экосистем на пороге тысячелетия», стр. 15

Раздел 7: Последствия изменения климата с точки зрения безопасности, стр. 17

Раздел 8: Цена промедления, стр. 19

Раздел 9: Экономические рычаги для снижения влияния на окружающую среду, стр. 21

Раздел 10: Финансирование адаптации, стр. 23

Раздел 11: Преимущества декарбонизации экономики, стр. 29

Раздел 12: Изменение климата и городские территории, стр. 30

Раздел 13: Культуры, ценности и глобальные перспективы как факторы, влияющие на разработку ответных мер на изменение климата, стр. 33

Раздел 14: Важность изменения поведения, стр. 33

Раздел 15: На пути к масштабному преобразованию системы землепользования?, стр. 35

Ссылки

- IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- Rahmstorf, S., Cazenave, A., Church, J.A., Hansen, J.E., Keeling, R.F., Parker, D.E., and R.C.J. Somerville, 2007: Recent climate observations compared to projections. *Science* 316 (5825): 709-709.
- Domingues, C.M., Church, J.A., White, N.J., Gleckler, P.J., Wijffels, S.E., Barker, P.M. and J.R. Dunn, 2008: Improved estimates of upper-ocean warming and multi-decadal sea-level rise. *Nature* 453: 1090-1094.
- Church, J.A., Domingues, C., White, N., Barker, P. and P. Gleckler, 2009: Changes in global upper-ocean heat content over the last half century and comparison with climate models, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6 (3): 032005, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/3>
- Steffen, K., and Huff, R., 2009: University of Colorado at Boulder, personal communication
- Mote, T.L., 2007: Greenland surface melt trends 1973 – 2007: Evidence of a large increase in 2007, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L22507, doi: 10.1029/2007GL031976.
- Wouters, B., D. Chambers, and E. J. O. Schrama 2008: GRACE observes small-scale mass loss in Greenland, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L20501, doi:10.1029/2008GL034816

- Plattner, G.-K., 2009: Long-term commitment of CO₂ emissions on the global carbon cycle and climate. IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 042008, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/4>.
- Solomon, S., Plattner, G.-K., Knutti, R. and P. Friedlingstein, 2009: Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 1704-1709.
- Richter-Menge, J., Overland, M., Svoboda, J., Box, M.J.J.E., Loonen, A., Proshutinsky, V., Romanovsky, D., Russell, C.D., Sawatzky, M., Simpkins, R., Armstrong, I., Ashik, L.-S., Bai, D., Bromwich, J., Cappelen, E., Carmack, J., Comiso, B., Ebbinge, I., Frolow, J.C., Gascard, M., Itoh, G.J., Jia, R., Krishfield, F., McLaughlin, W., Meier, N., Mikkelsen, J., Morison, T., Mote, S., Nghiem, D., Perovich, I., Polyakov, J.D., Reist, B., Rudels, U., Schauer, A., Shiklomanov, K., Shimada, V., Sokolov, M., Steele, M.-L., Timmermans, J., Toole, B., Veenhuis, D., Walker, J., Walsh, M., Wang, A., Weidick, C. and Zöckler, 2008: Arctic Report Card 2008, Available online at: <http://www.arctic.noaa.gov/reportcard>.
- Canadell, J.G., Le Quéré, C., Raupach, M.R., Field, C.R., Buitenhuis, E., Ciais, P., Conway, T.J., Gillett, N.P., Houghton, R.A. and G. Marland, 2007: Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104, 18866-18870.
- Tans, P. Trends in Atmospheric Carbon Dioxide – Mauna Loa, NOAA/ESRL, Available online at: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>
- Hoffman, D.J. The NOAA annual greenhouse gas index (AGGI) NOAA/ESRL. Available online at: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/>
- Dlugokencky, E.J., R.C. Myers, P.M. Lang, K.A. Masarie, A.M. Crotwell, K.W. Thoning, B.D. Hall, J.W. Elkins, and L.P. Steele, 2005: Conversion of NOAA atmospheric dry air CH₄ mole fractions to a gravimetrically-prepared standard scale, *J. Geophys. Res.*, 110, D18306, doi:10.1029/2005JD006035.
- IOP, 2009: Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions, Copenhagen 10-12. March 2009. All sessions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Series. Available online at: <http://www.iop.org/EJ/volume/1755-1315/6>
- Alcázar, K., 2009: Ocean acidification: Humanity and the environment in geologic time, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6 (3): 462004, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/46>
- Raupach, M.R., Marland, G., Giais, P., Quéré, C.L., Candadell, J.G., Klepper, G. and C.B. Field, 2007: Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 10288-10293.
- Haywood, A., Bonham, S., Hill, D., Lunt, D. and U. Salzmann, 2009: Lessons of the mid. Pliocene: Planet Earth's last interval of greater global warmth. IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 072003, Available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/7>
- Council of the European Union, 2005: Presidency Conclusions – Brussels, 22/23 March 2005, European Commission, Brussels.
- IPCC, 2001: Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J. and K.S. White (Eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Meinshausen M., Meinshausen N., Hare W., Raper S.C.B., Frieler K., Knutti R., Frame D.J., Allen M.R., 2009 Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 degrees C. *Nature*, 458 (7242): 1158-U96
- Steffen, W., 2009: Climate Change 2009: Faster Change and More Serious Risks. Report to the Department of Climate Change, Australian Government, in press.
- Holland, G., 2009: Climate change and extreme weather. IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 092007, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/9>
- Turley, C., Blackford, J., Widdicombe, S., Lowe, D., Nightingale, P.D. and A.P. Rees, A.P., 2006: Reviewing the impact of increased atmospheric CO₂ on oceanic pH and the marine ecosystem. In: Schellnhuber, H.J., Cramer, W., Nakicenovic, N., Wigley, T. and Yohe, G (Eds), *Avoiding Dangerous Climate Change*, Cambridge University Press, 8, 65-70.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Lenton, T. M., Held, H., Kriegler E., Hall, J. W., Lucht, W., Rahmstorf, S. and Schellnhuber, H. J., 2008: Tipping elements in the Earth's climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (6): 1786-1793.
- Dahl-Jensen, D. (Lead), 2009: The Greenland Ice Sheet in a changing climate. Component 2 in SWIPA: An Arctic Council Project coordinated by AMAP – IASC – WCRP/CLIC – IPY.
- Hofmann, M. and H.J. Schellnhuber, 2009: Oceanic acidification affects marine carbon pump and triggers extended marine oxygen holes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 3017-3022
- Schellnhuber, H.-J. and H. Held, 2002: In: Briden J and T. Downing (eds), *Managing the Earth: The Eleventh Linacre Lectures*, Oxford University Press, Oxford, pp 5–34.
- Smith, J.B., Schneider, S.H., Oppenheimer, M., Yohe GW, Hare W, Mastrandrea, M.D., Patwardhan, A., Burton, I., Corfee-Morlot, J., Magadza, C.H.D., Fussler, H.-M., Pittcock, A.B., Rahman, A., Suarez, A. and J.-P. van Ypersele, 2009: Assessing dangerous climate change through an update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) "reasons for concern". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, doi/10.1073/pnas.0812355106. In press.
- IPCC, 2007: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- NOAA, 2009: Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. [online] available at: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/> [accessed 04/06/2009], Earth Systems Research Laboratory.
- European Environment Agency, 2009: CSI 013 – Atmospheric greenhouse gas concentrations – Assessment published Mar 2009. Available online at: http://themes.eea.europa.eu/IMS/IMS/Specs/Specification20041007131717/Assessment1234255180259/view_content
- Hare, B., and Meinshausen, M., 2006: How Much Warming are We Committed to and How Much can be Avoided? *Climatic Change* 75,1-2: 111-149.
- Meinshausen, M., Hare, B., Frieler, K., Nabel, J., Markmann, K., Schaeffer M. and J. Rogel, 2009: PRIMAP – Potsdam Real-Time Integrated Model for the probabilistic assessment of emission paths, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 052008, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/5>
- Allen, M., Frame, D., Frieler, K., Hare, W., Huntingford, C., Jones, C., Knutti, R., Lowe, J., Meinshausen, M., Meinshausen, N. and S. Raper, 2009: The exit strategy. *Nature Reports Climate Change* 3: 56-58
- Nordhaus W.D., 2009: Plenary presentation at the International Scientific Congress on Climate Change 2009. Available online at: <http://climatecongress.ku.dk/presentations/congresspresentations>
- Stern, L. N., 2009: Plenary presentation at the International Scientific Congress on Climate Change 2009. Available online at: <http://climatecongress.ku.dk/presentations/congresspresentations>

40. Spring, U.O., 2009: Social vulnerability and geopolitical conflicts due to socio-environmental migration in Mexico, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 562005, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/56>.
41. Warner, K., 2009: Migration: Climate adaptation or failure to adapt? Findings from a global comparative field study, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 562006, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/56>.
42. Gleditsch, N.P. and R Nordås., 2009: IPCC and the climate-conflict nexus, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 562007, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/56>.
43. Scheffran, J., 2009: Climate-induced instabilities and conflicts. IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 562010, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/56>.
44. Brauch, H.G., 2009: Climate change impacts on migration: Conflict and cooperation in the Mediterranean, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 562004, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/56>.
45. Wright, S., 2009: Emerging military responses to climate change – the new technopolitics of exclusion, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 562001, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/56>.
46. Wright, S., 2009: Climate Change & The New Techno-Politics of Border Exclusion & Zone Denial, presentation at Climate/Security, conference organised by Centre for Advanced Security Theory, Copenhagen, on March 9, 2009; http://cast.ku.dk/events/cast_conferences/climatesecurity/wrightcopenhagenpaper.doc/.
47. Trombeta, J., 2009: The meaning and function of European discourses on climate security, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 562009, available online at <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/56>.
48. IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
49. Urge-Vorsatz, D., Koeppel, S. and S. Mirasgedis 2007: An appraisal of policy instruments for reducing buildings CO2 emissions. Building Research and Information 35(4): 458 – 477.
50. Expert Group on Energy Efficiency 2007. Jochem, E., Dadi, Z., Bashmakov, I., Chandler, W., Farinelli, U., Halpeth, M. K., Jollands, N., Kaiser, T., Laitner, J. S., Levine, M., Moisan, F., Moss, R., Park, H.-C., Platonova-Oquab, A., Schaeffer, R., Sathaye, J., Siegel, J., Urge-Vorsatz, D., Usher, E., Yanjia, W. and E. Worrell: Realizing the Potential of Energy Efficiency: Targets, Policies, and Measures for G8 Countries. United Nations Foundation Expert Report. Washington, DC., United Nations Foundation: 72 pp. Available at http://www.unfoundation.org/files/pdf/2007/Realizing_the_Potential_Energy_Efficiency_full.pdf
51. Schaeffer, M., Kram, T., Meinshausen, M., van Vuuren, D.P., and W.L. Hare, 2008: Near-linear cost increase to reduce climate-change risk. Proceedings of the National Academy of Sciences 105: 20621-20626.
52. Van Vuuren, D.P., de Vries, B., Beusen, A. and P.S.C. Heuberger, 2008. Conditional probabilistic estimates of 21st century greenhouse gas emissions based on the storylines of the IPCC-SRES scenarios. Global Environmental Change 18: 635-654.
53. Biermann, F., 2009: Earth system governance. Outline of a research programme, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 482001, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/48>
54. Matthews, H.D. and K. Caldeira, 2004: Stabilizing Climate requires near-zero emissions. Geophysical Research Letters 35 (4): L04705
55. Nakicenovic, N., 2009: Plenary presentation at the International Scientific Congress on Climate Change 2009. Available online at: <http://climatecongress.ku.dk/presentations/congresspresentations/>
56. Knopf, B., Edenhofer, O., Barker, T., Baumstark, L., Kitous, L., Kypreos, S., Leimbach, M., Magne, B., Scricciol, S. and H. Turton, 2009: Low stabilization pathways: Economic and technical feasibility, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 272002, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/27>
57. Kammen, D., 2009: Plenary presentation at the International Scientific Congress on Climate Change 2009. Available online at: <http://climatecongress.ku.dk/presentations/congresspresentations/>
58. Knopf, B., Edenhofer, O., Barker, T., Bauer, N., Baumstark, L., Chateau, B., Criqui, P., Held, A., Isaac, M., Jakob, M., Jochem, E., Kitous, A., Kypreos, S., Leimbach, M., Magne, B., Mima, S., Schade, W., Scricciol, S., Turton, H. and D. van Vuuren, 2009: The economics of low stabilisation: implications for technological change and policy. In M. Hulme and H. Neufeldt (Eds) Making climate change work for us – ADAM synthesis book, Cambridge University Press, in press.
59. Meinshausen, M., 2006: What does a 2°C target mean for greenhouse gas concentrations? – A brief analysis based on multi-gas emission pathways and several climate sensitivity uncertainty estimates. In: Schellnhuber, J. S., Cramer, W., Nakicenovic, N., Wigley T. M. L. and G. Yohe. Avoiding Dangerous Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press.
60. Edenhofer, O., B. Knopf, M. Leimbach, N. Bauer (Eds), 2009: The Economics of Low Stabilization, The Energy Journal (Special Issue), forthcoming
61. Keith, D., 2009: Climate engineering as risk management, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 452002, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/45>
62. Liverman, D., 2009: Plenary presentation at the International Scientific Congress on Climate Change 2009. Available online at: <http://climatecongress.ku.dk/presentations/congresspresentations/>
63. Schellnhuber, J., 2009: Plenary presentation at the International Scientific Congress on Climate Change 2009. Available online at: <http://climatecongress.ku.dk/presentations/congresspresentations/>
64. Lobell, D.B., Burke, M.B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M.D., Falcon, W.P. and R.L. Naylor, 2008: Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030. Science 319 (5863): 607-610
65. ESSP Global Environmental Change and Food Systems project, 2009: Global Environmental Change and Food Systems [online], available at www.gecafs.org [access date 04/06/2009]
66. UNDP, 2007: Human Development Report 2007/2008. Fighting Climate Change: Human solidarity in a divided world. United Nations, New York.
67. Reid, W.V., Mooney, H.A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S.R., Chopra, K., Dasgupta, P., Dietz, T., Duraipappah, A.K., Hassan, R., Kasperson, R., Leemans, R., May, R.M., McMichael, A.J., Pingali, P., Samper, C., Scholes, R., Watson, R.T., Zakri, A.H., Shidong, Z., Ash, N.J., Bennett, E., Kumar, P., Lee, M.J., Raudsepp-Hearne, C., Simons, H., Thonell, J. and M.B. Zurek, 2005: Millennium Ecosystem Assessment Synthesis report. Island Press, Washington DC.
68. Munasinghe, M. 2009: Sustainable Development in Practice: Sustainomics Framework and Applications, Cambridge University Press, London, UK, Chap.5.
69. Kammen, D., 2009: Figure from plenary presentation at the International Scientific Congress on Climate Change 2009. Available online at: <http://climatecongress.ku.dk/presentations/congresspresentations/>. Figure based on Duke and Kammen 1999; Nemet and Kammen 2007; historical data from Navigant (2007).
70. Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J.P., Hector, A., Hooper, D.U., Huston, M.A., Raffaelli, D., Schmid, B., Tilman, D., and D.A. Wardle, 2001: Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge and future challenges. Science 294: 804-808
71. Busch, J., Strassburg, B., Cattaneo, A., Lubowski, R., Boltz, F., Ashton, R., Bruner, A., Creed, A., Obersteiner, M. and R. Rice, 2009: Collaborative modelling initiative on REDD economics, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 252019, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/25>
72. Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H.H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, R.J., Sirotenko, O., Howden, M., McAllister, T., Pan, G., Romanenko, V., Schneider, U. and S. Towprayoon, 2007: Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture. Agriculture, Ecosystems & Environment 118: 6-28
73. Shapouri, H., Duffield, J.A., and M.S. Graboski, 1995: Estimating the Net Energy Balance of Corn Ethanol. Agricultural Economic Report, United States Department of Agriculture, Lincoln NE
74. Shapouri, H., Duffield, J.A., and M. Wang, 2002: The Energy Balance of Corn Ethanol: An Update. Agricultural Economic Report, United States Department of Agriculture, Lincoln NE
75. Ulgiati, S., 2001: A comprehensive energy and economic assessment of biofuels: when "green" is not enough. Critical Reviews in Plant Sciences 20 (1): 71.
76. McLaughlin, S.B., and M.E. Walsh, 1998: Evaluating environmental consequences of producing herbaceous crops for bioenergy. Biomass and Bioenergy 14 (1): 317.
77. Kim, S., Dale, B.E. 2005: Life cycle assessment of various cropping systems utilized for producing biofuels: bioethanol and biodiesel. Biomass and Bioenergy 29 (6): 426.
78. Venendaal, R., Jørgensen, U., and C.A. Foster, 1997: European Energy Crops: A synthesis. Biomass and Bioenergy 13 (3), 147.
79. Armstrong, A.P., Baro, J., Dartoy, J., Groves, A.P., Nikkonen, J., and D.J. Rickead, 2002: Energy and greenhouse gas balance of biofuels for Europe – an update. CONCAWE, Brussels.
80. Börjesson, P. 2004: Energianalys av drivmedel från spannmål och vall. Lunds Tekniska Högskola, Lund.
81. Bernesson, S. 2004: Life cycle assessment of rapeseed oil, rape methyl ester and ethanol as fuels – a comparison between large- and smallscale production. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
82. Rosenberger, A., Kaul, H.P., Senn, T. and W. Aufhammer, 2001: Improving the energy balance of bioethanol production from winter cereals: the effect of crop production intensity. Applied Energy 68 (1): 51.
83. Elsayed, M.A., Matthews, R., and N.D. Mortimer, 2003: Carbon and energy balances for a range of biofuels options, Hallam University, Sheffield.
84. Bentsen, N.S., and C. Felby, 2009: Energy, feed and land use balance of converting winter wheat to ethanol. Biofuels, bioproducts and biorefining, in review.
85. Olesen, J.E., 2009: Measures to promote both mitigation and adaptation to climate change in agriculture, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 242005, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/24>
86. Smith, M.S., 2009: CSIRO Sustainable Ecosystems, Canberra (unpublished). Contact information: <http://www.csiro.au/people/Mark.Stafford-Smith.html>
87. Steffen, W., Burbidge, A., Hughes, L., Kitching, R., Lindenmayer, D., Musgrave, W., Stafford Smith, M. and P. Werner, 2009: Australia's Biodiversity and Climate Change. CSIRO Publishing, in press.
88. Ramankutty, N., Evan, A. T., Monfreda, C. and J. A. Foley, 2008: Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000, Global Biogeochem. Cycles, 22: GB1003
89. Haberl, H., Erb, K.H., Krausmann, F., Gaube, V., Bondeau, A., Plutzer, C., Gingrich, S., Lucht, W. and M. Fischer-Kowalski, 2007: Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems. Proceedings of the National Academy of Sciences 104 (31): 12942-12947.
90. Aqusstat, 2009: Review of global agricultural water use per country, conclusions, [online] available at http://www.fao.org/nr/water/aqusstat/water_use/index6_stm [accessed on 04/06/2009]. Food and Agricultural Organisation of the United Nations
91. Kammen, D. M., 2006: The Rise of Renewable Energy, Scientific American (September): 82-91.
92. Fuller, M., Portis, S., and D.M. Kammen, 2009: Towards a low-carbon economy: municipal financing for energy efficiency and solar power, Environment, 51 (1): 22-32.
93. Daniell, K.A., Mdnez Costa, M.A., Ferrand, N., Vassileva, M., Aix, F., Coad, P. and I. S. Ribarova, 2009: Aiding multi-level decision-making processes for climate change mitigation and adaptation, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 392006, available online at <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/39>
94. Forstater, M., Oelschlaegel, J., Monaghan, P., Knight, A., Shah, M., Pedersen, B., Upchurch, L. and P. Bala-Miller, 2007: What assures Consumers on Climate Change?, Research report. Available online at: <http://www.accountability21.net/publications.aspx?id=1090>. AccountAbility, Beijing, Geneva, London, Sao Paolo and Washington DC
95. Butler, C. and N. Pidgeon, 2009: Climate Risk Perceptions and local experiences at the 2007 summer flooding: Opportunities or obstacles to change?, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 262008, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/26>.
96. Read P., 2006: Carbon Cycle Management with Biotic Fixation and Long-Term Sinks, In: Schellnhuber, H. J., Cramer, W., Nakicenovic, N., Wigley, T., and G. Yohe (Eds.). Avoiding Dangerous Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, p. 373-378
97. WBGU, 2009: Politikberatung zum Globalen Wandel, [online] available at <http://www.wbgu.de/> [accessed on 04/06/2009]
98. Müller, C., Bondeau, A., Lotze-Campen, H., Cramer, W., and W. Lucht, 2006: Comparative impact of climatic and nonclimatic factors on global terrestrial carbon and water cycles, Global Biogeochemical Cycles 20: GB4015, doi:10.1029/2006GB002742
99. Banaszak, I., Matczak, P. and A. Chorynski, 2009: The role of shared mental models for adaptation policies to climate change, IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 6: 392001, available online at: <http://www.iop.org/EJ/toc/1755-1315/6/39>
100. Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. and J. Foley, 2009: Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. Nature, in press.
101. Lynch, A., 2009: Plenary presentation at the International Scientific Congress on Climate Change 2009. Available online at: <http://climatecongress.ku.dk/presentations/congresspresentations/>

Все гиперссылки доступны с июня 2009 года



НАУЧНЫЙ КООРДИНАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Professor Katherine Richardson (Председатель),
University of Copenhagen

Professor Ole Wæver,
University of Copenhagen

Professor Inez Fung,
University of California – Berkeley

Professor Daniel M. Kammen,
University of California, Berkeley

Dr. F. Michael Saunders,
National University of Singapore

Professor Akimasa Sumi,
The University of Tokyo

Professor Kazuhiko Takeuchi,
The University of Tokyo

Mr. Keisuke Hanaki,
The University of Tokyo

Professor Will Steffen,
Australian National University

Dr. Frank Jotzo,
Australian National University

Professor Nina Buchmann,
ETH Zürich

Professor Christoph Schär,
ETH Zürich

Professor Daniel Esty,
Yale University

Professor Diana Liverman,
University of Oxford

Professor Lu,
Peking University

Dr. Terry Barker,
University of Cambridge

Professor Dr. Rik Leemans,
Wageningen University (наблюдатель)

Professor Hans Joachim Schellnhuber,
Director of the Potsdam Institute for Climate Impact Research and
Visiting Professor at University of Oxford (наблюдатель)

ЭКСПЕРТЫ

(в алфавитном порядке)

Professor Annela Anger,
Cambridge Centre for Climate Change Mitigation Research (4CMR), University of
Cambridge

Professor Rob Bailis,
Yale School of Forestry & Environmental Studies, Yale University

Professor Dennis Baldocchi,
Department of Environmental Science, Policy and Management, University of California,
Berkeley

Professor C.T. Arthur Chen,
Institute of Marine Geology and Chemistry, National Sun Yat-sen University, Taiwan

Professor Lynn Dicks,
Cambridge Centre for Climate Change Mitigation Research (4CMR), University of
Cambridge

Professor John Harte,
Department of Environmental Science, Policy & Management, University of California,
Berkeley

Professor Kirsten Hastrup,
Department of Anthropology, University of Copenhagen

Professor Andrew Hector,
Institute of Environmental Sciences University of Zürich

Dr. Frank Jotzo,
Climate Change Institute, Australian National University

Professor Eigil Kaas,
Niels Bohr Institute, University of Copenhagen

Professor Anne Larigauderie,
Executive Director of Diversitas

Professor Katherine Law,
IPSL Service, Aéronomie Boite 102, Université Pierre et Marie Curie

Professor Harold A. Mooney,
Department of Biological Sciences, Stanford University

Professor Karsten Neuhoff,
Faculty of Economics, University of Cambridge

Professor Anand Patwardhan,
S J Mehta School of Management, Indian Institute of Technology, Powai, India

Professor Navin Ramankutty,
Department of Geography & Earth System Science Program,
McGill University

Professor Matthias Roth,
Department of Geography, National University of Singapore

Professor Serban Scrieciu,
Cambridge Centre for Climate Change Mitigation Research (4CMR), University of
Cambridge

Executive Director Sybil Seitzinger,
The International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) Secretariat

Professor Frank Sejersen,
Department of Cross-Cultural and Regional Studies,
University of Copenhagen

Dr. Mark Stafford Smith,
CSIRO Sustainable Ecosystems & Desert Knowledge CRC, IHDP

Dr. Olga Solomina,
Department of Glaciology, Institute of Geography, Russian Academy of Sciences

Professor Liya Yu,
Division of Environmental Science and Engineering,
National University of Singapore

Professor Dr. Tong Zhu,
College of Environmental Sciences and Engineering, Peking University

Авторский коллектив выражает благодарность Кафедре климата Университета г. Копенгагена, а именно: доктору Дорте Хеденстед Лунд, доктору Катрин Хан Кристенсен и профессору Оле Йона Нильсену, Университет г. Копенгагена, и г-же Веронике Хубер из Института изучения последствий изменения климата (г. Потсдам) за содействие в написании настоящего сводного отчета о выполнении проекта.